



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월13일
(11) 등록번호 10-1922162
(24) 등록일자 2018년11월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B66F 9/24 (2006.01) H02P 29/00 (2016.01)
(52) CPC특허분류
B66F 9/24 (2013.01)
H02P 29/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0042568
(22) 출원일자 2018년04월12일
심사청구일자 2018년04월12일
(56) 선행기술조사문헌
JP2017095192 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
세원셀론텍(주)
서울특별시 영등포구 의사당대로 83, 한국에이치
피빌딩 (여의도동)
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
한성민
경남 창원시 성산구 원이대로 449노블파크A
127-1502
안경관
울산시 남구 문수로 410번길 10
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정병홍

전체 청구항 수 : 총 1 항

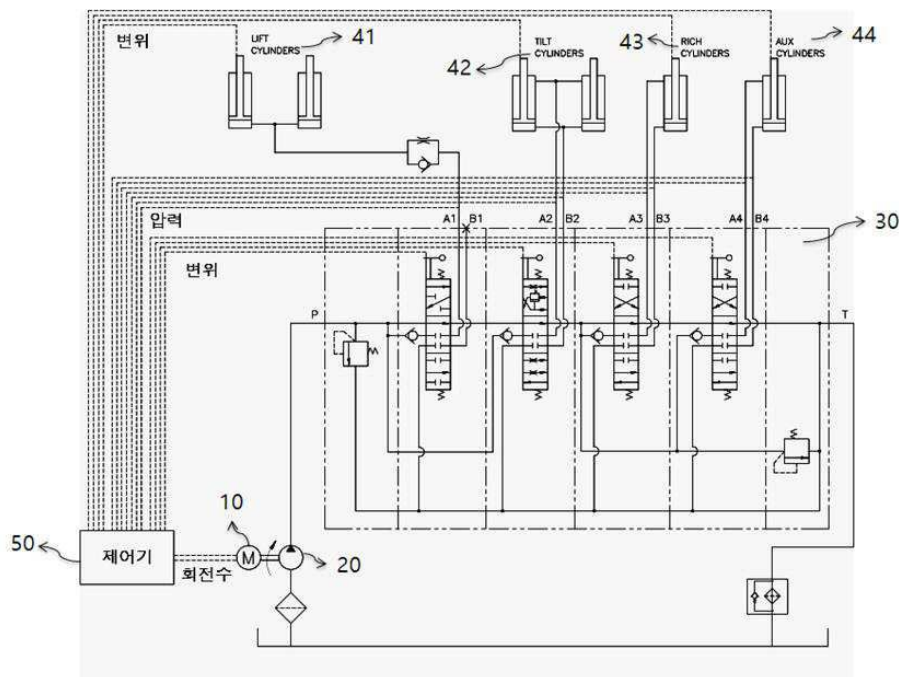
심사관 : 한성호

(54) 발명의 명칭 서보 모터를 적용한 지게차 에너지 절감 장치

(57) 요약

본 발명은 배터리, 모터, 유압펌프, 유압 제어 밸브팩, 리프트 실린더, 발전기를 포함하는 전기 기계차에 있어서, 상기 모터는 부하에 따른 속도 제어를 적용한 서보 모터(10)이고, 상기 서보 모터 및 상기 리프트 실린더와 연결되는 제어기(50)를 포함하며, 상기 제어기(50)는, 틸트 실린더(42), 리치 실린더(43), 예비 실린더(44)
(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



및 상기 유압 제어 밸브팩(30)과 연결되고, 상기 제어기(50)는, 상기 서보 모터(10), 리프트 실린더(41), 틸트 실린더(42), 리치 실린더(43), 예비 실린더(44) 및 유압 제어 밸브팩(30)과 연결되고, 상기 제어기(50)는, 상기 서보 모터(10), 리프트 실린더(41), 틸트 실린더(42), 리치 실린더(43) 및 예비 실린더(44)에서 입력된 각 실린더의 변위와 상기 각 실린더 내의 압력을 입력받아 상기 서보 모터(10)의 회전수를 제어하되, 상기 제어기는 리프트 상승 시 상기 서보 모터에 인가되는 전압을 조절하여 상기 서보 모터의 회전수를 제어하는 서보 모터를 적용한 지게차 에너지 절감 장치에 관한 기술을 개시한다.

(72) 발명자

신정우

경남 창원시 성산구 상남동 원이대로 774 성원아파트 206동 1202호

하태욱

경기도 수원시 권선구 매곡로 43

유충목

경남 창원시 마산 합포구 월영마을로 29동아아파트 207-1301

정은진

울산광역시 중구 남외로 88 (남외동)

김지웅

부산광역시 남구 대연3동 반도보라맨션 6동 501호

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140048674 A*

KR1020050066004 A*

JP06087389 U

JP2005053693 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20172020108920

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 산업기술혁신사업/에너지기술개발사업

연구과제명 1.5~3Ton급 전동지게차의 에너지 효율 7% 증가를 위한 16kw급 PAM 모터와 LIFT 회생 시스템 응용 기술개발

기 여 율 100 / 100

주관기관 세원셀론텍(주)유압공장

연구기간 2017.05.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

배터리, 모터, 유압펌프, 유압 제어 밸브팩, 리프트 실린더, 발전기를 포함하는 전기 지게차에 있어서,
상기 모터는 부하에 따른 속도 제어를 적용한 서보 모터(10)이고,
상기 서보 모터 및 상기 리프트 실린더와 연결되는 제어기(50)를 포함하며,
상기 제어기(50)는, 틸트 실린더(42), 리치 실린더(43), 예비 실린더(44) 및 상기 유압 제어 밸브팩(30)과 연결되고,
상기 제어기(50)는, 상기 서보 모터(10), 리프트 실린더(41), 틸트 실린더(42), 리치 실린더(43) 및 예비 실린더(44)에서 입력된 각 실린더의 변위와 상기 각 실린더 내의 압력을 입력받아 상기 서보 모터(10)의 회전수를 제어하되,
상기 제어기는 리프트 상승 시 하기 식에 따라 상기 서보 모터에 인가되는 전압을 조절하여 상기 서보 모터의 회전수를 제어하는 것을 특징으로 하는 서보 모터를 적용한 지게차 에너지 절감 장치.

$$\begin{cases} \text{회전속도 유지,} & (\text{if } |e| < \Delta v_{set}) \\ V(k) = V(k-1) + k_p \times e, & (\text{if } e > \Delta v_{set}) \\ V(k) = V(k-1) - k_p \times e, & (\text{if } e < -\Delta v_{set}) \end{cases}$$

$$e = v_{ref} - v$$

단, a 는 레버 조작량, v_{ref} 는 설정 실린더 상승속도, Δv_{set} 은 오차의 허용범위, v 는 실제 실린더 상승속도, V 는 서보 모터에 인가되는 전압, k_i 는 비례 상수.

청구항 2

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배터리, 모터, 유압펌프, 밸브팩, 리프트 실린더, 발전기를 포함하는 전기 지게차에 있어서, 부하에 따른 서보 모터의 속도 제어를 적용한 지게차 에너지 절감 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 발명은 부하에 따른 서보 모터의 속도 제어를 적용한 지게차 에너지 절감 장치 관한 것이다.

[0003] 현재 세계적으로 환경오염 문제가 대두되고, 환경 규제가 강화됨에 따라 전기 지게차의 사용은 빠르게 확산되고 있다. 2014년 세계 지게차 시장의 절반 이상을 전기 지게차가 차지했으며, 2021년에는 64.4%의 시장점유율을 보일 것으로 전망된다.

[0004] 하지만, 개발 신흥국의 경우 강화된 환경규제 속에서도 전기 지게차보다 내연기관 지게차를 더 선호하는 데, 이는 전기 지게차의 효율 및 배터리 사용시간이 내연기관 지게차보다 떨어지기 때문이다.

[0005] 이에 따라, 배터리의 효율을 높이기 위하여 기존의 납-산 배터리에서 리튬-이온 배터리를 적용하거나, 수소 저장 시스템을 개발하는 등의 연구가 이루어지고 있으나 기존 시스템의 효율을 높여 전력 소비를 줄이는 방법에

대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허번호 : 제10-0740203호
 (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허번호 : 제10-1023383호
 (특허문헌 0003) 대한민국 등록특허번호 : 제10-0450423호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하는 것을 목적으로 한다.
- [0009] 구체적으로, 본 발명의 목적은 부하에 따른 속도 제어를 적용한 서보 모터를 적용한 지게차 에너지 절감장치를 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 다른 서보 모터를 적용한 지게차 에너지 절감 장치는, 상기 모터는 부하에 따른 속도 제어를 적용한 서보 모터이고, 상기 서보 모터 및 상기 리프트 실린더와 연결되는 제어기를 포함하며, 상기 제어기는 리프트 상승 시 하기 식에 따라 상기 서보 모터에 인가되는 전압을 조절하여 상기 서보 모터의 회전수를 제어하는 것을 특징으로 한다.

$$\begin{cases} \text{회전속도 유지,} & (\text{if } |e| < \Delta v_{set}) \\ V(k) = V(k-1) + k_p \times e, & (\text{if } e > \Delta v_{set}) \\ V(k) = V(k-1) - k_p \times e, & (\text{if } e < -\Delta v_{set}) \end{cases}$$

$$e = v_{ref} - v$$

단, a 는 레버 조작량, v_{ref} 는 설정 실린더 상승속도, Δv_{set} 은 오차의 허용범위, v 는 실제 실린더 상승속도, V 는 서보 모터에 인가되는 전압, k_i 는 비례 상수.

- [0013] 삭제

발명의 효과

- [0015] 이상과 같이 본 발명은 부하에 따른 속도 제어를 적용한 서보모터를 적용한 지게차 에너지 절감 장치를 제공하는 효과가 있다.
- [0016] 본 발명의 기술적 효과들은 이상에서 언급한 기술적 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 효과들은 청구범위의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 서보 모터를 적용한 지게차 에너지 절감 장치를 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 모터 회전수 제어를 통한 에너지 절감 흐름도이다.

도 3은 레버조작량에 따른 지게차 장치의 흐름을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에서 조이스틱조작량과 서보모터 회전수의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시 예에서 PAM모터를 나타낸 도면이다.

도 6은 축방향 길이에 따른 토크를 나타내는 도면이다.

도 7은 재질에 따른 철손을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 PAM모터의 기존의 영구자석형 동기전동기와 토크사양을 비교한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 참고로, 본 발명을 설명하는 데 참조하는 도면에 도시된 구성요소의 크기, 선의 두께 등은 이해의 편의상 다소 과장되게 표현되어 있을 수 있다. 또, 본 발명의 설명에 사용되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의한 것이므로 사용자, 운용자 의도, 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 이 용어에 대한 정의는 본 명세서의 전반에 걸친 내용을 토대로 내리는 것이 마땅하겠다.
- [0020] 또한, 본 발명의 목적이 구체적으로 실현될 수 있는 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하지만, 이는 본 발명의 더욱 용이한 이해를 위한 것으로, 본 발명의 범주가 그것에 의해 한정되는 것은 아니다. 아울러, 본 발명의 실시 예를 설명함에 있어서, 동일 구성에 대해서는 동일 명칭 및 동일 부호가 사용되며 이에 따른 부가적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0021] 본 발명의 각 구성 단계에 대한 상세한 설명에 앞서, 본 명세서 및 청구 범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 안 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위하여 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 따라 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서, 본 명세서에 기재된 실시 예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시 예에 불과하며 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원 시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0022] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.
- [0023] 기존 전동식 지게차의 경우 'Lift'에 작용하는 부하 크기에 상관없이 사용자가 조작하는 레버에서 전달되는 신호에 따라 전기모터가 일정속도로 회전하는 반면, 본 발명의 경우, 'Lift'에 작용하는 부하 크기에 따라 최적의 속도로 제어한다. 이때 전기모터 회전 속도를 제어하기 위한 제어입력신호는 리프트 실린더의 변위, 리프트 실린더 내의 압력으로 이루어진다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 서보 모터를 적용한 지게차 에너지 절감 장치를 나타내는 도면이다.
- [0025] 도 1을 참조하면 본 발명의 일 실시 예에 따른 서보 모터를 적용한 지게차 에너지 절감장치는 서보 모터(10), 유압 펌프(20), 유압 제어 밸브팩(30), 리프트 실린더(41), 틸트 실린더(42), 리치 실린더(43), 예비 실린더(44 : AUX Cylinder), 제어기(50)를 가진다.
- [0026] 제어기(50)는 서보 모터(10), 리프트 실린더(41), 틸트 실린더(42), 리치 실린더(43), 예비 실린더(44), 유압 제어 밸브팩(30)과 연결된다.
- [0027] 제어기(50)는 서보 모터(10), 리프트 실린더(41), 틸트 실린더(42), 리치 실린더(43), 예비 실린더(44)에서 입력된 각 실린더의 변위, 각 실린더 내의 압력을 입력받아 서보 모터(10)의 회전수를 제어한다.
- [0028] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 모터 회전수 제어를 통한 에너지 절감 흐름도이다.
- [0029] 도 2의 MCV 제어밸브는 도 1의 유압 제어 밸브(30)를 의미한다. α 는 조이스틱 조작량이다.
- [0030] 도 3은 레버조작량에 따른 지게차 장치의 흐름을 나타낸 도면이다.

[0031] 도 2 내지 도 3을 참조하여 작동원리를 상세히 설명해보겠다.

[0032] 여기서 α 는 MCV 레버 조작량이다. 자세한건 다음 표에서 설명된다. 각각의 리프트(Lift), 틸트(Tilt), 리치(Rich), 예비(Aux) 실린더에서 설정되는 상승 속도인 v_{ref} 는 MCV 레버 조작량에 비례하여 결정되어지며, $v_{ref} = f(\alpha)$, $\alpha \geq 0$ 을 만족한다.

[0033] $e = v_{ref} - v$, v 는 실린더 상승속도, v_{ref} 는 설정 실린더 상승속도이다. Δv_{set} 은 오차의 허용범위이다. V 는 모터에 인가되는 전압이며, k_p 는 비례상수이다.

[0034] (1) 리프트 상승시

[0035] 모터구동 속도조정은 다음과 같이 이루어진다.

표 1

[0036] 1. $ e < \Delta v_{set}$	모터 회전속도가 유지된다.
2. 모터구동 속도 증가 $e > \Delta v_{set}$	실제 실린더 상승속도가 설정된 실린더 상승속도보다 작기 때문에 PAM 모터구동속도를 증가하여 오차의 범위내에 들도록 한다. 모터에 인가되는 전압은 다음과 같다. $V(k) = V(k-1) + k_p \times e$
3. 모터구동 속도 감소 $e < -\Delta v_{set}$	설정된 실린더의 상승속도가 실제 실린더 상승속도보다 작기 때문에 PAM 모터구동속도를 감소하여 오차의 범위내에 들도록 한다. 모터에 인가되는 전압은 다음과 같다. $V(k) = V(k-1) - k_p \times e$

[0037] (2) 리프트 하강시

[0038] 리프트 하강시에는 MCV 제어밸브 B만 개방하여 실린더를 작동한다.

[0039] 인가되는 전압이 작을 경우, 모터회전수도 낮은 속도로 회전한다. 전압이 클 경우, 모터회전수는 증가한다.

[0040] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에서 조이스틱조작량과 서보모터 회전수의 관계를 나타내는 그래프이다.

[0041] 도 4를 참조하면 조이스틱 조작량이 작을 경우 서보 모터회전수도 낮은 속도로 회전하고, 조이스틱 조작량이 클 경우 서보 모터회전수는 증가한다.

[0042] 본 발명의 다른 실시 예에서 지게차 에너지 절감 장치는 PAM모터를 이용하여 에너지를 절감한다.

[0043] PAM(Permanent-magnet Axial-Flux Motor) 모터는 코일이 축 방향 기준 수직으로 감겨있는 AFPM(Axial-Flux type Permanent Magnet) 모터에 속한다. 도 5는 기존 AFPM 모터와 본 발명의 일 실시 예에 따른 PAM 모터의 개념도이다.

[0044] 도 5의 (a)는 기존의 AFPM모터의 개념도이다. 도 5의 (b)는 AFPM 모터의 기본 형상에, 동일한 형상의 회전자 및 고정자를 축방향으로 직렬 연결한 것으로, 출력 토크는 기존의 2배가 된다. 따라서 도 5의 (c)와 같이 크기가 기존 AFPM 모터 대비 1/2 수준으로 축소되어도 같은 출력 토크를 얻을 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 PAM 모터를 적용한 지게차 에너지 절감 장치는 도 5에 도시된 바와 같이 회전축, 상기 회전축과 결합되어 회전 가능하게 설치되고 자석이 배열 설치되는 회전자, 모터 하우징에 고정 설치되며 코일이 감겨있는 고정자를 포함하는 AFPM 모터 두 개가 축 방향으로 직렬 연결된 PAM 모터를 적용한다.

[0045] 도 6은 축 방향 길이에 따른 토크를 나타내는 그래프이다. 기존의 래디얼 모터(Radial Motor)는 고정자와 회전자 사이의 흡인력의 방향이 모터 축을 기준으로 원주 방향(Radial)인 것에 비해 본 발명의 일 실시 예에 따른 PAM(Permanent-magnet Axial-Flux Motor) 모터는 흡인력의 방향이 축 방향이므로, 도 6에 도시된 바와 같이 기존의 래디얼 모터에 비해 쉽게 토크를 증가시킬 수 있으며, 저속에서도 큰 토크를 가진다. 지게차나 콤팩트와 같은 특수 목적의 산업용 차량의 경우, 주행이 주목적이 아니고 저속에서도 높은 토크 특성을 요구하기 때문에 본 발명의 일 실시 예에 따른 Axial 타입의 PAM 모터가 적합하다.

[0046] 도 7은 재질에 따른 철손을 나타내는데, 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 PAM 모터는 비결정질 금

속에 코일을 감아 사용하므로 적층된 철을 이용한 모터에 비해 철손이 줄어들고, 이에 따라 전기 모터의 효율을 높일 수 있다.

[0047] 도 8은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 PAM 모터와 기존의 영구자석형 동기전동기(PMSM : Permanent Magnet Synchronous Motor)와의 토크 사양을 비교한 그래프이다. 도 8을 참조하면 영구자석형 동기전동기의 경우 1500rpm까지는 정격 토크를 출력하며, 1500rpm에서 2000rpm까지는 등가 출력 곡선을 따라 토크를 출력한다. 이에 비하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 PAM 모터의 경우 100rpm에서도 약 50%의 효율을 보이며, 일정한 토크를 출력하는 특징을 가진다.

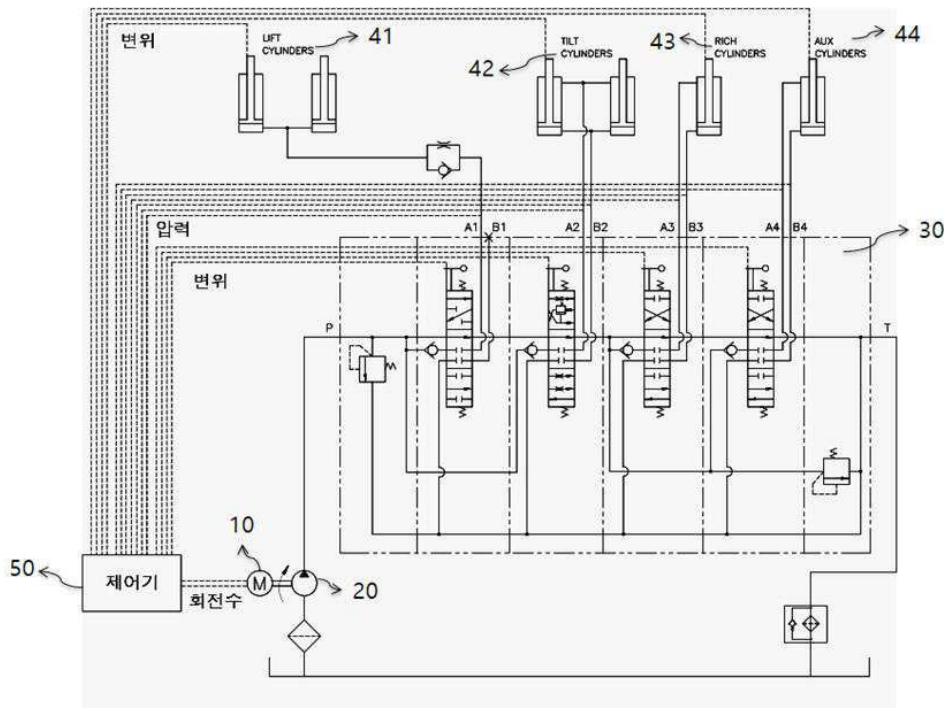
[0048] 이상 본 발명의 실시 예에 따른 도면을 참조하여 설명하였지만, 본 발명이 속한 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기 내용을 바탕으로 본 발명의 범주 내에서 다양한 응용, 변형 및 개작을 행하는 것이 가능할 것이다. 이에, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

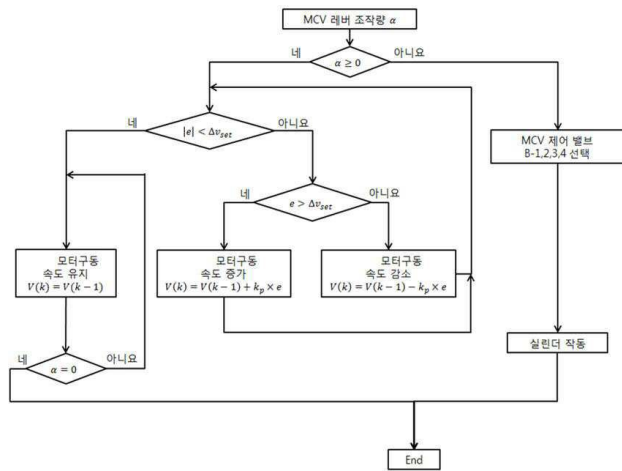
- [0050]
- 10 : 서보 모터
 - 20 : 유압펌프
 - 30 : 유압 제어 밸브팩
 - 41 : 리프트 실린더
 - 42 : 틸트 실린더
 - 43 : 리치 실린더
 - 44 : 예비 실린더
 - 50 : 제어기

도면

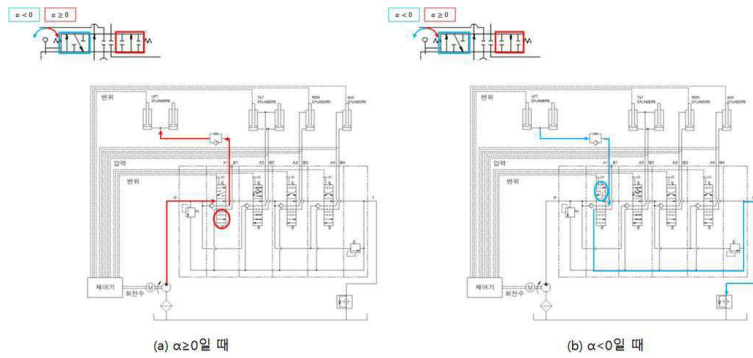
도면1



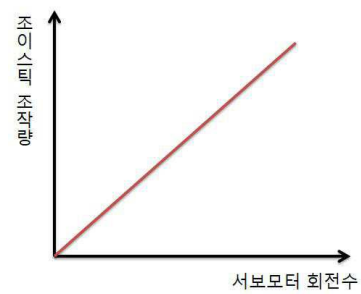
도면2



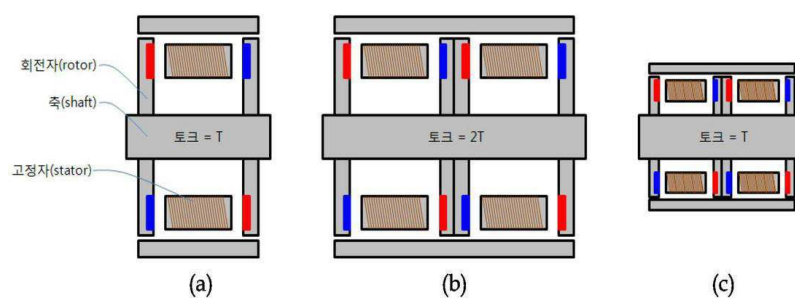
도면3



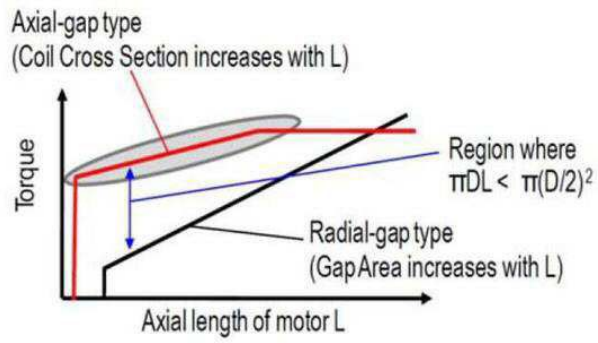
도면4



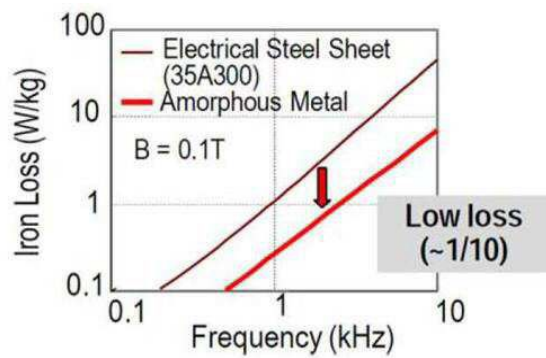
도면5



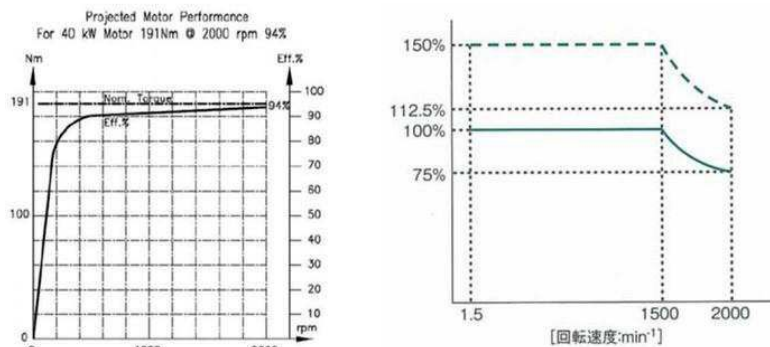
도면6



도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제1항

【변경전】

기계차

【변경후】

지계차