

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020년 10월 8일 (08.10.2020)



(10) 국제공개번호
WO 2020/204371 A2

- (51) 국제특허분류:
H02M 7/3387 (2007.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2020/003106
- (22) 국제출원일: 2020년 3월 5일 (05.03.2020)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2019-0038877 2019년 4월 3일 (03.04.2019) KR
- (71) 출원인: 엘에스일렉트릭(주) (LS ELECTRIC CO., LTD.) [KR/KR]; 14119 경기도 안양시 동안구 엘에스로 127 (호계동), Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 이후진 (LEE, Hu Jin); 14118 경기도 안양시 동안구 엘에스로116번길 40 LSIS R&D 캠퍼스, Gyeonggi-do (KR). 이재문 (LEE, Jae Moon); 14118 경기도 안양시 동안구 엘에스로116번길 40 LSIS R&D 캠퍼스, Gyeonggi-do (KR). 쉬청드 (XU, Chengde); 14118 경기도 안양시 동안구 엘에스로116번길 40 LSIS R&D 캠퍼스, Gyeonggi-do (KR). 양천석 (YANG, Chun Suk); 14118 경기도 안양시 동안구 엘에스로116번길 40 LSIS R&D 캠퍼스, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 이룸리온 (ERUUM & LEEON INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 06575 서울시 서초구 사평대로 108, 3층 (반포동), 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

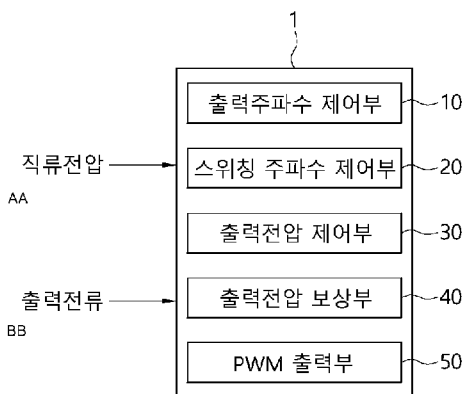
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도로 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: INVERTER CONTROL DEVICE

(54) 발명의 명칭: 인버터 제어장치



10 ... Output frequency control unit
 20 ... Switching frequency control unit
 30 ... Output voltage control unit
 40 ... Output voltage compensation unit
 50 ... PWM output unit
 AA ... Direct current voltage
 BB ... Output current

(57) Abstract: Disclosed is an inverter control device. The device of the present invention: determines an output frequency by using an output current of an inverter; determines an output voltage from a voltage-frequency relationship of the inverter; determines a first compensation voltage from a voltage-frequency compensation relationship line; and determines a second compensation voltage suppressing the compensation voltage according to the output current; and determines a final output voltage reflecting the second compensation voltage to the output voltage.

(57) 요약서: 인버터 제어장치가 개시된다. 본 발명의 장치는, 인버터의 출력전류를 이용하여 출력주파수를 결정하고, 상기 인버터의 전압-주파수 관계로부터 출력전압을 결정하고, 전압-주파수 보상관계선으로부터 제1보상전압을 결정하고, 출력전류에 따라 상기 보상전압을 억제한 제2보상전압을 결정하여, 상기 출력전압에 상기 제2보상전압을 반영한 최종 출력전압을 결정한다.

WO 2020/204371 A2

명세서

발명의 명칭: 인버터 제어장치

기술분야

- [1] 본 발명은 인버터 제어장치에 대한 것이다.
[2]

배경기술

- [3] 일반적으로 인버터는 전기적으로 직류(DC)를 교류(AC)로 변환하는 역변환 장치로써, 산업계에서 사용되는 인버터는 상용전원으로부터 공급된 전력을 입력받아 자체적으로 전압과 주파수를 가변하여 전동기에 공급함으로써 전동기 속도를 고효율로 이용하게 제어하는 일련의 장치로 정의된다. 이러한 인버터는, 가변전압 가변주파수(variable voltage variable frequency, VVVF) 방식에 의해 제어되며, 펄스폭변조(pulse width modulation, PWM) 출력 따라 전동기에 입력되는 전압과 주파수를 가변할 수 있다.
- [4] 도 1은 일반적인 인버터의 구성도이다.
- [5] 일반적으로, 인버터(100)는 계통으로부터 3상의 교류전원을 인가받아, 정류부(110)가 이를 정류하고, 평활부(120)는 정류부(110)가 정류한 직류전압을 평활하여 저장한다. 인버터부(130)는 평활부(120)인 직류링크 커패시터에 저장된 직류전압 V_{dc} 를 PWM 제어신호에 따라 소정 전압 및 주파수를 가지는 교류전압을 출력하여, 이를 전동기에 제공한다. 인버터부(130)는 3상의 레그로 구성되며, 각 레그에는 2개의 스위칭 소자가 직렬로 연결되어 구성된다.
- [6] 이러한 인버터부(130)의 스위칭소자는 전력소자로서, 예를 들어 절연 게이트 양극성 트랜지스터(insulated gate bipolar transistor, IGBT)가 보통 이용된다. 이러한 전력소자는 스위칭 주파수에 비례하여 스위칭 손실이 커진다. 또한 스위칭 주파수가 동일하고 최대값이 같은 크기의 교류전류가 흐를 때 IGBT의 접합부 온도의 최대값은 출력전류의 주파수가 낮을 때 더욱 높아진다.
- [7] 따라서, 인버터의 최대 정격출력보다 수배 이상 큰 정격전류를 가지는 IGBT를 사용하게 되면 동일 출력전류 대비 접합부의 온도상승이 적기 때문에 열에 의한 소손이 발생하지 않는다. 그러나 제품의 크기 및 원가를 줄이기 위하여 인버터의 정격전류에 최적화된 IGBT를 선택하게 되고, 이러한 경우 출력주파수, 출력전류 및 스위칭 주파수 조건에 따라 IGBT의 열적 소손이 발생할 수 있으며, 이는 인버터(100)의 전체 시스템 효율저하의 큰 원인이 되는 문제점이 있다.

[8]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 인버터 스위칭소자의 열적손상을 방지하는, 인버터 제어장치를 제공하는 것이다.

[10]

과제 해결 수단

[11] 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일실시예의 인버터 제어장치는, 인버터의 출력전류를 이용하여 출력주파수를 결정하는 제1결정부; 상기 인버터의 전압-주파수 관계로부터 출력전압을 결정하는 제2결정부; 및 전압-주파수 보상관계선으로부터 제1보상전압을 결정하고, 출력전류에 따라 상기 보상전압을 억제한 제2보상전압을 결정하여, 상기 출력전압에 상기 제2보상전압을 반영한 최종 출력전압을 결정하는 제3결정부를 포함할 수 있다.

[12] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제3결정부는, 상기 출력주파수를 이용하여 전압보상을 위한 제1기준전류와 상기 제1기준전류보다 작은 제2기준전류를 결정하고, 상기 제1기준전류 및 제2기준전류에 대한 현재 출력전류의 크기에 따라 상기 최종 출력전압을 결정할 수 있다.

[13] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제3결정부는, 상기 출력주파수에 따라 상기 인버터의 정격전류를 기준으로 상기 제1 및 제2기준전류를 결정할 수 있다.

[14] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제3결정부는, 출력전류가 상기 제1기준전류를 초과하는 경우 억제비율을 증가하여, 상기 억제비율에 따라 상기 최종 출력전압을 결정할 수 있다.

[15] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제3결정부는, 출력전류가 상기 제2기준전류 미만인 경우 억제비율을 감소하여, 상기 억제비율에 따라 상기 최종 출력전압을 결정할 수 있다.

[16] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제3결정부는, 아래 수학식에 의해 상기 최종 출력전압을 결정할 수 있다.

$$[17] \quad V_{\text{out}} = V_{\text{freq}} - V_{\text{boostSupp}}$$

[18] 이때 V_{out} 은 상기 최종 출력전압이고, V_{freq} 은 상기 출력전압이고, $V_{\text{boostSupp}} = V_{\text{boost}} \times \alpha_{\text{supp}}$ 이고, V_{boost} 은 상기 제1보상전압이고, $V_{\text{boostSupp}}$ 는 상기 제2보상전압이고, α_{supp} 는 상기 억제비율이다.

[19]

[20] 또한, 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일실시예의 인버터 제어장치는, 인버터의 출력전류를 이용하여 출력주파수를 결정하는 제1결정부; 및 상기 출력주파수 및 상기 인버터의 직류전압 및 출력전류의 크기에 따라, 상기 인버터의 스위칭소자에 대한 최대 스위칭 주파수를 결정하고, 상기 최대 스위칭 주파수에 대한 미리 설정된 설정 스위칭 주파수의 크기에 따라 최종 스위칭 주파수를 결정하는 제2결정부를 포함할 수 있다.

[21] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제2결정부는, 상기 직류전압, 출력주파수 및 출력전류로부터 상기 스위칭소자의 접합부 온도를 결정하고, 상기 인버터의 정격온도를 초과하지 않으면서 상기 스위칭소자의 접합부 온도가 최대인 경우의 스위칭 주파수를 상기 최대 스위칭 주파수로 결정할 수 있다.

- [22] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제2결정부는, 상기 설정 스위칭 주파수가 상기 최대 스위칭 주파수보다 작거나 같은 경우에는, 상기 설정 스위칭 주파수를 상기 최종 스위칭 주파수로써 출력할 수 있다.
- [23] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제2결정부는, 상기 설정 스위칭 주파수가 상기 최대 스위칭 주파수보다 큰 경우에는, 상기 최대 스위칭 주파수를 상기 최종 스위칭 주파수로써 출력할 수 있다.
- [24] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제2결정부는, 상기 설정 스위칭 주파수가 상기 최대 스위칭 주파수보다 크고, 현재 스위칭 주파수가 상기 최대 스위칭 주파수보다 작은 경우, 스위칭 주파수를 증가하여 상기 최대 스위칭 주파수를 상기 최종 스위칭 주파수로써 출력할 수 있다.
- [25] 본 발명의 일실시예에서, 상기 제2결정부는, 상기 설정 스위칭 주파수가 상기 최대 스위칭 주파수보다 크고, 현재 스위칭 주파수가 상기 최대 스위칭 주파수보다 큰 경우, 스위칭 주파수를 감소하여 상기 최대 스위칭 주파수를 상기 최종 스위칭 주파수로써 출력할 수 있다.
- [26]
- [27] 또한, 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일실시예의 인버터 제어장치는, 인버터의 출력전류를 이용하여 출력주파수를 결정하는 제1결정부; 상기 인버터의 전압-주파수 관계로부터 출력전압을 결정하는 제2결정부; 전압-주파수 보상관계선으로부터 제1보상전압을 결정하고, 출력전류에 따라 상기 보상전압을 억제한 제2보상전압을 결정하여, 상기 출력전압에 상기 제2보상전압을 반영한 최종 출력전압을 결정하는 제3결정부; 및 상기 출력주파수 및 상기 인버터의 직류전압 및 출력전류의 크기에 따라, 상기 인버터의 스위칭소자에 대한 최대 스위칭 주파수를 결정하고, 상기 최대 스위칭 주파수에 대한 미리 설정된 설정 스위칭 주파수의 크기에 따라 최종 스위칭 주파수를 결정하는 제4결정부를 포함할 수 있다.

[28]

발명의 효과

- [29] 상기와 같은 본 발명은, 인버터 출력주파수에 따라 출력전압에 대한 보상량을 제공함으로써, 출력전류를 일정 범위내로 제한함으로써, 출력주파수가 낮은 상황에서 과전류가 인가되는 경우 스위칭소자의 순간 발열에 의한 인버터의 소손을 방지할 수 있고, 인버터 정격전류 대비 스위칭소자의 정격을 최적화할 수 있으므로, 인버터 제품크기를 최적화하는 효과가 있다.
- [30] 또한, 본 발명은 인버터의 직류전압, 출력주파수 및 출력전류에 따라 스위칭 주파수를 제한함으로써, 스위칭소자의 스위칭 손실을 줄여 스위칭소자의 순간 발열에 의한 인버터의 소손을 방지할 수 있고, 스위칭소자가 소손되지 않는 최적의 스위칭 주파수에서 운전가능하므로, 전동기 소음을 감소하게 하는 효과가 있다.

[31]

도면의 간단한 설명

[32] 도 1은 일반적인 인버터의 구성도이다.

[33] 도 2는 종래의 인버터 시스템의 구성도이다.

[34] 도 3은 종래의 출력전압 보상을 설명하기 위한 예시도이다.

[35] 도 4는 종래의 출력전압 보상을 설명하기 위한 예시도이다.

[36] 도 5는 본 발명의 일실시예의 인버터 제어장치를 설명하기 위한 구성도이다.

[37] 도 6은 전압-주파수 관계를 설명하기 위한 일예시도이다.

[38] 도 7은 본 발명의 일실시예의 인버터 제어부가 출력전압을 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

[39] 도 8은 본 발명의 일실시예의 인버터 제어부가 스위칭 주파수를 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

[40] [부호의 설명]

[41] 10: 출력주파수 제어부 20: 스위칭 주파수 제어부

[42] 30: 출력전압 제어부 40: 출력전압 보상부

[43] 50: PWM 출력부

[44]

발명의 실시를 위한 형태

[45] 본 발명의 구성 및 효과를 충분히 이해하기 위하여, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 설명한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라, 여러가지 형태로 구현될 수 있고 다양한 변경을 가할 수 있다. 단지, 본 실시예에 대한 설명은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위하여 제공되는 것이다. 첨부된 도면에서 구성요소는 설명의 편의를 위하여 그 크기를 실제보다 확대하여 도시한 것이며, 각 구성요소의 비율은 과장되거나 축소될 수 있다.

[46] '제1', '제2' 등의 용어는 다양한 구성요소를 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소는 위 용어에 의해 한정되어서는 안 된다. 위 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리범위를 벗어나지 않으면서 '제1구성요소'는 '제2구성요소'로 명명될 수 있고, 유사하게 '제2구성요소'도 '제1구성요소'로 명명될 수 있다. 또한, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 표현하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 발명의 실시예에서 사용되는 용어는 다르게 정의되지 않는 한, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 통상적으로 알려진 의미로 해석될 수 있다.

[47] 이하에서는, 도 2 내지 도 4를 참조하여, 종래의 인버터 시스템에서의 제어방법에 대해 설명하고, 도 5 내지 도 8을 참조하여 본 발명의 인버터

- 제어장치 및 그 방법에 대해 설명하기로 한다.
- [48] 도 2는 종래의 인버터 시스템의 구성도이다.
- [49] 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예의 인버터 시스템에서, 인버터(100)는 전원(200)으로부터 3상 전원을 입력받아 전동기(300)로 소정의 주파수 및 크기의 전압을 출력하는 것으로서, 정류부(110), 직류전압 검출부(120), 인버터부(130), 및 출력전류 검출부(140)로 구성된다.
- [50] 또한, 도 1의 인버터 시스템은, 인버터(100)를 제어하는 제어부(400)를 포함하며, 제어부(400)는 출력주파수 제어부(410), 스위칭 주파수 제어부(420), 출력전압 제어부(430), 출력전압 보상부(440) 및 펄스폭변조(PWM) 출력부(450)로 구성된다.
- [51] 인버터(100)의 정류부(110)는 3상 전원을 정류하여 직류로 변환하고, 인버터부(130)는 직류전압을 제어부(400)의 제어에 의해 소정 주파수 및 크기의 전압으로 변환하여 출력한다.
- [52] 출력주파수 제어부(410)는 출력전류가 소정 주파수로 출력될 수 있도록 제어하고, 스위칭 주파수 제어부(420)는 인버터부(130)의 스위칭 주파수를 제어하여 PWM 제어가 동작할 수 있도록 한다.
- [53] 출력전압 제어부(430)는 출력주파수 제어부(410)에 의해 결정된 출력주파수에 해당하는 출력전압을 결정하고, 출력전압 보상부(440)는 저속에서 전동기(300)의 기동토크를 확보하기 위해 출력전압 제어부(430)에 의해 결정된 출력전압에 일정량의 보상을 한다.
- [54] 또한, PWM 출력부(450)는 출력주파수 제어부(410)에 의해 결정된 현재 각도, 출력전압 제어부(430) 및 출력전압 보상부(440)에 의해 결정된 출력전압으로 3상의 온오프 상태 및 출력비(duty)를 결정하여 출력한다.
- [55] 도 3은 종래의 인버터 제어방법의 흐름도로서, 인버터 제어부(400)의 동작의 흐름을 나타낸다.
- [56] 즉, 출력주파수 제어부(410)가 출력주파수를 결정하고(S310), 이에 대응하여 출력전압을 결정하고(S320), 출력전압을 보상한다(S330).
- [57] 이후, 출력주파수 제어부(410)에 의해 결정된 출력주파수에 대응하는 현재 각도를 결정하고(S340), 이를 이용하여 3상 PWM 변환을 수행하고(S350), PWM 신호를 출력한다(S360).
- [58] 이후, 인버터 출력주파수가 목표주파수에 도달할 때까지 위의 제어를 수행한다(S370).
- [59] 도 4는 종래의 출력전압 보상을 설명하기 위한 예시도이다.
- [60] 종래의 인버터 시스템에서는, 기저주파수 미만의 주파수에서 일정량의 전압을 보상하여 출력한다. 즉, 출력전압 제어부(430)에 의해 출력주파수에 대응하는 출력전압이 결정되면(4A), 출력전압 보상부(440)가 이를 보상하여 4B와 같은 보상전압을 출력한다. 예를 들어, 4E에 대응하는 출력전압 4C를 출력전압 제어부(430)가 결정하는 경우, 출력전압 보상부(440)는 이를 보상하여 4D의

출력전압을 출력하는 것이다.

- [61] 기저주파수의 출력전압은 출력전압 보상을 적용하지 않은 경우와 동일해짐을 알 수 있다.
- [62] 그런데, 이러한 경우 출력주파수가 낮을수록 원래의 출력전압 제어부(430)에 의해 결정되는 출력전압이 보상되어 매우 큰 전압이 인가되므로 과전류가 발생하며, 이러한 경우, 인버터부(130)의 IGBT 접합부의 순간온도의 최대치가 크게 상승하여, IGBT의 열적 소손을 야기한다.
- [63] 또한, 출력전류의 크기 및 출력주파수와 관계없이 기설정된 스위칭 주파수로 임의의 전압을 출력하므로, 스위칭 주파수가 높은 경우 인버터부(130)의 IGBT 접합부의 순간온도 최대치가 급격히 상승하여 IGBT의 열적소손을 야기한다.
- [64] 일반적으로 인버터부(130)의 암-쇼트(arm-short)를 방지하기 위해, 인버터(100)의 제어기는 어퍼암(upper-arm)과 로워암(lower-arm)에 인가하는 게이트신호를 항상 상보적으로 출력한다. 그러나, IGBT에 소손이 발생되면, 제어기는 어퍼암과 로워암의 게이트신호를 상보적으로 출력하지만, 소손에 의해 실제 게이트 전압이 이와 다르게 모두 턴온 레벨 이상으로 인가될 수 있다. 이 경우 암-쇼트가 발생하고, 순간적으로 과전류가 흐르게 되며, 이에 의해 인버터는 암-쇼트 고장이 발생하게 된다.
- [65] 본 발명은, 위와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 낮은 출력주파수에 의한 높은 출력전류 발생시 또는 높은 스위칭 주파수에서도 인버터부(130)의 스위칭소자의 접합부에서 순간 최대온도를 초과하는 경우에도 스위칭소자의 열적손상을 방지하고 안정적으로 인버터를 제어하기 위한 것이다.
- [66]
- [67] 도 5는 본 발명의 일실시예의 인버터 제어장치를 설명하기 위한 구성도이다.
- [68] 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예의 인버터 제어장치(1)는, 도 2와 같은 인버터 시스템에서 인버터(100)를 제어하기 위한 것으로서, 출력주파수 제어부(10), 스위칭 주파수 제어부(20), 출력전압 제어부(30), 출력전압 보상부(40) 및 펄스폭변조(PWM) 출력부(50)를 포함할 수 있다.
- [69] 본 발명의 일실시예의 출력주파수 제어부(10)는, 인버터(100)의 출력전류를 이용하여 출력주파수를 결정할 수 있다. 출력전류를 이용하여 출력주파수를 결정하는 방식에 대해서는, 본 발명이 속하는 기술분야에서 널리 알려진 바와 같으므로, 그 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [70] 출력전압 제어부(30)는 전압/주파수 관계로부터 출력전압을 결정할 수 있다. 도 6은 전압-주파수 관계를 설명하기 위한 일예시도이다.
- [71] 도면에 도시된 바와 같이, 출력주파수 제어부(10)에 의해 출력주파수가 6A로 결정되면, 출력전압 제어부(30)는 전압-주파수 관계선(4A)으로부터 출력전압을 6B로 결정할 수 있다.
- [72] 출력전압 보상부(40)는 현재 출력주파수를 기반으로 전압보상 억제 기준전류와 전압보상 회복 기준전류를 결정하여, 현재 출력전류가 억제

기준전류를 초과하는 경우 억제비율을 점증하여 보상량을 절감하고, 현재 출력전류가 회복 기준전류 미만인 경우 억제비율을 점감하여 보상량을 점증시킬 수 있다. 이를 도면을 참조로 설명하기로 한다.

- [73] 도 7은 본 발명의 일실시예의 인버터 제어부가 출력전압을 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [74] 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예의 방법은, 출력전압 제어부(30)가 출력주파수(6A)에 대응하는 출력전압(6B)을 결정하면, 출력전압 보상부(40)는 전압-주파수 보상관계선(4B)으로부터 보상전압(6C)을 결정할 수 있다(S11).
- [75] 이후, 출력전압 보상부(40)는 전압보상을 위한 억제 기준전류 및 회복 기준전류를 결정할 수 있다(S12).
- [76] 이때 억제 기준전류 및 회복 기준전류는 출력주파수에 따라 결정되는 것으로서, 인버터(100)의 정격전류를 기준으로 결정될 수 있다. 다음의 표 1은 전압보상을 위한 억제 기준전류와 회복 기준전류의 일예이다. 예를 들어, 출력주파수가 1Hz인 경우 억제 기준전류는 인버터 정격전류의 150%로 결정될 수 있고, 회복 기준전류는 인버터 정격전류의 120%로 결정될 수 있을 것이다.

[77] [표1]

출력주파수	~1Hz	1~5Hz	5~60Hz
억제 기준전류	150%	150~180%	180%
회복 기준전류	120%	120~150%	150%

- [78] 이와 같은 억제/회복 기준전류의 예시는 오프라인으로 획득한 스위칭소자의 접합부의 온도 시뮬레이션 데이터에 의해서 결정되어 미리 인버터 제어부(1)의 저장부(도시되지 않음)에 저장될 수도 있고, 출력전압 보상부(40)가 스위칭소자의 스위칭/컨덕션 손실에 의한 발열량을 계산하여 결정할 수도 있다. 도 7에서, 출력전압 보상부(40)는, 인버터의 출력전류가 억제 기준전류를 초과하는 경우에는 억제비율을 증가하고(S15), 억제비율에 따라 최종 출력전압을 결정하여(S17) PWM 출력부(50)에 제공할 수 있다.
- [79] S13에서 출력전류가 억제 기준전류를 초과하지 않는 경우, 출력전류가 회복 기준전류 미만인지 확인할 수 있다(S14). S14에서 출력전류가 회복 기준전류 미만인 경우에는 억제비율을 감소하고(S16), 억제비율에 따라 최종 출력전압을 결정하여(S17) PWM 출력부(50)에 제공할 수 있다.
- [80] S14에서 출력전류가 회복 기준전류 미만이 아닌 경우, S11에서 결정한 보상전압을 최종 출력전압으로 결정하여 PWM 출력부(50)에 제공할 수 있을 것이다.
- [81] 이때, 출력전압 보상부(40)가 결정하는 최종 출력전압은 다음 수학적식에 의해 결정될 수 있다.

- [82] [수학식 1]
- [83] $V_{\text{boostSupp}} = V_{\text{boost}} \times \alpha_{\text{supp}}$
- [84] [수학식 2]
- [85] $V_{\text{out}} = V_{\text{freq}} - V_{\text{boostSupp}}$
- [86] 이때 V_{freq} 는 현재의 출력주파수에 의해 결정되는 출력전압으로서, 도 6의 일예에서 6B에 해당한다. $V_{\text{boostSupp}}$ 는 출력전류에 따라 억제되는 전압보상량이고, V_{out} 은 출력전압이다. 또한, V_{boost} 는 전압보상을 억제하기 이전의 보상량으로서, 전압-주파수 보상관계선(4B)에 의해 결정되는 6C에 해당하는 것이다. 또한, α_{supp} 는 현재 출력전류에 따라 결정되는 억제비율이다.
- [87] 도 6에서, 6A에 해당하는 출력주파수에서, 출력전압 제어부(30)는 전압-주파수 관계선(4A)에 의해 6A를 출력전압 V_{freq} 로 출력하고, 출력전압 보상부(40)는 6C인 보상전압 V_{boost} 에 억제비율 α_{supp} 를 곱하여 $V_{\text{boostSupp}}$ 를 결정하며, 이로부터 출력전압 V_{out} 을 예를 들어 6D로 결정하여 출력할 수 있다.
- [88] 이때 억제비율 α_{supp} 은 인버터의 설계단계에서 미리 결정되어 저장될 수 있으며, 이는 인버터의 용량, 정격전류 등 다양한 파라미터를 기준으로 하여 결정될 수 있을 것이다. 이와 같이 결정된 억제비율은 인버터의 저장부(도시되지 않음)에 저장될 수 있다.
- [89] 본 발명의 일실시예에서, 출력전압 보상부(40)의 보상전압 계산은 주기적으로 수행될 수 있다. 즉, 주기마다 인버터(100)의 출력전류를 측정하여, 이를 기준으로 보상전압을 계산할 수 있을 것이다.
- [90] 한편, 스위칭 주파수 제어부(20)는, 출력주파수와 출력전류의 크기에 따라, 인버터부(130)의 스위칭소자가 소손되지 않는 최대 스위칭 주파수를 결정할 수 있다. 이러한 스위칭 주파수는 스위칭소자의 시플레이션 데이터를 이용하여 오프라인으로 결정할 수도 있고, 또는, 직류전압, 출력전류, 출력주파수, 및 스위칭소자의 열저항 등을 이용하여 실시간으로 결정할 수도 있다.
- [91] 즉, 직류전압, 출력주파수 및 출력전류를 이용하는 경우, 스위칭소자의 접합부 온도를 확인할 수 있으며, 이는 알려진 수식을 통해 확인가능하다. 따라서, 정격온도를 초과하지 않으면서 접합부 온도가 최대인 경우의 스위칭 주파수를 '최대 스위칭 주파수'로 결정할 수 있을 것이다.
- [92] 스위칭 주파수 제어부(20)는 사용자에게 의해 설정된 스위칭 주파수가 위에서 결정된 최대 스위칭 주파수보다 작은 경우 사용자에게 의해 설정된 스위칭 주파수를 PWM 출력부(50)로 제공하고, 최대 스위칭 주파수보다 큰 경우 최대 스위칭 주파수를 PWM 출력부(50)로 제공할 수 있다.
- [93] 도 8은 본 발명의 일실시예의 인버터 제어부가 스위칭 주파수를 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [94] 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예의 방법에서, 스위칭 주파수 제어부(20)는 직류전압, 출력주파수 및 출력전류로부터 스위칭소자의 접합부 온도에 따라 결정되는 최대 스위칭 주파수를 결정할 수 있다(S21).

- [95] 이후, 스위칭 주파수 제어부(20)는 사용자가 인버터 동작을 원하는 설정 스위칭 주파수가 최대 스위칭 주파수보다 크지 않은 경우에는(S22), 스위칭 주파수를 설정 스위칭 주파수로 PWM 출력부(50)로 제공할 수 있을 것이다(S23).
- [96] 이때 설정 스위칭 주파수는, 인버터(100)에 제공되는 휴먼-머신 인터페이스(HMI) 등과 같은 인터페이스를 통해 입력가능하다 할 것이다.
- [97] 또는 스위칭 주파수 제어부(20)는 S22에서 설정 스위칭 주파수가 최대 스위칭 주파수보다 큰 경우에는, 현재 스위칭 주파수가 최대 스위칭 주파수보다 작은지 확인할 수 있다(S24).
- [98] S24에서, 현재 스위칭 주파수가 최대 스위칭 주파수보다 작은 경우에는, 스위칭 주파수를 증가하여(S25) 최대 스위칭 주파수를 PWM 출력부(50)로 제공할 수 있고, 현재 스위칭 주파수가 최대 스위칭 주파수보다 큰 경우에는 스위칭 주파수를 감소하여(S26), 최대 스위칭 주파수를 PWM 출력부(50)에 제공할 수 있을 것이다.
- [99] 즉, 본 발명의 일실시예의 스위칭 주파수 제어부(20)는, 설정 스위칭 주파수가 최대 스위칭 주파수보다 작은 경우 설정 스위칭 주파수를 최종 출력으로 PWM 출력부(50)에 제공하고, 설정 스위칭 주파수가 최대 스위칭 주파수보다 큰 경우에는 최대 스위칭 주파수를 최종 출력으로 PWM 출력부(50)에 제공할 수 있다.
- [100] 이에 의해, 출력주파수에 비례하여 최대 스위칭 주파수가 증가할 수 있으며, 출력주파수가 감소하는 경우 최대 스위칭 주파수는 낮아질 수 있다. 따라서, 인버터가 정지상태에서 가속하는 경우 스위칭 주파수는 사용자가 설정한 설정 스위칭 주파수까지 상승할 수 있고, 정속상태에서 감속하는 경우 사용자가 기 설정한 설정 스위칭 주파수에서 최대 스위칭 주파수까지 감소할 수 있다.
- [101] PWM 출력부(50)는 출력주파수 제어부(10)에 의해 결정된 주파수에 대응하는 현재 각도, 출력전압 보상부(40)로부터 출력되는 출력전압을 이용하여 인버터부(130)의 스위칭소자의 스위칭상태 및 출력비를 결정하여 인버터부(130)로 출력할 수 있다.
- [102]
- [103] 본 발명의 일실시예에 의하면, 출력전압 보상부가 출력주파수에 따라 출력전압에 대한 보상량을 제공함으로써, 출력전류를 일정 범위내로 제한할 수 있다. 이에 의해 출력주파수가 낮은 상황에서 과전류가 인가되는 경우 스위칭소자의 순간 발열에 의한 인버터의 소손을 방지할 수 있고, 인버터 정격전류 대비 스위칭소자의 정격을 최적화할 수 있으므로, 인버터 제품크기를 최적화할 수 있다.
- [104] 또한, 본 발명의 일실시예에 의하면, 인버터의 직류전압, 출력주파수 및 출력전류에 따라 스위칭 주파수를 제한할 수 있으며, 이에 의해, 스위칭소자의 스위칭 손실을 줄여 스위칭소자의 순간 발열에 의한 인버터의 소손을 방지할 수 있고, 스위칭소자가 소손되지 않는 최적의 스위칭 주파수에서 운전가능하므로,

전동기 소음을 감소시킬 수 있다.

- [105] 이상에서 본 발명에 따른 실시예들이 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 범위의 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 다음의 청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

[106]

산업상 이용가능성

- [107] 본 발명은 인버터 제어장치에 관한 것으로, 인버터 스위칭소자의 열적손상을 방지하는 인버터 제어장치에 관한 것이므로 산업상 이용가능성이 있다.

청구범위

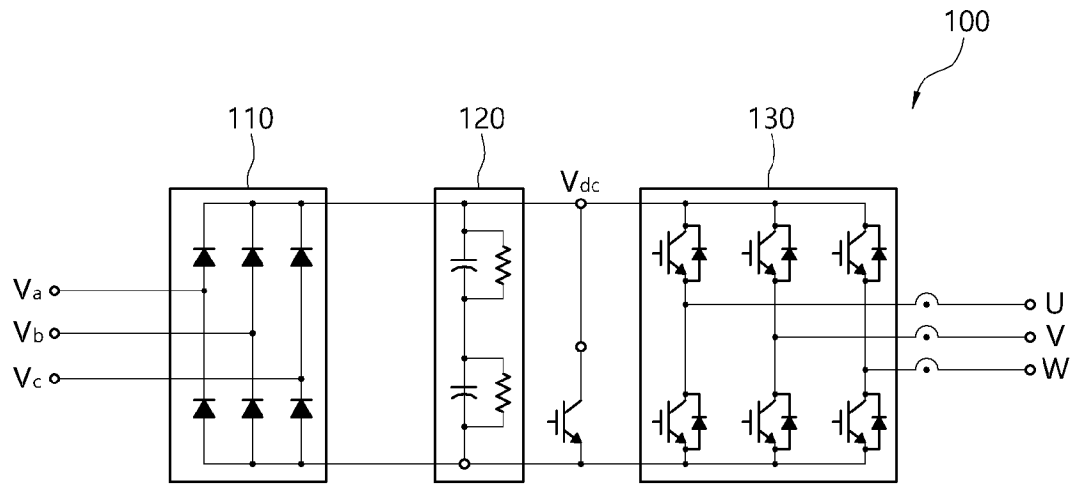
- [청구항 1] 인버터의 출력전류를 이용하여 출력주파수를 결정하는 제1결정부; 상기 인버터의 전압-주파수 관계로부터 출력전압을 결정하는 제2결정부; 및 전압-주파수 보상관계선으로부터 제1보상전압을 결정하고, 출력전류에 따라 상기 보상전압을 억제한 제2보상전압을 결정하여, 상기 출력전압에 상기 제2보상전압을 반영한 최종 출력전압을 결정하는 제3결정부를 포함하는 인버터 제어장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 제3결정부는, 상기 출력주파수를 이용하여 전압보상을 위한 제1기준전류와 상기 제1기준전류보다 작은 제2기준전류를 결정하고, 상기 제1기준전류 및 제2기준전류에 대한 현재 출력전류의 크기에 따라 상기 최종 출력전압을 결정하는 인버터 제어장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 제3결정부는, 상기 출력주파수에 따라 상기 인버터의 정격전류를 기준으로 상기 제1 및 제2기준전류를 결정하는 인버터 제어장치.
- [청구항 4] 제2항에 있어서, 상기 제3결정부는, 출력전류가 상기 제1기준전류를 초과하는 경우 억제비율을 증가하여, 상기 억제비율에 따라 상기 최종 출력전압을 결정하는 인버터 제어장치.
- [청구항 5] 제2항에 있어서, 상기 제3결정부는, 출력전류가 상기 제2기준전류 미만인 경우 억제비율을 감소하여, 상기 억제비율에 따라 상기 최종 출력전압을 결정하는 인버터 제어장치.
- [청구항 6] 제2항에 있어서, 상기 제3결정부는, 아래 수학적식에 의해 상기 최종 출력전압을 결정하는 인버터 제어장치.

$$V_{out} = V_{freq} - V_{boostSupp}$$
(이때 V_{out} 은 상기 최종 출력전압이고, V_{freq} 은 상기 출력전압이고, $V_{boostSupp} = V_{boost} \times \alpha_{supp}$ 임. 또한, V_{boost} 은 상기 제1보상전압이고, $V_{boostSupp}$ 는 상기 제2보상전압이고, α_{supp} 는 상기 억제비율임)
- [청구항 7] 인버터의 출력전류를 이용하여 출력주파수를 결정하는 제1결정부; 및 상기 출력주파수 및 상기 인버터의 직류전압 및 출력전류의 크기에 따라, 상기 인버터의 스위칭소자에 대한 최대 스위칭 주파수를 결정하고, 상기 최대 스위칭 주파수에 대한 미리 설정된 설정 스위칭 주파수의 크기에 따라 최종 스위칭 주파수를 결정하는 제2결정부를 포함하는 인버터 제어장치.
- [청구항 8] 제7항에 있어서, 상기 제2결정부는, 상기 직류전압, 출력주파수 및 출력전류로부터 상기 스위칭소자의 접합부 온도를 결정하고, 상기 인버터의 정격온도를 초과하지 않으면서

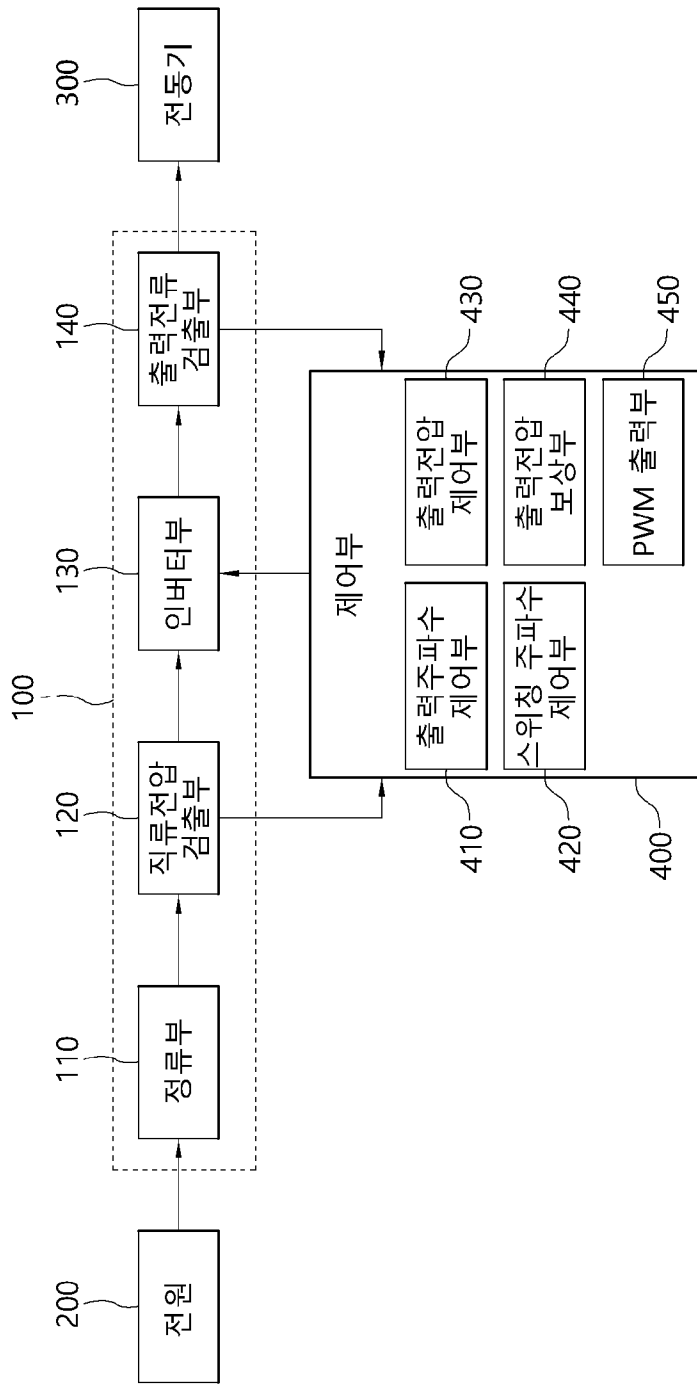
상기 스위칭소자의 접합부 온도가 최대인 경우의 스위칭 주파수를 상기 최대 스위칭 주파수로 결정하는 인버터 제어장치.

- [청구항 9] 제7항에 있어서, 상기 제2결정부는, 상기 설정 스위칭 주파수가 상기 최대 스위칭 주파수보다 작거나 같은 경우에는, 상기 설정 스위칭 주파수를 상기 최종 스위칭 주파수으로써 출력하는 인버터 제어장치.
- [청구항 10] 제7항에 있어서, 상기 제2결정부는, 상기 설정 스위칭 주파수가 상기 최대 스위칭 주파수보다 큰 경우에는, 상기 최대 스위칭 주파수를 상기 최종 스위칭 주파수으로써 출력하는 인버터 제어장치.
- [청구항 11] 제7항에 있어서, 상기 제2결정부는, 상기 설정 스위칭 주파수가 상기 최대 스위칭 주파수보다 크고, 현재 스위칭 주파수가 상기 최대 스위칭 주파수보다 작은 경우, 스위칭 주파수를 증가하여 상기 최대 스위칭 주파수를 상기 최종 스위칭 주파수으로써 출력하는 인버터 제어장치.
- [청구항 12] 제7항에 있어서, 상기 제2결정부는, 상기 설정 스위칭 주파수가 상기 최대 스위칭 주파수보다 크고, 현재 스위칭 주파수가 상기 최대 스위칭 주파수보다 큰 경우, 스위칭 주파수를 감소하여 상기 최대 스위칭 주파수를 상기 최종 스위칭 주파수으로써 출력하는 인버터 제어장치.
- [청구항 13] 인버터의 출력전류를 이용하여 출력주파수를 결정하는 제1결정부; 상기 인버터의 전압-주파수 관계로부터 출력전압을 결정하는 제2결정부; 전압-주파수 보상관계선으로부터 제1보상전압을 결정하고, 출력전류에 따라 상기 보상전압을 억제한 제2보상전압을 결정하여, 상기 출력전압에 상기 제2보상전압을 반영한 최종 출력전압을 결정하는 제3결정부; 및 상기 출력주파수 및 상기 인버터의 직류전압 및 출력전류의 크기에 따라, 상기 인버터의 스위칭소자에 대한 최대 스위칭 주파수를 결정하고, 상기 최대 스위칭 주파수에 대한 미리 설정된 설정 스위칭 주파수의 크기에 따라 최종 스위칭 주파수를 결정하는 제4결정부를 포함하는 인버터 제어장치.

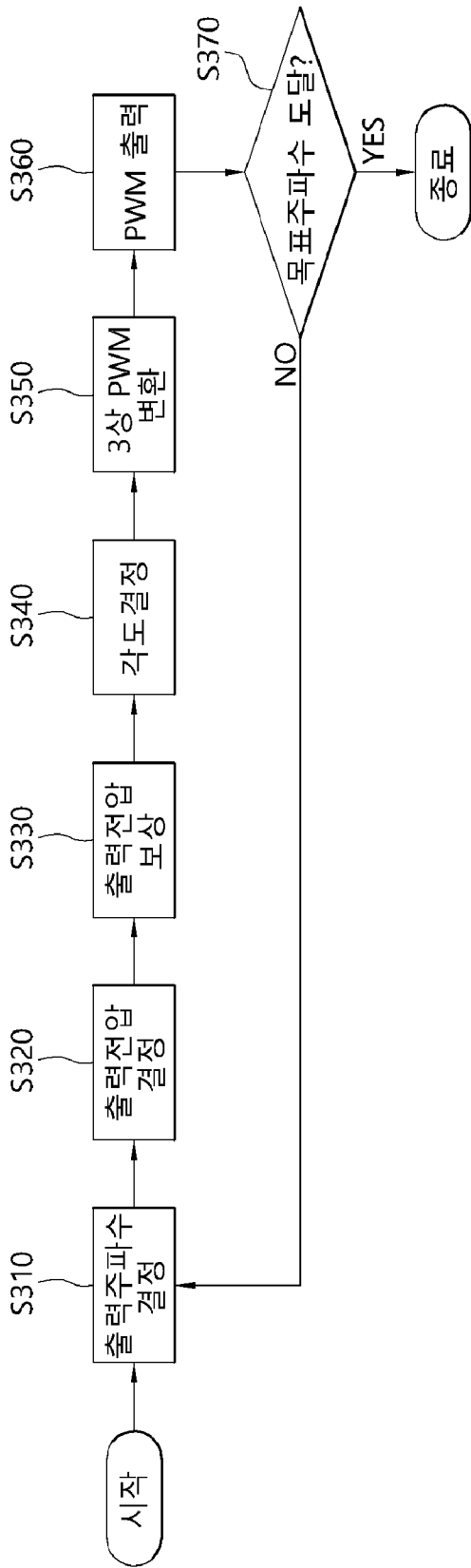
[도 1]



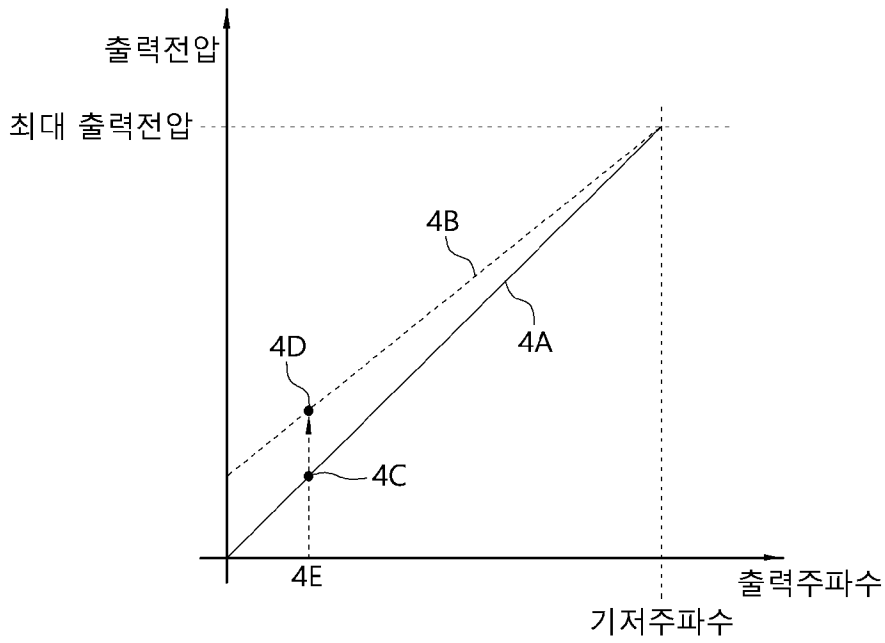
[도2]



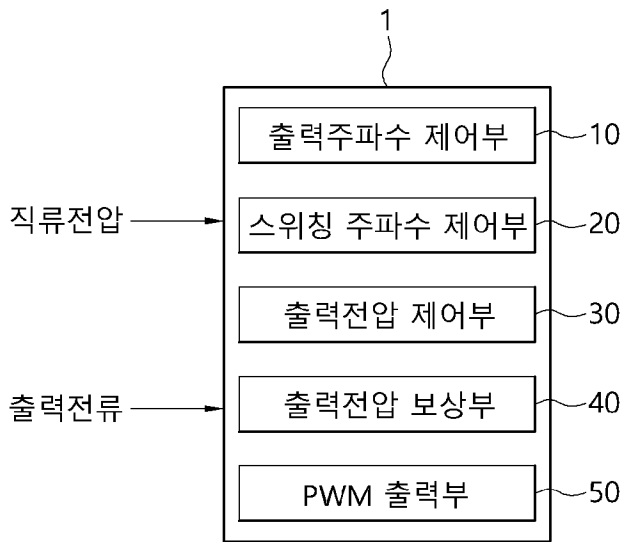
[도 3]



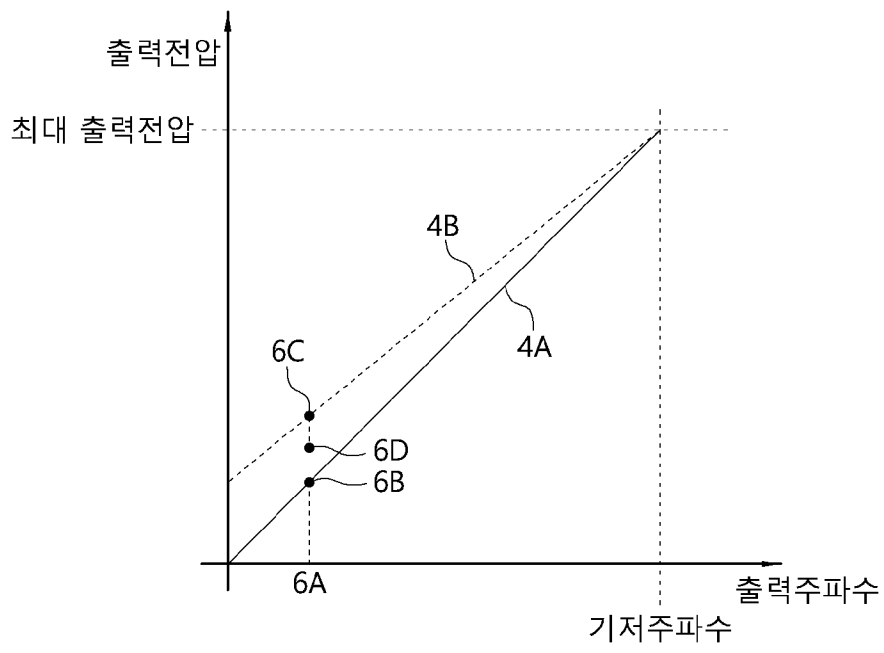
[도4]



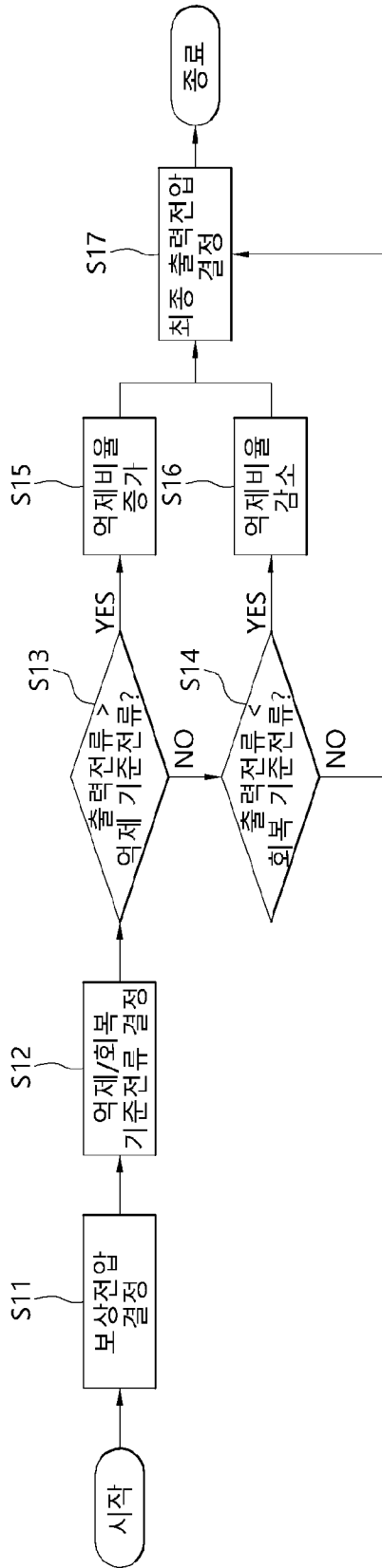
[도5]



[도6]



[도7]



[도 8]

