



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년08월05일
(11) 등록번호 10-0973986
(24) 등록일자 2010년07월29일

(51) Int. Cl.
B21F 35/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0043721
(22) 출원일자 2007년05월04일
심사청구일자 2007년05월04일
(65) 공개번호 10-2008-0018781
(43) 공개일자 2008년02월28일
(30) 우선권주장
1020060080747 2006년08월24일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
JP03013553 A*
JP05212065 A*
US04719683 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국과학기술연구원
서울 성북구 하월곡동 39-1
(72) 발명자
지광규
서울특별시 강남구 대치2동 316 은마아파트 10동 107호
김윤배
서울특별시 서초구 서초동 무지개아파트 9동 100 6호
한준현
서울 동대문구 제기동 212번지 13/7
(74) 대리인
박장원

전체 청구항 수 : 총 7 항

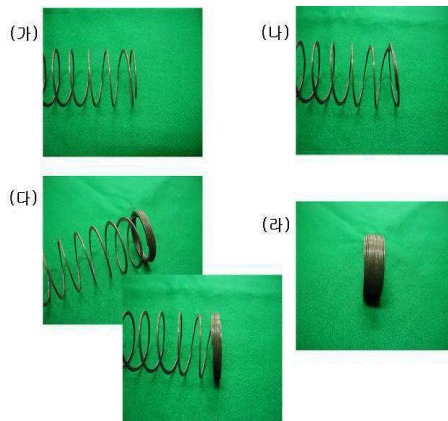
심사관 : 최은석

(54) 코일 스프링에 초장력을 부여하는 방법

(57) 요약

본 발명은 코일 스프링의 감은 방향을 바꾸어 여러 특성을 향상시킬 수 있는 방법에 관한 것이다. 본 발명에 의하면 코일 스프링에 크고 정확한 초장력을 부여할 수 있다. 또한, 이 방법을 형상 기억 합금에 적용하는 경우 성능이 우수한 액추에이터를 만들 수 있으며, 가역 형상 기억 효과에서 고온과 저온에서의 형상을 조절할 수 있다. 이 외에도 본 발명에 의하면 지금까지 불가능하다고 생각되었던 많은 것들을 가능케 한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

시계 또는 반 시계 방향으로 코일 선을 감아 외력을 인가하지 않을 때 코일 선 간에 소정 간격을 유지하는 열린 코일 스프링을 준비하고;

상기 열린 코일 스프링의 한쪽 끝단을 이에 인접한 첫 번째 코일 선과 두 번째 코일 선 사이에 위치시키면서 상기 한쪽 끝단과 첫 번째 코일 선의 위치를 바꾸고, 상기 한쪽 끝단 및 위치가 바뀐 첫 번째 코일 선 세트를 상기 두 번째 코일 선과 세 번째 코일 선 사이에 위치시키면서 상기 세트와 두 번째 코일 선의 위치를 바꾸는 방식을 되풀이하여, 상기 열린 코일 스프링의 감은 방향을 역방향으로 바꾸어 줄과 동시에 코일 선 사이를 밀착시킴으로써, 외력을 인가하지 않을 때 역방향으로 밀착된 코일 스프링의 형상을 유지하는 닫힌 코일 스프링을 제조하는 것을 특징으로 하는 코일 스프링에 초장력을 부여하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 열린 코일 스프링의 우측 끝단을 바로 좌측의 첫 번째 코일 선에 걸고, 상기 첫 번째 코일 선을 우측으로 당겨 뽑아내 상기 우측 끝단의 바로 우측에 역방향으로 밀착 위치시키며,

상기 첫 번째 코일 선과 이어진 두 번째 코일 선을 우측으로 당겨 뽑아내 상기 첫 번째 코일 선의 바로 우측에 역방향으로 밀착 위치시키는 방식을 되풀이하여,

상기 열린 코일 스프링의 감은 방향을 역방향으로 바꾸는 것을 특징으로 하는 코일 스프링에 초장력을 부여하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 열린 코일 스프링의 좌측 끝단을 바로 우측의 첫 번째 코일 선에 걸고, 상기 첫 번째 코일 선을 좌측으로 당겨 뽑아내 상기 좌측 끝단의 바로 좌측에 역방향으로 밀착 위치시키며,

상기 첫 번째 코일 선과 이어진 두 번째 코일 선을 좌측으로 당겨 뽑아내 상기 첫 번째 코일 선의 바로 좌측에 역방향으로 밀착 위치시키는 방식을 되풀이하여,

상기 열린 코일 스프링의 감은 방향을 역방향으로 바꾸는 것을 특징으로 하는 코일 스프링에 초장력을 부여하는 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 열린 코일 스프링의 감은 방향을 역방향으로 바꿀 때, 상기 열린 코일 스프링의 내경과 유사한 크기의 외경을 갖는 보조 기구를 이용하는 것을 특징으로 하는 코일 스프링에 초장력을 부여하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 열린 코일 스프링의 스프링 정수 (K_1)와 변위 (δ_1) 중 적어도 하나를 조절하여 초장력의 크기를 조절하는 것을 특징으로 하는 코일 스프링에 초장력을 부여하는 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 코일 스프링은 금속 또는 형상 기억 합금 (SMA)으로 이루어진 것을 특징으로 하는 코일

스프링에 초장력을 부여하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 코일 스프링은 가열과 냉각이 반복됨에 따라 가열과 냉각시 각각 정해진 형상을 가역적으로 재현하고, 가열 또는 냉각시 완전 밀착된 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 코일 스프링에 초장력을 부여하는 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- [0010] 본 발명은 코일 스프링에 크고 정확한 초장력을 부여하는 방법과 이를 응용한 기술에 관한 것이다.
- [0011] 초장력 (initial tension)이라 함은, 인장 스프링이 외부에서 변형을 가하기 이전에 수축하려는 힘을 의미한다. 따라서, 도 1에 나타낸 바와 같이 인장 스프링을 인장 변형시키려면 초장력 만큼의 힘이 가해져야 변형이 일어나기 시작한다. 초장력을 이용하면 인장 스프링의 길이를 짧게 쓸 수 있어 공간을 효율적으로 사용할 수 있으므로 부품의 소형화가 가능하다.
- [0012] 인장 스프링이 초장력을 갖게 하기 위해서는 코일 스프링을 감을 때 마이너스 피치로 감는 방법을 쓰고 있다.
- [0013] 그러나, 이러한 기술은 다음과 같은 문제가 있다.
- [0014] 마이너스 피치란 실제 보이지 않는 것으로 정확한 값을 주기가 어렵고, 큰 값을 주기도 어렵다. 또한, 일종의 잔류 응력을 이용하므로 열간에서 감는 경우 또는 냉간에서 감은 뒤 열처리하는 경우에는 응력이 풀려버리므로 초장력을 부여하기 매우 어렵다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- [0015] 본 발명은 이러한 종래의 문제점들을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명은 코일 스프링에 크고 정확한 초장력을 부여하는 방법과 이를 응용한 기술을 제공하는 데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- [0016] 이러한 목적들은 다음의 본 발명의 구성에 의하여 달성될 수 있다.
- [0017] (1) - 시계 또는 반 시계 방향으로 코일 선을 감아 외력을 인가하지 않을 때 코일 선 간에 소정 간격을 유지하는 열린 코일 스프링을 준비하고,
- [0018] - 상기 열린 코일 스프링의 감은 방향을 역방향으로 바꾸어 좁과 동시에 코일 선 사이를 밀착시켜, 외력을 인가하지 않을 때 역방향으로 밀착된 코일 스프링의 형상을 유지하는 단힌 코일 스프링을 제조하는 것
- [0019] 을 특징으로 하는 코일 스프링에 초장력을 부여하는 방법.
- [0020] (2) - 시계 방향 또는 반 시계 방향으로 감긴 단힌 상태의 순방향 코일 스프링이 과도하게 인장되어 영구 변형된 코일 스프링을 준비하고,
- [0021] - 상기 영구 변형된 코일 스프링의 감은 방향을 역방향으로 바꾸어 좁과 동시에 코일 선 사이를 밀착시켜 단힌 상태의 역방향 코일 스프링을 얻으며,

- [0022] - 상기 단힌 상태의 역방향 코일 스프링을 과도하게 인장한 후, 다시 코일 스프링의 감은 방향을 반대로 바꾸어 줌과 동시에 코일 선 사이를 밀착시켜 초기 단힌 상태의 순방향 코일 스프링을 얻는 것
- [0023] 을 특징으로 하는 영구 변형된 코일 스프링을 변형 전 형상으로 회복하는 방법.
- [0024] (3) 상기 (1)에 의한 방법으로 제조되어 외력을 가하지 않은 상태에서의 형상 자체로 수축력을 내포하고 있는 것을 특징으로 하는 초장력이 부여된 코일 스프링.
- [0025] (4) 형상 기억 합금으로 이루어진 코일 스프링과, 이 코일 스프링의 변형에 대하여 반대적인 변형력을 제공하는 바이어스 스프링 (bias spring)을 포함하여 이루어진 선형 액츄에이터에 있어서,
- [0026] 상기 코일 스프링은 상기 (1)에 의한 방법으로 제조되어 외력을 가하지 않은 상태에서의 형상 자체로 수축력을 내포하고 있는 인장 스프링인 것을 특징으로 하는 선형 액츄에이터.
- [0027] 이하, 첨부 도면에 따라 본 발명의 최선의 실시 상태를 상세히 설명하겠다.
- [0028] 본 발명에 따라 코일 스프링에 초장력을 부여하는 원리를 도 2에 나타내었다. 도 2의 (가)와 같이 열린 코일 스프링이 있다고 하면 이 코일 스프링은 팽창력을 갖게 된다. 이 코일 스프링의 감긴 선재 (즉, 코일 선)의 위치를 바꾸어 주면 도 2의 (나)와 같이 밀착된 코일 스프링이 되며 팽창력은 압축력으로 바뀌게 된다. 이렇게 밀착된 코일 스프링에서 압축력으로 작용하는 것이 초장력이 된다. 여기서, 선재의 위치가 바뀌는 것은 실제로는 코일 스프링의 감긴 방향이 반대로 바뀌는 것이다. 도 2의 (가)는 코일 스프링이 시계 반대 방향으로 감겨 있으며, 도 2의 (나)는 시계 방향으로 감겨 있다. 작은 사진은 코일 스프링의 감긴 방향을 좀 더 명확히 보이기 위하여 다른 각도에서 찍은 사진이다.
- [0029] 요컨대, 본 발명은 일 방향으로 감긴 열린 코일 스프링을 반대 방향으로 다시 감아서 단힌 코일 스프링 (인장 스프링)으로 만듦으로써 코일 스프링에 초장력을 부여하는 것이 특징이다.
- [0030] 도 3을 참조하여 열린 코일 스프링의 방향을 바꾸는 방법의 일례를 좀 더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.
- [0031] 먼저 시계 방향으로 코일 선을 감아 외력을 인가하지 않을 때 코일 선 간에 소정의 간격을 갖는 밀착되지 않은 상태 (즉, 열린 상태)를 유지하는 코일 스프링을 준비한다. 이 실시예에서는 코일 선이 시계 방향으로 감긴 코일 스프링을 준비하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 코일 선이 반 시계 방향으로 감긴 코일 스프링을 준비할 수도 있다 (도 3의 (가)). 그 다음, 도면상 코일 스프링의 우측 끝단을 바로 좌측의 첫 번째 코일 선에 걸고 (도 3의 (나)), 상기 첫 번째 코일 선 (이제는 최 우측 코일 선이 되었음)을 우측으로 당겨 밖으로 뽑아준다. 그러면, 상기 첫 번째 코일 선은 상기 우측 끝단의 바로 우측에 역방향 (반 시계 방향)으로 밀착 위치하게 된다. 그 다음, 상기 첫 번째 코일 선과 이어진 두 번째 코일 선을 우측으로 당겨 뽑아내 상기 첫 번째 코일 선의 바로 우측에 역방향으로 밀착 위치시키고, 상기 두 번째 코일 선과 이어진 세 번째 코일 선을 우측으로 당겨 뽑아내 상기 두 번째 코일 선의 바로 우측에 역방향으로 밀착 위치시키는 방식을 되풀이한다 (도 3의 (다)). 도 3의 (다)는 동일한 상태를 서로 다른 각도에서 찍은 두 사진을 나타낸다. 상기 방식을 되풀이하면, 결국 도 3의 (라)에 나타낸 바와 같이 코일 스프링의 감은 방향이 역방향으로 바뀌면서 동시에 열린 상태가 단힌 상태로 바뀌게 된다. 즉, 초기에 시계 방향으로 감긴 열린 코일 스프링의 우측 끝단이 전술한 작업 후 반 시계 방향으로 감긴 단힌 코일 스프링의 좌측 끝단에 위치하게 된다.
- [0032] 본 실시예에서는 열린 코일 스프링의 우측 끝단을 좌측으로 이동시키는 과정을 예로 들어 설명하였으나, 열린 코일 스프링의 좌측 끝단을 우측으로 이동시키는 실시예에도 본 발명이 적용될 수 있음은 물론이다.
- [0033] 도 4에 의하면, 상기 열린 코일 스프링의 내경과 유사한 크기의 외경을 갖는 보조 기구를 이용하여 좀 더 용이하게 상기 열린 코일 스프링의 감은 방향을 역방향으로 바꿀 수 있는데, 구체적으로는 다음과 같다.
- [0034] 열린 코일 스프링의 한쪽 끝단 (도면에서는 좌측 끝단)과 이 끝단과 이어지는 첫 번째 코일 선의 일부에 보조 기구를 끼워 넣고 (도 4의 (가)), 상기 한쪽 끝단을 상기 첫 번째 코일 선과 두 번째 코일 선 사이에 위치시키면서 상기 한쪽 끝단과 첫 번째 코일 선의 위치를 바꾸며 (도 4의 (나)), 상기 한쪽 끝단 및 위치가 바뀐 첫 번째 코일 선 세트를 상기 두 번째 코일 선과 세 번째 코일 선 사이에 위치시키면서 상기 세트와 두 번째 코일 선의 위치를 바꾸는 방식을 되풀이하여, 상기 열린 코일 스프링의 감은 방향을 역방향으로 바꿈과 동시에 단힌 코일 스프링을 얻을 수 있다 (도 4의 (다), (라)).
- [0035] 한편, 도 5를 참조하여 본 발명에 따라 코일 스프링에 초장력을 부여하는 방법을 도해적으로 설명하면 다음과

같다.

[0036] δ_1 의 변위만큼 열린 코일 스프링 (반 시계 방향으로 감겨 있음)이 K_1 의 스프링 정수를 갖는다고 하자. 이를 압축 변형시키면 밀착이 되는데, 이때 $-F_1$ 의 압축력이 필요하다 (도 5의 (가)). 이 코일 스프링의 감는 방향을 반대로 바꾸어 주면 (즉, 시계 방향으로 바꾸어 주면) 힘은 반대인 F_1 으로 바뀌는데, 이는 밀착된 코일 스프링이 F_1 의 힘으로 수축하려는 상태를 의미한다 (도 5의 (나)). 즉, 이미 밀착된 코일 스프링이 외부 응력이 가해지기 전에 F_1 만큼의 수축하려는 힘을 갖는 상태가 되는데, 이는 곧 F_1 만큼의 초장력을 갖는 상태이다. F_1 만큼의 초장력을 갖는 코일 스프링을 변형시키면 도 5의 (다)와 같은 거동을 보인다. 즉, 초기에는 무한대의 스프링 정수를 갖게 되며, 초장력을 넘으면 유한한 값을 갖는다. 초장력 $F_1 = K_1 \times \delta_1$ 으로 나타내기 때문에 K_1 과 δ_1 을 조절하면 필요한 크기의 초장력을 정확하게 부여할 수 있다.

[0037] [실시예 1]

[0038] 2 N/mm의 스프링 정수를 갖는 유효 권수가 10인 인장형 코일 스프링을 제작하였다. 이때, 작은 변위에서는 압축 스프링과 인장 스프링의 스프링 정수는 같다고 가정하였다. 50 N의 초장력을 얻기 위해, 변위 (δ_1)가 25 mm인 열린 코일 스프링을 제작하였다. 이 열린 코일 스프링의 감는 방향을 전술한 방법에 의해 바꾸어 주었더니 초장력이 50 N인 밀착된 스프링을 얻을 수 있었다.

[0039] 본 방법에 의한 결과, 기존 기술에 비교하여 5배 이상 정도의 초장력을 줄 수 있을 뿐 아니라 정확한 조절이 가능하였다. 또한, 최종적으로 방향을 바꾸어 주므로 열처리가 필요한 경우에도 쉽게 적용할 수 있었다.

[0040] [실시예 2]

[0041] 코일 스프링의 감는 방향을 바꾸어 초장력을 높이는 기술을 형상 기억 합금 (SMA)으로 이루어진 코일 스프링에 적용한 경우 어떠한 장점이 있는지 조사하였다. 형상 기억 합금은 최종적으로 형상을 기억시키기 위하여 열처리를 하므로 기존의 방법으로는 초장력을 주기 어렵다.

[0042] 조성이 50.5Ni-Ti이고 두께 0.75 mm, 폭 2.0 mm의 선재 (즉, 코일 선)를 이용하여 코일 경이 22.0 mm이고 유효 권수가 10인 코일 스프링을 제작하였다. 하나는 밀착하여 감았으며 (비교재로서 "A 샘플"이라고 함), 다른 하나는 선재 사이의 거리가 12 mm가 되도록 감았다 (본 발명에 의한 실시예로서 "B 샘플"이라고 함). 이 샘플들을 800°C에서 30분 열처리하여 코일 스프링의 형상을 기억 처리하였다. B 샘플은 전술한 방법으로 코일 스프링의 감는 방향을 반대로 바꾸어 주었다. 그 결과 밀착된 코일 스프링으로 바뀌게 되었다.

[0043] 25°C에서 상기 조성의 합금은 고온 상을 갖는다. 도 6에 의하면, 고온 상에서 B 샘플이 A 샘플보다 스프링 정수가 큰 것으로 나타났다. 25°C에서 A 샘플은 스프링 정수가 2 gf/mm인데 반해, 본 발명의 B 샘플은 스프링 정수가 19 gf/mm로 크게 증가하였다 (실제로는 초기의 스프링 정수가 무한대가 되나 인장 시험기는 일정 속도로 변형을 주기 때문에 이렇게 유한한 수치로 나타났다). 본 실시예에서는 본 발명을 형상 기억 합금에 적용하여 상기한 결과를 얻었지만, 일반 금속으로 이루어진 코일 스프링에 본 발명을 적용하여 코일의 감는 방향을 바꾸어 주더라도 스프링 정수를 크게 증대시킬 수 있다.

[0044] 도 7은 25°C와 -20°C에서 측정된 A 샘플과 B 샘플의 인장 곡선인데, 25°C에서는 고온 상이고, -20°C에서는 저온 상이다. 고온에서의 스프링 정수의 증가는 도 6에서 설명한 바와 같다. -20°C에서도 B 샘플이 A 샘플보다 스프링 정수는 높으나, 항복 강도는 거의 비슷하였다.

[0045] 한편, 전술한 방법으로 형상이 기억된 SMA 코일 스프링의 내부에 일반 금속으로 된 압축 스프링 (탄성 계수가 2 gf/mm, 변위가 200 mm)을 설치하였다. 이 압축 스프링은 일반 금속으로 되어 있어 온도에 의존하지 않고 변형량에 따라 직선적으로 변하게 되며, 이를 도 7에 나타내었다. 이에 따라, 온도를 변화시키면 SMA 코일 스프링의 압축력과 압축 스프링의 팽창력이 같은 지점에서, 내부에 압축 스프링이 설치된 SMA 코일 스프링의 변위가 결정되게 된다.

[0046] 25°C와 영하 20°C에서, 내부에 압축 스프링이 설치된 SMA 코일 스프링의 변위를 측정하였다. 그 결과, A 샘플은 25°C에서 변위가 95 mm, -20°C에서 160 mm로 측정되었고, 이에 따라 작동 거리는 65 mm 정도였다. 이에 반해, B 샘플의 경우 25°C에서 18 mm, -20°C에서 145 mm로 측정되었고, 이에 따라 작동 거리는 127 mm 정도였다. 이는 A 샘플의 작동 거리의 2배에 가까웠다.

[0047] 이 결과는, 형상 기억 합금은 고온에서는 탄성 범위를, 저온에서는 소성 범위를 이용하기 때문에 스프링 정수가

켜져도 항복 강도에는 큰 변화가 없어 저온에서의 위치는 거의 바뀌지 않고 고온에서의 위치가 크게 바뀌므로 작동 거리를 크게 늘릴 수 있음을 보여주고 있다. 이를 액츄에이터에 응용하면 작동 거리를 크게 늘릴 수 있어 우수한 성능의 액츄에이터를 제조할 수 있다.

[0048] [실시예 3]

[0049] 영구 변형이 발생한 코일 스프링에 본 발명을 적용하면 영구 변형이 발생한 코일 스프링을 변형 전 형상으로 되돌릴 수 있게 되는데, 이는 다음과 같다.

[0050] 시계 방향으로 감긴 밀착된 인장 스프링 (도 8의 (가) 형상)을 과도하게 변형시키면 (도 8의 (나) 형상), 영구 변형이 일어나게 된다 (도 8의 (다) 형상). 원래의 밀착된 스프링으로 만들기 위해서는 과도한 압축을 시켜야 하나 종래의 기술로는 변형 전 형상으로 되돌릴 수 없었다.

[0051] 그러나, 전술한 방법에 의해 영구 변형된 코일 스프링 (도 8의 (다) 형상)의 감은 방향을 반 시계 방향으로 바꾼 다음 과도하게 인장시켰다 (도 8의 (라) 형상). 이는 시계 방향의 코일 스프링을 과도하게 압축시키는 것과 같다. 적절히 인장된 코일 스프링의 방향을 전술한 방법에 의해 다시 시계 방향으로 바꾸어 원래의 상태인 도 8의 (가) 또는 (마)의 밀착된 상태의 코일 스프링을 얻을 수 있었다.

[0052] [실시예 4]

[0053] 형상 기억 합금의 가역 형상 기억 효과에 관한 실험을 하였다.

[0054] 가역 형상 기억 효과란 가열과 냉각이 반복됨에 따라 가열과 냉각시 각각 정해진 형상으로 가역적으로 바뀌는 현상으로, 전위나 석출물을 생성시켜 발현할 수 있다. 도 9의 (가)는 전위에 의한 가역 형상 기억 효과를 예로 나타낸 것이다. 원래의 형상이 완전 밀착된 코일 (o)을 크게 늘려준 다음 (a), 가열하면 원래의 형상 (o)으로 돌아가지 못하고, (b) 만큼만 되돌아 오게 된다. 이를 다시 냉각하면 (c)로 되고, 이후 가열과 냉각에 의해서 (b)와 (c)의 형상으로 변하게 되는데, 이를 가역 형상 기억 효과라고 한다. 가역 형상 기억 효과를 발현시키는 것은 변형 중 도입된 전위에 의해서 생기는데, 이는 곧 미회복 변형량의 원인이 된다. 따라서, 종래의 기술에 의해서는 가역 형상 기억 효과를 나타내면서 가열시 완전히 밀착되는 형상을 얻을 수가 없었다. 코일 스프링이 어느 정도 벌어진 상태에서 더욱 벌어지는 것보다, 밀착된 상태에서 벌어지는 것이 유리한데, 기존의 기술로는 가역 형상 기억 효과의 고온에서의 형상과 저온에서의 형상을 조절할 수 없었다. 그러나, 본 발명의 기술을 이용하면 형상의 조절이 가능하다.

[0055] 본 발명에 의해 코일 스프링의 감은 방향을 바꾸어 주었더니 가열시 완전 밀착되면서 가역 형상 기억 효과를 나타내는 코일을 얻을 수 있었다. 도 9의 (나)와 같이, 원래의 형상 (o')의 코일을 만들고 (a') 만큼 변형을 주면, 가열시 (b')으로 돌아오고 냉각하면 (c')으로 되며, 이후 가열과 냉각에 의해서 (b')-(c')으로 형상이 변하게 된다. 따라서, 고온에서 완전히 밀착되는 가역 형상 기억 효과를 나타내는 코일 스프링의 제조가 가능하였다. 즉, 기존의 기술에 의하면 코일 스프링은 밀착 상태 이하로는 변형이 될 수 없는 것으로 여겨져 있으나, 본 발명을 적용한 결과, 코일 스프링의 방향을 바꾸어 밀착 상태 이하로의 변형이 가능하기 때문에 가역 형상 기억 효과의 형상 조절이 자유자재로 가능하였다.

[0056] 기존 기술로 냉각시 완전 밀착이 되고 고온에서는 팽창되는 코일 스프링의 제조는 더욱 어렵다. 도 9의 (다)에서 보는 바와 같이 원래 형상이 팽창된 코일 (o)을 (a)로 압축한 다음 가열하면 (b)로 되고 다시 냉각하면 (c)가 된다. 따라서, 저온에서도 크게 팽창된 상태가 된다.

[0057] 본 발명에 의해서 코일 스프링의 감은 방향을 바꾸어 주었더니 이러한 문제를 해결할 수 있었다. 도 9의 (라)처럼 원래 형상 (o')을 반대로 바꾸어 (a')으로 변형을 주고 가열하면 (b')으로 되고 냉각하면 (c')이 되어 냉각시 완전 밀착되고 가열시 팽창하는 코일 스프링의 제조가 가능하였다.

[0058] 한편, 본 발명을 적용한 결과 코일 스프링의 작동 방향을 바꾸어 줄 수 있었다. 즉, 도 9의 (마)와 같이 가역 형상 기억 효과를 보이는 코일 스프링은 가열시 팽창되게 할 수도 있고, 코일 스프링의 감은 방향을 반대로 해서 냉각시 팽창이 되게 할 수도 있었다.

[0059] 이상, 본 발명을 도시된 예를 중심으로 하여 설명하였으나 이는 예시에 지나지 아니하며, 본 발명은 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 다양한 변형 및 균등한 기타의 실시예를 수행할 수 있다는 사실을 이해하여야 한다.

발명의 효과

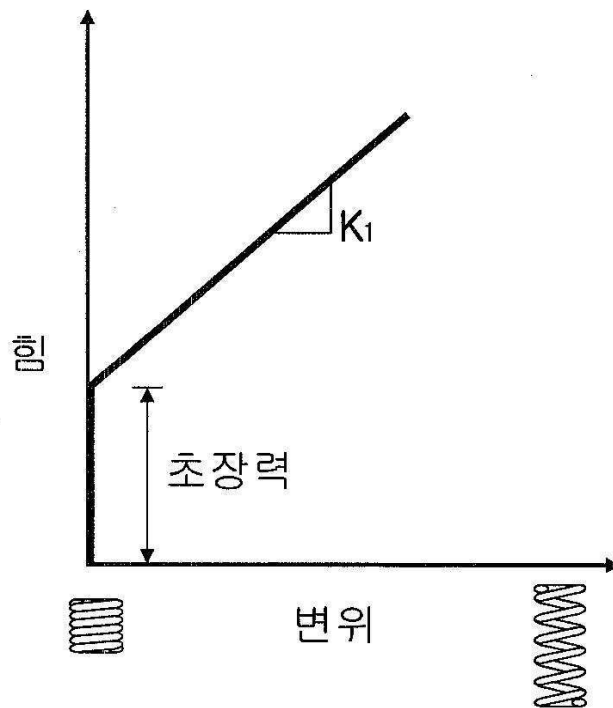
- [0060] 본 발명에 의하면,
- [0061] 첫째, 코일 스프링에 크고 정확한 초장력을 부여할 수 있고,
- [0062] 둘째, 형상 기억 합금 액추에이터 등에서 작동 거리를 크게 늘릴 수 있으며,
- [0063] 셋째, 영구 변형이 발생한 코일 스프링을 변형 전 형상으로 되돌릴 수 있고,
- [0064] 넷째, 형상 기억 합금에서 가역 형상 기억 효과를 나타내면서 원하는 코일 스프링의 형상을 얻을 수 있고, 온도에 따라 팽창 및 수축의 방향을 바꿀 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0001] 도 1은 초장력의 개념을 설명하는 개념도,
- [0002] 도 2는 본 발명에 따라 코일 스프링에 초장력을 부여하는 원리를 나타내는 사진,
- [0003] 도 3은 본 발명에 따라 코일 스프링에 초장력을 부여하는 방법으로서 코일 스프링의 감은 방향을 바꾸는 과정을 나타낸 각 단계별 사진,
- [0004] 도 4는 본 발명에 따라 보조 기구를 이용하여 코일 스프링의 감은 방향을 좀 더 용이하게 바꾸는 과정을 나타낸 각 단계별 사진,
- [0005] 도 5는 본 발명에 따라 코일 스프링에 초장력을 부여하는 원리를 도해적으로 설명한 도면,
- [0006] 도 6은 A 샘플 및 B 샘플에 대해서 25℃에서 측정한 인장 곡선,
- [0007] 도 7은 A 샘플 및 B 샘플의 온도 변화에 따른 변위를 나타내는 그래프,
- [0008] 도 8은 영구 변형이 일어난 코일 스프링을 변형 전 형상으로 되돌리는 원리를 나타낸 개략도,
- [0009] 도 9는 가역 형상 기억 효과의 형상 조절 방법을 나타낸 그래프이다.

도면

도면1

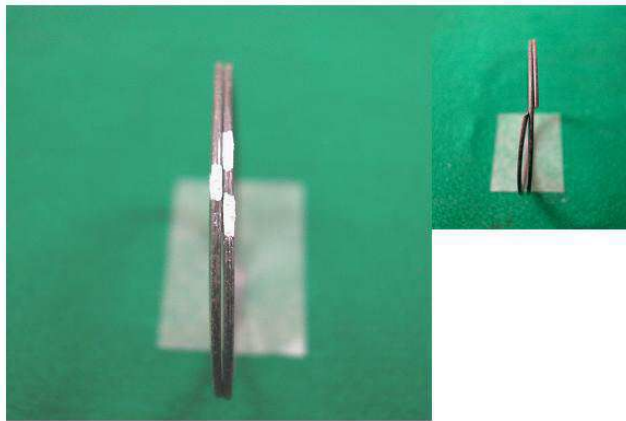


도면2

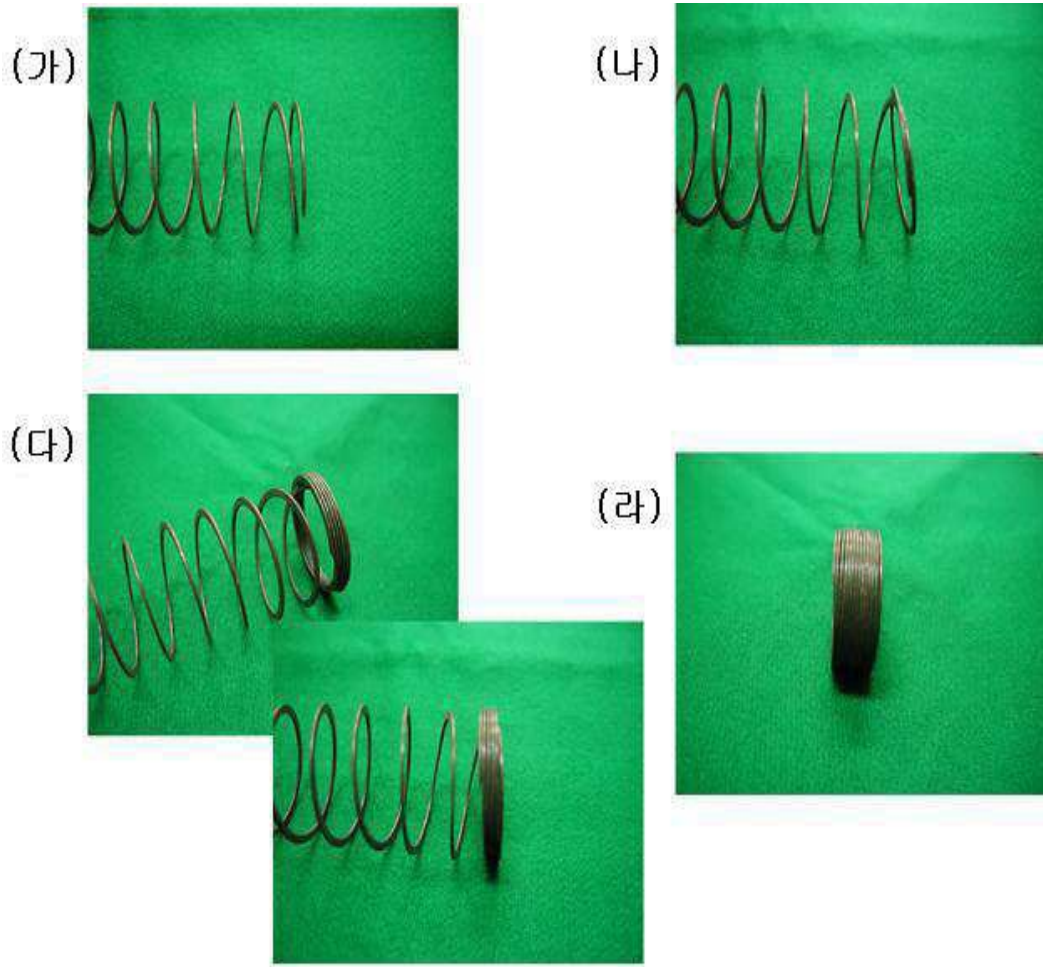
(가)



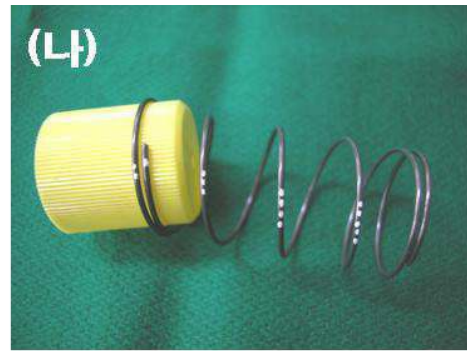
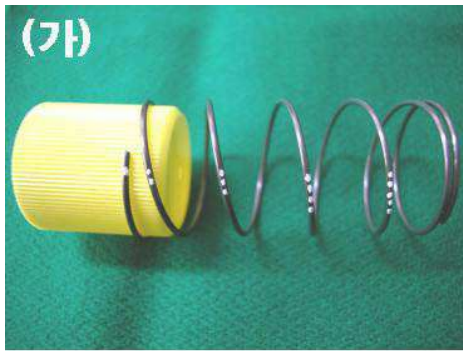
(나)



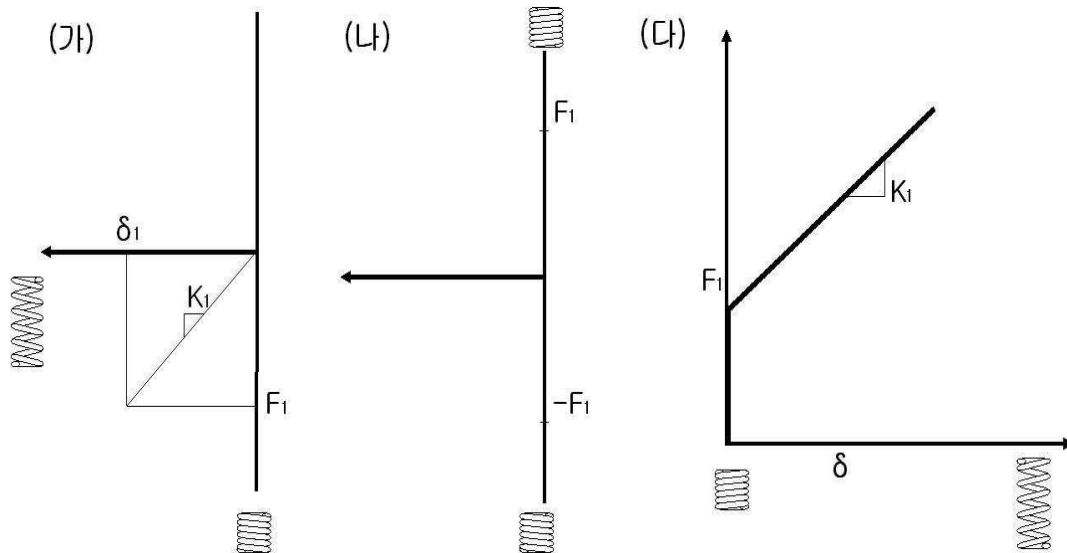
도면3



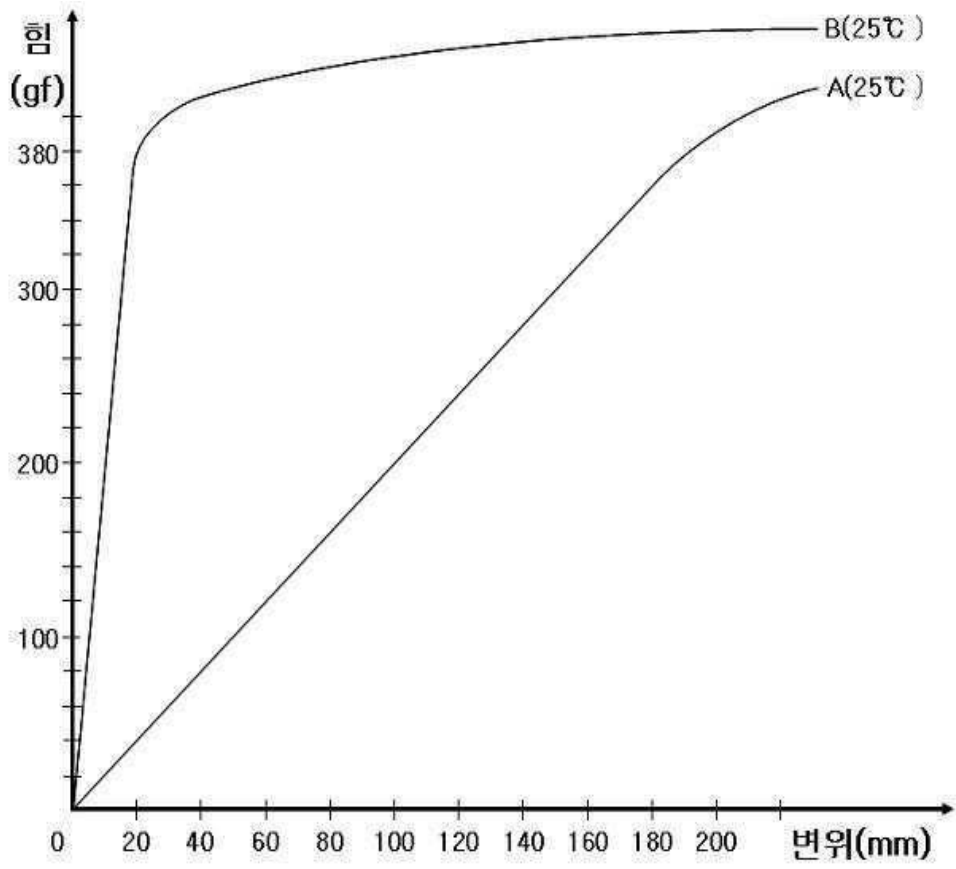
도면4



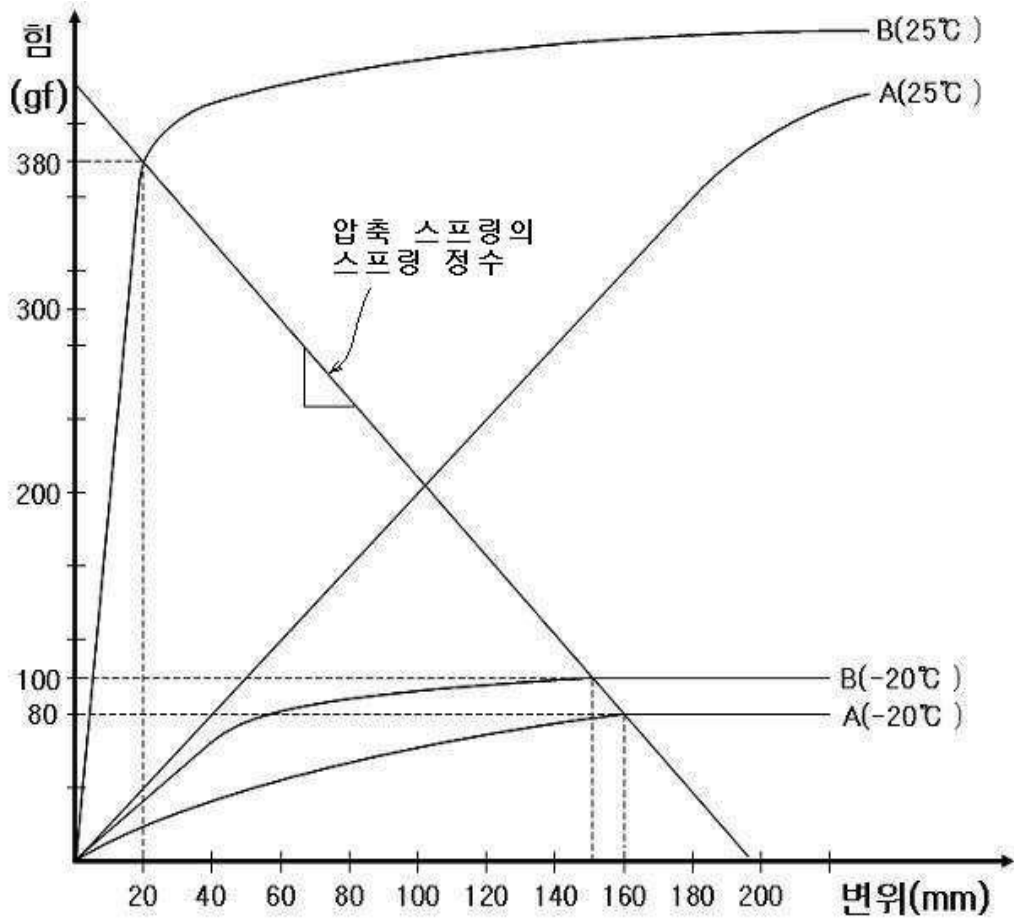
도면5



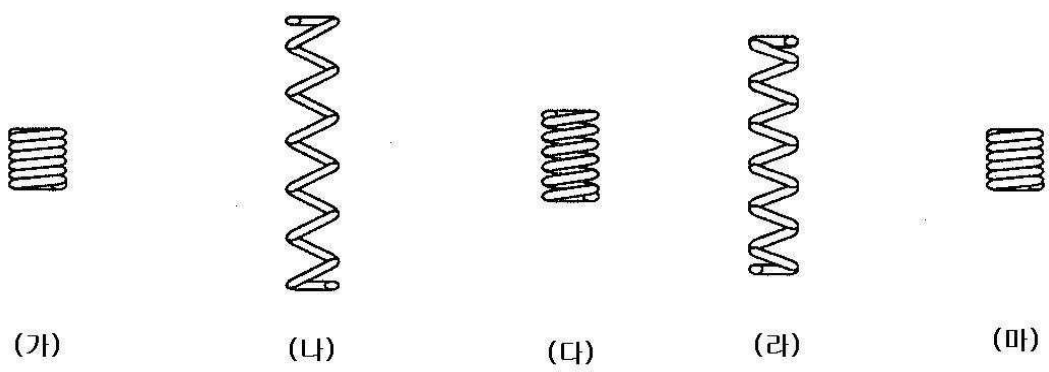
도면6



도면7



도면8



도면9

