

명세서

발명의 명칭: 콤팩트 스프링 리턴 액추에이터

기술분야

- [1] 본 발명은 콤팩트 스프링 리턴 액추에이터에 관한 것으로, 정전 등의 긴급 비상 상황 발생 시 밸브를 비상 복귀시키는 액추에이터에 있어서, 모터로 작동하는 구동축과 비상 복귀수단의 탄성체로 작동하는 작동축에 각각 차동 유성기어 감속기를 구비하고, 차동 유성기어 감속기들이 서로 치합되게 연결하여, 모터와 탄성체 각각의 동력 전달이 서로 영향을 주지 않게 이원화시켜, 모터의 용량을 줄이면서 동력 전달 계통의 각 부품을 소형화시켜 액추에이터 전체를 경량화 및 소형화할 수 있는 콤팩트 스프링 리턴 액추에이터에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 점차로 고도화되는 산업 구조의 개편에 따라 전(全) 산업 분야에 걸쳐, 기존의 개별적인 유인 관리 시스템에서 통합화되면서 무인화된 통합운영체제로 발전을 함에 따라 이에 상응하여 효율적인 통합 운영체제의 구축이 이루어지고 있으며, 특히 유체의 흐름을 제어하는 밸브 관련 부분에서는 원격에서의 효율적인 제어가 가능한 자동 밸브 및 각종 자동 유량 제어장치의 보급이 급속도로 이루어지고 있다.
- [3] 이러한 자동 유량 제어장치에 사용되는 전동 액추에이터는 밸브 및 조절용 댐퍼 등을 자동화하는데 꼭 필요한 구동장치로써, 제어부와 부속적인 기어장치, 모터 등으로 구성되어 있다.
- [4] 상기 전동 액추에이터의 대표적인 구조를 간단하게 설명하면, 전원 인가에 따라 회전 작동하는 모터, 상기 모터에 의해 회전하는 구동축, 상기 구동축으로부터 회전력을 감속시켜 전달받아 회전하여 밸브를 회전 개폐시키는 종동축을 포함하여, 상기 모터의 작동으로 종동축이 양방향 회전함에 따라 밸브의 개폐가 이루어진다.
- [5] 그런데 이러한 종래 전동 액추에이터에 있어서 밸브의 개방 상태에서 모터를 구동시키는 전원이 정전 등 긴급 비상상황이 발생하여 차단될 경우, 모터를 비롯한 구동수단이 동시에 정지됨에 따라 밸브의 개폐 작동이 불가능해지며,
- [6] 이러한 경우 밸브의 작동 정지 상태가 장시간 유지되면, 작동 중(또는 작동 완료 후) 정지된 밸브 또는 유체가 흐르는 파이프라인 등의 파손이나 액추에이터의 각종 부품들의 고장 등으로 인해, 유체의 누출, 설비 파괴 등의 안전사고가 발생할 위험이 있다.
- [7] 이에 대한민국 등록특허 제10-1130983호 등에서 확인할 수 있는 바와 같이, 정전 등 모터 제어 불가능 상태의 비상 상황 시 스프링의 탄성력을 이용해 밸브가 최초 작동 이전 상태로 작동 복귀되게 하는 스프링 리턴 밸브 액추에이터가 사용되고 있다.

- [8] 그런데 종래의 전동 액추에이터는 다음과 같은 문제점이 있다.
- [9] 첫째, 종래의 전동 액추에이터는 코일 스프링 또는 토션 스프링이 밸브를 회전 개폐시키는 종동축, 즉 전동 액추에이터의 출력축에 직결되어 연결되어, 전원 온 - 모터 동작 - 감속부의 기어 동작 - 스프링 압축 - 밸브 작동의 동력 전달 계통을 이루는 바, 모터 작동에 연동하여 스프링의 탄성력 축적 및 해소가 발생하기 때문에, 모터가 감당해야 하는 부하량이 너무 커져서, 이에 맞춰 모터의 출력 역시 고출력이 요구되어, 액추에이터가 대형화될 수밖에 없는 문제점이 있다.
- [10] 둘째, 종래의 전동 액추에이터 설계 구조 상, 스프링의 탄성력이 종동축에 직접 전달됨에 따라 복귀 충격이 기어 부품들에 그대로 전달되면서 고장 발생의 위험성이 크므로 기어 부품들까지 강도가 큰 재질로 제작되면서 대형화되는 문제점이 있다.
- [11] 셋째, 종래의 전동 액추에이터에 사용된 코일 스프링 또는 토션 스프링은 예압과 완전 압축 상태의 탄성 값이 차이가 크게 나기 때문에, 모터와 감속에 필요한 기어들의 힘과 강도가 스프링의 완전 압축 상태에 맞추어져야 해서, 크기가 크고 무거워 사용자들이 사용하기 어렵고, 모터의 고출력으로 인한 대형화, 강성 확보를 위한 기어들의 대형화 등으로 전동 액추에이터의 부피가 너무 크게 제작되는 문제점이 있다.
- [12] 넷째, 종래의 전동 액추에이터는 압축된 스프링의 작동을 제한하는 전자 브레이크가 상시적으로 온 작동하여 자화가 발생함에 따라, 긴급 상황에서 전자 브레이크가 정확하게 작동하지 않은 문제점이 있다.
- [13] 다섯째, 종래의 전동 액추에이터는 밸브의 비상 복귀 후 정지시키는 스톱퍼가 강한 충격으로 쉽게 파손되는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [14] 이에 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로,
- [15] 정전 등의 긴급 비상상황에서 밸브를 자동으로 원위치 복귀시킬 수 있는 액추에이터에 있어서, 모터로 작동하는 구동축과 비상 복귀수단의 탄성체로 작동하는 작동축에 각각 차동 유성기어 감속기를 구비하고, 차동 유성기어 감속기들이 서로 치합되게 연결하여, 모터와 탄성체 각각의 동력 전달이 서로 영향을 주지 않게 이원화시켜, 모터의 용량을 줄이면서 동력 전달 계통의 각 부품을 소형화시켜 액추에이터 전체를 경량화 및 소형화할 수 있는 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [16] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터는,
- [17] 모터로부터 동력을 전달받아 회전하는 구동축;
- [18] 상기 구동축에 의해 회전하여 밸브를 개폐하는 종동축;

- [19] 상기 종동축으로 전달되는 회전력을 감속시키되, 상기 구동축에 구비된 차동 유성기어 감속기를 포함한 감속수단; 및
- [20] 탄성체, 상기 탄성체의 탄성력을 회전력으로 전환시켜 전달하며 상기 차동 유성기어 감속기에 치합되는 작동축을 구비하여, 전원 차단 시 상기 밸브를 회전 복귀시키는 비상 복귀수단;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [21] 그리고 본 발명에 따른 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터에서,
- [22] 상기 비상 복귀수단의 작동을 제한하는 2개 이상의 전자 브레이크를 구비하되, 하나의 전자 브레이크가 온 작동할 때 나머지 전자 브레이크는 오프 작동하도록 각 전자 브레이크의 온/오프 작동이 일정 시간마다 번갈아서 동작되게 세팅되어 있는 브레이킹 수단;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [23] 또한 본 발명에 따른 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터에서,
- [24] 상기 탄성체는 S형 스파이럴 스프링으로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [25] 아울러 본 발명에 따른 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터에서,
- [26] 상기 감속수단은,
- [27] 상기 구동축에 구비된 제1 차동 유성기어 감속기,
- [28] 상기 작동축에 구비되고, 상기 제1 차동 유성기어 감속기에 치합되어 연결된 제2 차동 유성기어 감속기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [29] 본 발명에 따른 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터는,
- [30] 정전 등의 긴급 비상상황에서 밸브를 자동으로 원위치 복귀시킬 수 있는 액추에이터에 있어서, 모터와 탄성체의 동력 전달 계통이 서로 간섭받지 않고 이원화됨에 따라 모터가 감당하는 부하량이 줄어들어 저출력의 소형 모터만으로도 밸브 개폐에 필요한 토크를 충분히 확보하여 안전하게 사용할 수 있으며, S형 스파이럴 스프링을 통해 이와 연결되는 기어 부품들에 가해지는 복귀 충격을 감소시켜 기어 부품들의 힘과 강도가 크지 않아도 되므로 기어 부품들의 소형화가 가능해져, 종래의 동일 토크 기준 액추에이터의 크기를 획기적으로 줄여서 소형화 및 경량화시킬 수 있으며,
- [31] 비상 복귀수단이 종동축에 직결되지 않고 감속수단의 중간부인 구동축 상에 연결됨에 따라 적은 용량의 모터를 사용하더라도 비상 복귀수단 이후의 감속비를 활용하여 출력되는 최종 토크를 기준 토크에 맞춰 설계 가능하고,
- [32] 전자 브레이크의 자화를 방지하여 비상 상황에서 전자 브레이크가 정상 작동하지 않는 문제점을 예방할 수 있는 효과가 있고,
- [33] 유압 스톱퍼를 통해 비상 복귀수단에 의해 빠른 속도로 회전하는 밸브(웜 휠부)의 충격을 해소하여 안전하게 정지시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [34] 도 1a, 도 1b는 본 발명에 따른 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터의 외관 사시도.
- [35] 도 2a, 도 2b는 본 발명에 따른 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터의 요부 사시도.

- [36] 도 3a, 도 3b, 도 3c는 도 2a의 평면도, 정면도, 저면도.
- [37] 도 4는 도 2a의 요부 단면도.
- [38] 도 5a, 도 5b는 본 발명의 유압 스톱퍼를 설명하기 위한 요부 단면도.
- [39] 도 6a, 도 6b는 본 발명의 너트 풀림 방지수단을 설명하기 위한 요부 단면도.
- [40] *도면의 주요 부분에 대한 설명*
- [41] M: 모터 10: 구동축
- [42] 20: 종동축 30: 비상 복귀수단
- [43] 40: 브레이킹 수단 50: 수동 개폐수단
- [44] 60: 유압 스톱퍼

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [45] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 구현예(態樣, aspect)(또는 실시예)들을 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [46] 각 도면에서 동일한 참조부호, 특히 십의 자리 및 일의 자리 수, 또는 십의 자리, 일의 자리 및 알파벳이 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 기능을 갖는 부재를 나타내고, 특별한 언급이 없을 경우 도면의 각 참조부호가 지칭하는 부재는 이러한 기준에 준하는 부재로 파악하면 된다.
- [47] 또 각 도면에서 구성요소들은 이해의 편의 등을 고려하여 크기나 두께를 과장되게 크거나(또는 두껍게) 작게(또는 얇게) 표현하거나, 단순화하여 표현하고 있으나 이에 의하여 본 발명의 보호범위가 제한적으로 해석되어서는 안 된다.
- [48] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 구현예(태양, 態樣, aspect)(또는 실시예)를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [49] 본 출원에서, ~포함하다~ 또는 ~이루어진다~ 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [50] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게

정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [51] 본 명세서에서 기재한 ~제1~, ~제2~ 등은 서로 다른 구성 요소들임을 구분하기 위해서 지칭할 것일 뿐, 제조된 순서에 구애받지 않는 것이며, 발명의 상세한 설명과 청구범위에서 그 명칭이 일치하지 않을 수 있다.
- [52] 본 발명에 따른 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터를 설명함에 있어 편의를 위하여 엄밀하지 않은 대략의 방향 기준을 도 1a 및 1b를 참고하여 특정하면, 중력이 작용하는 방향을 하측으로 하여 보이는 방향 그대로 상하좌우를 정하고, 다른 도면과 관련된 발명의 상세한 설명 및 청구범위에서도 다른 특별한 언급이 없는 한 이 기준에 따라 방향을 특정하여 기술한다.
- [53] 이하에서는 본 발명에 따른 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터를 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [54] 본 발명은 도 1a 내지 도 5b에 도시된 바와 같이, 정전 등의 긴급 비상상황에서 밸브를 자동으로 원위치 복귀시킬 수 있는 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터에 관한 것으로, 크게 모터(M)로 작동하는 구동축(10), 밸브(미도시)를 개폐하는 종동축(20), 모터(M) 또는 비상 복귀수단(30)의 회전력을 감속하는 감속수단, 밸브를 최초 작동 전 위치로 회전 복귀시키는 비상 복귀수단(30), 상기 비상 복귀수단(30)의 브레이킹 수단(40), 수동 개폐수단(50)을 포함한다.
- [55] 구체적으로 본 발명은,
- [56] 모터(M)로부터 동력을 전달받아 회전하는 구동축(10);
- [57] 상기 구동축(10)에 의해 회전하여 밸브(미도시)를 개폐하는 종동축(20);
- [58] 상기 종동축(20)으로 전달되는 회전력을 감속시키는 감속수단; 및
- [59] 탄성체, 상기 탄성체의 탄성력을 회전력으로 전환시켜 전달하는 작동축(321)을 구비하여, 전원 차단 시 상기 밸브를 회전 복귀시키는 비상 복귀수단(30);을 포함한다.
- [60] 상기 감속수단은,
- [61] 상기 구동축(10)에 구비된 제1 차동 유성기어 감속기(11),
- [62] 상기 작동축(321)에 구비되고, 상기 제1 차동 유성기어 감속기(11)에 치합되어 연결된 제2 차동 유성기어 감속기(34)를 포함한다.
- [63] 상기 감속수단은 상기 제1 차동 유성기어 감속기(11)의 고정 링기어(111)와 상기 제2 차동 유성기어 감속기(34)의 차동 링기어(342)의 각 외주면에 형성되어 서로 치합되어 있는 기어부(111a)(342a)를 포함한다.
- [64] 상기 감속수단은, 상기 모터(M)의 회전축(M1)과 상기 구동축(10) 사이에서 치합되어 연결된 스퍼기어 감속부(R1)를 포함한다.
- [65] 아울러 본 발명은 상기 비상 복귀수단(30)의 작동을 제한하는 2개 이상의 전자 브레이크를 구비하되, 하나의 전자 브레이크가 온 작동할 때 나머지 전자 브레이크는 오프 작동하도록 각 전자 브레이크의 온/오프 작동이 일정 시간마다 번갈아서 동작되게 세팅되어 있는 브레이킹 수단(40);을 포함한다.
- [66] 상기 전자 브레이크는 오프 상태에서 상기 작동축(321)과 함께 회전 가능한

연동기어(412)(422)를 포함한다.

- [67] 상기 브레이킹 수단(40)은 각 전자 브레이크의 연동기어(412)(422)가 서로 치합되어 연결되면서, 전자 브레이크들 중 하나의 연동기어(411)에 상기 작동축(321)이 연결되어 있다.
- [68] 상기 감속수단은, 상기 모터(M)의 회전축(M1)과 상기 구동축(10) 사이에서 치합되어 연결된 스퍼기어 감속부(R1)를 포함한다.
- [69] 상기 탄성체는 S형 스파이럴 스프링(33)으로 구성된다.
- [70] 상기 비상 복귀수단(30)은,
- [71] 하우징(30a)의 일측에 축설된 제1 회전체(31),
- [72] 상기 하우징(30a)의 타측에 축설되고, 상기 밸브로 회전 동력을 전달하는 작동축(321)을 구비한 제2 회전체(32)를 포함하고,
- [73] 상기 S형 스파이럴 스프링(33)은 일측단이 상기 제1 회전체(31)에 연결되어 감겨서 탄성력이 축적되면서, 타측단이 상기 제2 회전체(32)에 연결된다.
- [74] 상기 작동축(321)은 상기 차동 유성기어 감속기(11)의 고정 링기어(111)에 치합되어 있다.
- [75] 먼저 상기 구동축(10)은 입력측의 끝단 기어가 상기 감속수단의 스퍼기어 감속부(R1)에 연결되며, 입력측에 구비된 제1 차동 유성기어 감속기(11), 출력측에 구비된 워م 축부(12)를 포함하여,
- [76] 상기 제1 차동 유성기어 감속기(11)가 상기 비상 복귀수단(30)의 작동축(321)에 구비된 제2 차동 유성기어 감속기(34)와 함께 차동 유성기어 감속부(R2)를 형성하고, 상기 워م 축부(12)가 상기 종동축(20)의 워م 휠부(21)와 함께 워م기어 감속부(R3)를 형성한다.
- [77] 상기 종동축(20)은 상기 구동축(10)과 직교되는 방향으로 연결되며, 상기 워م 축부(12)에 치합되는 입력측의 워م 휠부(21), 상기 밸브에 결합되는 출력측의 개폐체(22)를 포함한다.
- [78] 이때 상기 워م 휠부(21)는 상기 종동축(20)의 둘레방향으로 형성된 원형의 링 형상이 아니라 원호 형상을 갖는데, 이는 대부분의 밸브가 90도 회전하여 개폐되기 때문이다.
- [79] 그리고 상기 감속수단은 스퍼기어 감속부(R1), 차동 유성기어 감속부(R2), 워م기어 감속부(R3)로 구성된다.
- [80] 상기 스퍼기어 감속부(R1)는 상기 모터(M)의 회전축(M1)과 상기 구동축(10) 사이에서 서로 다른 직경의 치차를 갖는 스퍼기어들이 여러 단계에 걸쳐 치합되어 형성된다.
- [81] 이에 상기 스퍼기어 감속부(R1)는, 상기 모터(M)의 회전력을 1차 감속시켜 상기 구동축(10)의 입력측으로 전달한다.
- [82] 상기 제1 차동 유성기어 감속기(11)와 제2 차동 유성기어 감속기(34)는 입력측에 연결된 선기어(미도시)를 중앙에 배치하고, 선기어의 둘레방향으로 유성기어들을 배치하여 선기어와 유성기어들이 서로 치합되고, 유성기어들의

외측에 내접하여 치합되어 전후로 배열되어 있되 회전 하지 않는 입력측의 고정 링기어(111)(341)와 구동축(10)의 출력측(즉, 워م 축부(12))에 연결되어 회전 가능한 출력측의 차동 링기어(112)(342)로 구성된다.

- [83] 그리고 제1 차동 유성기어 감속기(11)의 고정 링기어(111)와, 제2 차동 유성기어 감속기(34)의 차동 링기어(342)는 각각의 외주면에 형성된 기어부(111a)(342a)로 서로 치합되어 있다.
- [84] 이러한 차동 유성기어 감속부(R2)는, 입력측으로 전달되는 회전을 출력측으로 감속시켜 전달하고, 반대로 출력측으로 전달되는 회전을 차동 유성기어 감속기 자체의 셀프 락(self lock) 기능에 의해 입력측으로 전달하지 않는다.
- [85] 이에 제1 차동 유성기어 감속기(11)의 경우,
- [86] 상기 구동축(10)으로 입력된 회전을 2차 감속시켜 상기 종동축(20)으로 전달하는 반면에,
- [87] 유체의 압력 등으로 상기 밸브에 가해져 상기 종동축(20)에 의해 전달받은 회전을 상기 구동축(10)의 입력측에 연결된 스퍼기어 감속부(R1)로 전달하지 않아 밸브가 개방된 상태에서 의도치 않은 폐쇄 작동을 방지함과 동시에, 전달되는 복귀 충격이 스퍼기어 감속부(R1)와 모터(M)로 전달되지 않게 한다.
- [88] 그리고 제2 차동 유성기어 감속기(34)의 경우, 상기 제1 차동 유성기어 감속기(11)로부터 회전을 전달받지 않으므로 상기 모터(M) 또는 수동 개폐수단(50)의 작동에 영향을 받지 않고, 비상 복귀수단(30)에서 발생한 회전력만을 1차 감속시켜 상기 구동축(10)의 제1 차동 유성기어 감속기(11)로 전달하며,
- [89] 이에 상기 모터(M)의 회전축(M1)이 일방향 회전을 할 때 상기 비상 복귀수단(30)의 S형 스파이럴 스프링(33)이 압축되지 않으므로 그 만큼 모터(M)가 감당하는 부하량이 줄어들어, 용량이 작은 소형 모터 및 소형 스퍼기어들의 사용이 가능해져, 액추에이터 자체의 크기(부피)를 줄이고 경량화시킬 수 있게 된다.
- [90] 이때 상기 제1 차동 유성기어 감속기(11)와 제2 차동 유성기어 감속기(34) 사이에는 별도의 연동축에 장착된 차동 유성기어 감속기가 추가로 연결되어 감속비를 높일 수 있다.
- [91] 그리고 상기 워미어 감속부(R3)는 상기 구동축(10)으로 전달되는 모터(M) 또는 비상 복귀수단(30)의 회전을 3차 감속시켜 상기 종동축(20)으로 전달하는 것으로, 공지된 워미어와 동일한 방식이다.
- [92] 즉 본 발명의 감속수단은,
- [93] 상기 모터(M)의 회전이 상기 스퍼기어 감속부(R1)와 제1 차동 유성기어 감속기(11)와 워미어 감속부(R3)를 순차적으로 거치면서 3단계로 감속되어 상기 종동축(20)으로 전달되게 하고,
- [94] 상기 비상 복귀수단(30)의 회전력(탄성력)이 상기 제2 차동 유성기어

- 감속기(34)와 제1 차동 유성기어 감속기(11)와 웜기어 감속부(R3)를 거치면서 3단계로 감속되어 상기 중동축(20)으로 전달되게 하며,
- [95] 상기 수동 개폐수단(50)의 회전력이 제1 차동 유성기어 감속기(11)와 웜기어 감속부(R3)를 순차적으로 거치면서 2단계로 감속되어 상기 중동축(20)으로 전달되게 한다.
- [96] 이어서 비상 복귀수단(30)은 케이스(C)의 일측에 별도로 결합된 하우징(30a)에 내장되어 있으며,
- [97] 상기 하우징(30a) 내부에 장착되는 탄성체는 상기 밸브를 회전 복귀시키는 S형 스파이럴 스프링(33)으로 구성된다.
- [98] 구체적으로 상기 비상 복귀수단(30)은,
- [99] 하우징(30a)의 일측에 축설된 제1 회전체(31),
- [100] 상기 하우징(30a)의 타측에 축설되고, 상기 작동축(321)을 구비한 제2 회전체(32)를 포함하고,
- [101] 상기 S형 스파이럴 스프링(33)은 일측단이 상기 제1 회전체(31)에 연결되어 감겨서 탄성력이 축적되면서, 타측단이 상기 제2 회전체(32)에 연결된다.
- [102] 상기 제1 회전체(31)와 제2 회전체(32)는 테이프 릴 형상으로 제1 회전체(31)에 상기 S형 스파이럴 스프링(33)이 감겨서 탄성력이 축적되어 있다.
- [103] 이때 상기 제1 회전체(31)는 하우징(30a)에 단순 축설되는 반면에,
- [104] 상기 제2 회전체(32)는 상기 작동축(321)이 축방향으로 돌출 연결되어 있으며, 상기 작동축(321)의 출력측에 구비된 상기 제2 차동 유성기어 감속기(34)가 상기 제1 차동 유성기어 감속기(11)에 치합되어, 상기 제1 회전체(31)의 회전력, 즉 상기 S형 스파이럴 스프링(33)의 탄성력을 회전력으로 전환시켜 상기 구동축(10)으로 감속하여 전달한다.
- [105] 그리고 상기 S형 스파이럴 스프링(33)은 양단이 각각 상기 제1 회전체(31)와 제2 회전체(32)에 결합되어 연결되어 있되 양 측단이 서로 반대방향으로 탄성력이 작용한다.
- [106] 즉, 상기 제1 회전체(31)에서는 상기 S형 스파이럴 스프링(33)이 풀리는 방향으로 탄성력이 발생하는데 반해, 상기 제2 회전체(32)에서는 상기 S형 스파이럴 스프링(33)이 감기는 방향으로 탄성력이 발생한다.
- [107] 이에 상기 S형 스파이럴 스프링(33)이 상기 제1 회전체(31)에 감긴 후 상기 브레이킹 수단(40)에 의해 제2 회전체(32)의 회전이 정지된 상태에서, 정전 등으로 상기 브레이킹 수단(40)이 오프되면,
- [108] 상기 S형 스파이럴 스프링(33)은 탄성력에 의해 일측단이 상기 제1 회전체(31)에서 풀림과 동시에 S형 스파이럴 스프링(33)의 타측단이 상기 제2 회전체(32)에 감기면서 제2 회전체(32)의 작동축(321)을 회전시켜,
- [109] 상기 작동축(321)의 회전력이 상기 구동축(10) - 중동축(20)에 순차적으로 전달되면서 밸브를 최초 작동 방향과 반대 방향(즉 전동 구동으로 밸브가 개방된 상태이면 밸브가 폐쇄되고, 반대로 밸브가 폐쇄된 상태이면 밸브가 개방)으로

회전 복귀하여 개폐가 이루어진다.

- [110] 이러한 S형 스파이럴 스프링(33)은, 종래의 일반적인 코일스프링이나 토션 스프링 등과 달리 압축에 따른 예압과 완전 압축 시 압력의 차이가 크지 않으므로, S형 스파이럴 스프링(33)의 탄성력으로 작동하는 기어 부품의 강도와 크기가 크지 않아도 되고, 이에 전동 구동을 위해 저출력의 소형 모터 사용이 가능해져, 액추에이터의 전체 크기(부피)를 획기적으로 줄일 수 있다.
- [111] 또한 본 발명은 상기한 감속수단을 통해 S형 스파이럴 스프링(33)에 의해 발생한 회전력이 3단계에 걸쳐 감속되면서 상기 종동축(20)으로 전달되므로, 저출력의 소형 모터를 사용하더라도 종동축(20)의 최종 토크를 종래의 기준 토크에 쉽게 맞춰서 설계할 수 있어, 액추에이터의 소형화를 달성하게 된다.
- [112] 다음으로 상기 브레이킹 수단(40)은 상기 비상 복귀수단(30)의 작동을 제한하는 전자 브레이크를 구비한다.
- [113] 특히 상기 브레이킹 수단(40)은, 상기 비상 복귀수단(30)의 작동을 제한하는 2개 이상의 전자 브레이크를 구비하되, 각 전자 브레이크의 온/오프 작동이 일정 시간마다 번갈아서 동작되게 세팅되어 있다.
- [114] 상기 전자 브레이크는 마그넷들을 이용해, 상기 제2 회전체(32)의 축부가 끼워져 결합된 브레이크링(411)(421)의 회전을 스톱핑하는 것으로,
- [115] 전원 공급 시 브레이크링(411)(421)이 제2 회전체(32)를 회전하지 않게 잡아주고, 전원 차단 시 브레이크링(411)(421)에 대한 스톱핑이 해제됨에 따라 제2 회전체(32)의 회전을 가능하게 한다.
- [116] 이때 상기 전자 브레이크는 상기 하우징(30a)의 외측면에서 복수개가 상기 제2 회전체(32)의 축 방향으로 다열 배열되게 장착되어, 각 전자 브레이크가 제2 회전체(32)의 축부를 각각 스톱핑하도록 장착될 수도 있으나,
- [117] 보다 바람직하게는 1개의 전자 브레이크가 상기 제2 회전체(32)의 축부를 잡아주게 장착된 상태에서, 나머지 전자 브레이크가 둘레방향으로 배치되어 서로 연동하게 치합된다.
- [118] 이를 위해, 상기 전자 브레이크는 오프 상태에서 상기 작동축(321)과 함께 회전 가능한 연동기어(412)(422)를 포함한다.
- [119] 상기 연동기어(412)(422)는 상기 브레이크링(411)(421)의 외주면 둘레를 따라 돌출 형성된다.
- [120] 그리고 상기 브레이킹 수단(40)은 각 전자 브레이크의 연동기어(412)(422)가 서로 치합되어 연결되면서, 전자 브레이크들 중 하나의 연동기어(412)(422)에 상기 작동축(321)이 연결된다.
- [121] 즉, 1개의 전자 브레이크가 상기 제2 회전체(32)의 축부를 잡아주어 메인 전자 브레이크(41)로 장착된 후, 나머지 전자 브레이크가 메인 전자 브레이크(41)에 연동하게 치합된 보조 전자 브레이크(42)로 기능하게 한다.
- [122] 이에 전자 브레이크(41)(42)들 중 하나에 전원이 공급되면, 상기 연동기어(412)(422)의 치합 구조로 인해 모든 전자 브레이크(41)(42)들의

- 브레이크링(411)(421)이 락킹되어 회전하지 못하여 상기 비상 복귀수단(30)의 작동, 즉 상기 작동축(321)의 회전을 방지하게 되며,
- [123] 자화 방지 한도 시간을 주기로 각 전자 브레이크(41)(42)가 번갈아 가면서 온/오프 작동을 반복하면, 평상 시 비상 복귀수단(30)의 작동이 정지된 상태로 전자 브레이크(41)(42)들의 자화가 발생하지 않기 때문에, 비상 상황 발생 시 전자 브레이크가 정상 작동하면서 제2 회전체(32)에 대한 락킹을 풀어주어 비상 복귀수단(30)에 의한 밸브의 복귀 회전이 안전하게 이루어진다.
- [124] 그리고 상기 수동 개폐수단(50)은 상기 구동축(10)에 치합되어 연결된 샤프트(51), 상기 샤프트(51)를 회전시킬 수 있는 수동 작동부(52), 상기 샤프트(51)와 수동 작동부(52)를 선택적으로 연결시키는 클러치 레버(53)를 포함한다.
- [125] 상기 샤프트(51)는 일측 끝단부의 기어가 상기 구동축(10)의 입력측 스퍼기어에 치합되어 있다.
- [126] 상기 수동 작동부(52)는 핸들 또는 레버 형태로써, 상기 샤프트(51)와 동일선 상에서 소정 간격 이격하여 장착되어 있다.
- [127] 상기 클러치 레버(53)는 상기 샤프트(51)와 수동 작동부(52)를 연결 또는 분리시키는 것으로, 공지된 클러치 구조가 채용될 수 있다.
- [128] 이에 평상 시 상기 클러치 레버(53)의 클러치부(531)가 상기 샤프트(51)와 수동 작동부(52)를 서로 연동하지 않게 분리시켜, 전동 작동 시 상기 수동 작동부(52)가 함께 회전하는 것을 방지한다.
- [129] 그리고 설비 점검이나 비상 상황 시, 작업자가 상기 클러치 레버(53)의 클러치부(531)로 상기 샤프트(51)와 수동 작동부(52)를 연동시킨 후, 상기 수동 작동부(52)로 샤프트(51)를 회전시키면, 회전력이 상기 구동축(10)에 의해 상기 종동축(20)으로 전달되어 밸브를 수동으로 개폐 회전할 수 있게 된다.
- [130] 아울러 본 발명은 상기 밸브의 회전을 정지시키면서 상기 워 휠부(21)의 접촉 충격을 해소하는 유압 스톱퍼(60)를 더 포함한다.
- [131] 상기 유압 스톱퍼(60)는,
- [132] 상기 워 휠(21)의 양 측단에서 소정 간격 이격된 위치에 결합되어 고정된 지지파이프(61),
- [133] 상기 지지파이프(61)의 전단부로 출몰 가능하게 끼워져 결합하되, 유압유가 충전되는 완충부(621)가 형성된 완충 실린더(62),
- [134] 상기 지지 파이프 내부에 결합되며, 상기 완충부(621)에 끼워지는 피스톤부(631)를 구비한 완충 핀(63),
- [135] 상기 피스톤부(631)의 전면에 지지되어, 상기 완충 실린더(62)가 전진하도록 탄성 지지하는 압축스프링(64)을 포함한다.
- [136] 상기 완충 실린더(62)는 전단부에 결합된 고무 등의 연결 소재로 이루어진 접촉부(622)를 구비하고, 후단부에 결합되는 캡(623)의 오링으로 상기 완충부(621)가 기밀되어, 상기 완충부(621)에 유압유가 채워진다.

- [137] 상기 완충 핀(63)은 상기 캡(623)을 관통하여 끼워져 있으며, 상기 피스톤부(631)가 상기 완충부(621)를 전후 2개의 공간으로 구획화시킨다.
- [138] 이때 상기 완충 실린더(62) 또는 상기 피스톤부(631) 또는 이들 모두에는 유압유가 상기 피스톤부(631) 전후의 공간으로 유동 가능하게 하는 오리피스 구조가 형성된다.
- [139] 상기 압축스프링(64)은 상기 피스톤부(631)에 대하여 상기 완충 실린더(62)가 전진하여 상기 접촉부(622)가 상기 지지파이프(61)의 전단 측 외부로 돌출되게 지지한다.
- [140] 이에 상기 종동축(20)의 회전으로 상기 워 휠부(21)의 일측단이 회전 경로 상에 위치한 완충 실린더(62)의 접촉부(622)에 접촉되면서 상기 완충 실린더(62)가 상기 지지파이프(61) 내부로 삽입되는 압력을 받게 된다.
- [141] 이렇게 상기 완충 실린더(62)가 삽입될 때, 상기 피스톤부(631)는 상기 완충부(621)의 유압유를 밀어서 오리피스 구조를 통해 유압유가 상기 피스톤부(631) 후단의 공간으로 흐르게 하며, 이때 유압유의 반발 압력으로 상기 완충 실린더(62)가 느린 속도로 삽입됨에 따라 상기 완충 실린더(62)에 가해지는 충격을 완화시켜 해소하게 된다.
- [142] 그리고 상기 완충 실린더(62)에 가해지던 외력이 해소되면, 상기 완충 실린더(62)는 상기 압축스프링(64)의 탄성력으로 전진하여 원위치로 복귀 동작하게 되며, 이때 상기 피스톤부(631)에 의해 후단의 유압유가 피스톤부(631) 전단의 공간으로 다시 흘러서 채워진다.
- [143] 이러한 유압 스톱퍼(60)는 상기 밸브가 회전 작동할 때, 특히 상기 비상 복귀수단(30)에 의해 작동할 때, 밸브가 빠른 속도로 회전 후 정지하면서 발생하는 충격을 완충시켜 액추에이터의 부품 파손을 방지한다.
- [144] 즉, 상기 모터(M) 또는 수동 개폐수단(50)의 경우 밸브의 회전 각도 및 속도를 쉽게 제어할 수 있으나,
- [145] 상기 비상 복귀수단(30)의 경우 상기 S형 스파이럴 스프링(33)의 강한 탄성력 때문에 감속이 발생하더라도 밸브, 즉 종동축(20)이 상대적으로 매우 빠른 속도로 회전하며,
- [146] 이때 종동축(20)의 회전을 정지시키기 위한 스톱퍼가 필요한데 종래의 일방적인 스톱퍼는 워 휠부(21)의 빠른 회전 속도로 가해지는 충격을 해소하지 못해 자주 파손되는데 반해, 본 발명은 상기한 구조의 유압 스톱퍼(60)를 도입하여 부품 파손 등을 방지할 수 있다.
- [147] 한편 상기 케이스(C)는 상, 하부 케이싱(C1)(C2)이 볼트(B)와 너트(N)로 결합되어 조립되는데, 작동 진동 등으로 상기 너트(N)가 풀릴 수 있는 바, 본 발명은 도 6a, 도 6b에 도시된 너트 풀림 방지수단을 더 포함하여, 상기 볼트(B)를 더욱 견고하게 고정시켜 결합력을 높였다.
- [148] 상기 너트 풀림 방지수단은,
- [149] 상기 케이스(C)의 나사공(C3)의 외측면 둘레를 따라 형성된 래칫 톱니부(C31),

- [150] 상기 너트(N) 내부에서 상기 래칫 톱니부(C31) 방향으로 탄성 지지되되, 상기 래칫 톱니부(C31)에 걸림 가능하게 상기 너트(N)의 전면으로 출몰하는 결속부(N11)와, 상기 결속부(N11)의 후방으로 연장 연결되며 일면에 내측에서 외측으로 상향 경사진 캠홈(N12)을 구비한 밀림부(N13)로 구성된 래칫바(N1),
- [151] 상기 너트(N) 내부에서 상기 너트(N)의 육각면 중 하나를 향해 탄성 지지되되, 육각면으로 출몰하는 눌림부(N21)와, 상기 눌림부(N21)의 하부로 연장 연결되어 상기 밀림부(N13)의 일면에 직교되는 방향으로 접하며 타면에 상기 캠홈(N12)에 끼워지는 가압돌기(N22)를 구비한 가압부(N23)로 구성된 누름바(N2)를 포함한다.
- [152] 상기 래칫 톱니부(C31)는 상기 너트(N)의 조임 방향으로 상향 경사진 경사면을 갖는 톱니들이 나사공(C3)의 둘레를 따라 원형으로 배열되면서 후면으로 돌출되어 있다.
- [153] 상기 래칫바(N1)는 상기 너트(N)의 전면에 형성된 출몰홈 상에 끼워져 상기 밀림부(N13)의 후단이 제1 스프링(N3)으로 지지되어, 상기 결속부(N11)가 상기 너트(N)의 전면으로 돌출된다.
- [154] 상기 누름바(N2)는 상기 너트(N)의 육각면 중 하나에 형성된 출몰홈 상에 끼워져 상기 가압부(N23)의 하단이 제2 스프링(N4)으로 지지되어, 상기 눌림부(N21)가 상기 너트(N)의 육각면으로 돌출되며, 상기 눌림부(N21)는 반구형으로 형성된다.
- [155] 따라서 상기 너트(N)를 상기 나사부(152)에 조여서 상기 결속부(N11)가 상기 래칫 톱니부(C31)에 접촉될 때 상기 래칫바(N1)가 전후로 출몰하면서 결속부(N11)가 래칫 톱니부(C31)를 지나 완전하게 조여진 후, 상기 결속부(N11)가 래칫 톱니부(C31)의 톱니들 중 하나에 걸림에 따라 상기 너트(N)는 진동 등에 의해서 풀리지 않는다.
- [156] 그리고 상기 너트(N)를 풀기 위해 스패너를 상기 누름바(N2)가 있는 육각면에 맞춰서 끼우면, 스패너에 의해 상기 눌림부(N21)가 눌리면서 상기 누름바(N2)가 삽입하며, 이때 상기 가압부(N23)가 수직으로 하강함에 따라 상기 가압돌기(N22)가 하강하면서 상기 캠홈(N12)의 경사면을 밀어서 상기 밀림부(N13)를 후방측으로 밀게 되고, 이에 상기 래칫바(N1)가 후진하여 상기 결속부(N11)가 상기 너트(N) 내부로 인입되면서 상기 래칫 톱니부(C31)에서 이탈하여, 스패너로 상기 너트(N)를 쉽게 풀 수 있다.
- [157] 이상에서 본 발명을 설명함에 있어 첨부된 도면을 참조하여 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터를 위주로 설명하였으나 본 발명은 당업자에 의하여 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능하고, 이러한 수정, 변경 및 치환은 본 발명의 보호범위에 속하는 것으로 해석되어야 한다.

청구범위

- [청구항 1] 모터로부터 동력을 전달받아 회전하는 구동축;
 상기 구동축에 의해 회전하여 밸브를 개폐하는 종동축;
 상기 종동축으로 전달되는 회전력을 감속시키되, 상기 구동축에 구비된
 차동 유성기어 감속기를 포함한 감속수단; 및
 탄성체, 상기 탄성체의 탄성력을 회전력으로 전환시켜 전달하며 상기
 차동 유성기어 감속기에 치합되는 작동축을 구비하여, 전원 차단 시 상기
 밸브를 회전 복귀시키는 비상 복귀수단;을 포함하는 것을 특징으로 하는
 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 비상 복귀수단의 작동을 제한하는 2개 이상의 전자 브레이크를
 구비하되, 하나의 전자 브레이크가 온 작동할 때 나머지 전자 브레이크는
 오프 작동하도록 각 전자 브레이크의 온/오프 작동이 일정 시간마다
 번갈아서 동작되게 세팅되어 있는 브레이킹 수단;을 포함하는 것을
 특징으로 하는 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
 상기 탄성체는 S형 스파이럴 스프링으로 구성되는 것을 특징으로 하는
 컴팩트 스프링 리턴 액추에이터.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
 상기 감속수단은,
 상기 구동축에 구비된 제1 차동 유성기어 감속기,
 상기 작동축에 구비되고, 상기 제1 차동 유성기어 감속기에 치합되어
 연결된 제2 차동 유성기어 감속기를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴팩트
 스프링 리턴 액추에이터.