



대표도

도 5

특허청구의 범위

청구항 1.

가이드 재킷(1)과 상기 재킷 내에서 축방향으로 이동하는 피스톤(2)을 포함하고, 상기 피스톤(2)은 다층 압전 물질로 된 복수의 연속적인 단편(a,b,c)을 포함하는 액추에이터로서, 상기 액추에이터는 상기 단편을 상기 가이드 재킷(1)에 대하여 고정되도록 팽창시키고 다른 단편은 상기 가이드 재킷(1) 내에서 신장되도록 상기 단편들에 제어 전압을 인가하는 제어 수단을 포함하고, 이러한 팽창 및 신장은 상기 재킷(1) 내에서 피스톤(2)이 이동하는 순서대로 상기 제어 수단에 의해 제어되는 액추에이터에 있어서,

상기 제어 수단은 각 단편이 줄어들어 가이드 재킷(1)에 고정되게 하는 전압과 상기 단편을 신장하여 가이드 재킷(1)에 대하여 고정 해제되게 하는 역 전압을 각 단편에 인가하며, 이러한 두 전압은 피스톤(2) 이동 순서에 따라 상기 단편에 연속적으로 인가되며, 따라서 상기 각 단편은 상기 이동 중 고정 목적 및 고정 해제 목적을 위하여 사용되는 것을 특징으로 하는 액추에이터.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 단편은 피스톤(2)의 축에 대해 횡방향으로 뺀어있는 다수의 전극(3)을 포함하고, 피스톤(2) 내에 뺀어있는 전기 제어 금속부(5)의 일 부분은 상기 피스톤(2)의 높이의 일 부분을 따라 후퇴부(7)로 연장되며, 상기 후퇴부(7)에서는 금속부(5)가 전극(3)과 하나 건너 하나씩 접촉하고, 상기 단편의 전극(3)은 상기 후퇴부(7)에 대하여 교대로 떨어져 있고, 전력을 공급하지 않는 단편의 영역의 금속부(5)는 후퇴부(7)에 대하여 떨어져 있어 상기 단편의 전극(3)과 접촉하지 않는 것을 특징으로 하는 액추에이터.

청구항 3.

제 2 항에 있어서, 상기 피스톤(2)은 상기 단편을 수용하는 금속 케이스를 구비하고, 상기 제어 금속부(5)는 피스톤(2)의 높이를 따라 뺀어있는 홈(6) 내에 수용되는 것을 특징으로 하는 액추에이터.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 가이드 재킷(1)은 내부 실린더(8), 외부 실린더(9) 및 중간 실린더(10)를 포함하며, 상기 중간 실린더(10)의 소재는 내부 및 외부 실린더(8,9) 보다 큰 팽창 계수를 갖는 것을 특징으로 하는 액추에이터.

청구항 5.

제 4 항에 있어서, 상기 중간 실린더(10)는 내부 표면에서 외부 표면으로 방사상으로 뺀어있는 슬롯(11)을 구비하는 것을 특징으로 하는 액추에이터.

청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 제어 수단은, 피스톤(2)이 지지되는 면에서 분리되는 이완을 극복하도록 전진하고 이어서 상기 지지 면에 대하여 응력을 가하도록 하는 순서대로 단편들을 변형시키는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 액추에이터.

## 청구항 7.

제 1 항 내지 6 항 중 어느 한 항에 따른 액추에이터로 구성되는 것을 특징으로 하는 브레이크 액추에이터.

### 명세서

#### 기술분야

본 발명은 능동 피스톤을 구비한 액추에이터에 관한 것이다.

특히, 본 발명의 유리한 응용 분야는 브레이크 액추에이터에 있으며, 특히 항공 분야에 적용될 수 있다.

#### 배경기술

일반적으로, 공지의 브레이크 액추에이터는 매우 큰 힘에 적용할 수 있는 수압 형태의 액추에이터이나, 마모, 온도 변화에 의한 이완을 회복할 수 있는 우수한 성능을 나타내지는 못하였다.

그럼에도 불구하고, 상기의 액추에이터들은 수압을 사용함에 따른 단점을 내포한다. 즉, 누출 위험 및 압력 생성기 (pressure generator)의 필요성 등의 단점이 그것이다.

본 발명의 목적은 이러한 수압 액추에이터의 단점을 극복할 수 있는 액추에이터를 제공하는 것이다.

독립적으로 제어될 수 있는 복수의 연속적인 자기 변형 단편(magneto-strictive segments)으로 구성된 피스톤을 포함하는 액추에이터가 이미 제안되었다.

이에 대해서는, 특허 번호 US 5 281 875, US 5 317 223 및 US 5 039 894를 참조할 있다.

이러한 액추에이터는 피스톤 둘레에 제공되는 자계 생성 수단을 필요로 하며, 이 수단은 복잡하고 특히 부피가 크다.

특히, 이러한 액추에이터는 동일한 부피에서 수압 액추에이터와 동일한 힘을 생성할 수 없다.

또한, 압전기 액추에이터는 가이드 재킷과 이 재킷 내에서 축방향으로 이동하는 피스톤을 포함하고, 상기 피스톤은 다층 압전 물질로 된 복수의 연속적인 단편으로 구성되며, 상기 액추에이터는 상기 단편을 상기 가이드 재킷에 대하여 고정되도록 팽창시키고 다른 단편은 상기 가이드 재킷 내에서 신장되도록 상기 단편들에 제어 전압을 인가하는 제어 수단을 포함하고, 이러한 팽창 및 신장은 상기 재킷 내에서 피스톤이 이동하는 순서대로 상기 제어 수단에 의해 제어된다.

이러한 액추에이터들은 특허 특허번호 FR2702895 및 일본 특허 JP60148389의 요약서에 이미 공지되어 있다. 이러한 액추에이터들은 단편들로 구성되며, 이러한 단편들 중 몇몇은 피스톤의 이동 방향에 수직으로 뻗어있고, 나머지 단편들은 운동 방향으로 뻗어있으며, 이러한 복수의 단편들은 H-형 구조로 배열된다.

그러나, 이러한 구조들은 여전히 매우 고가이며 복잡하다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명은 특히 간단한 압전기 액추에이터 구조를 제안한다.

특히, 본 발명의 액추에이터의 제어 수단은 각 단편(segment)이 줄어들어 가이드 재킷에 고정되게 하는 전압과 상기 단편을 신장하여 가이드 재킷에 대하여 고정 해제되게 하는 역 전압을 각 단편에 인가하며, 이러한 두 전압은 피스톤 이동 순서에 따라 상기 단편에 연속적으로 인가되며, 따라서 상기 각 단편은 상기 이동 중 고정 목적 및 고정 해제 목적을 위하여 사용된다.

이러한 액추에이터 구조는 현재의 수압 회로에 존재하는 가장 높은 압력의 크기와 동일한 정도의 매우 높은 압력(50MPa 내지 100MPa)을 생성할 수 있다. 동일한 지름에 대해서, 압전기 피스톤은 수압 피스톤과 동일한 힘을 생성할 수 있다.

이러한 액추에이터는 바람직하게는 다음의 여러 특징들과 단독으로 또는 기술적으로 가능한 임의의 조합으로 결합 관련될 수 있다:

- 상기 단편은 피스톤의 축에 대해 횡방향으로 뺀어있는 다수의 전극을 포함하고, 피스톤 내에 뺀어있는 전기 제어 금속부의 일 부분은 상기 피스톤의 높이의 일 부분을 따라 후퇴부로 연장되며, 상기 후퇴부에서는 금속부가 전극과 하나 건너 하나씩 접촉하고, 상기 단편의 전극은 상기 후퇴부에 대하여 교대로 떨어져 있고, 전력을 공급하지 않는 단편의 영역의 금속부는 후퇴부에 대하여 떨어져 있어 상기 단편의 전극과 접촉하지 않는다;
  - 상기 피스톤은 상기 단편을 수용하는 금속 케이스를 구비하고, 상기 제어 금속부는 피스톤의 높이를 따라 뺀어있는 홈 내에 수용된다;
  - 상기 가이드 재킷은 내부 실린더, 외부 실린더 및 중간 실린더를 포함하며, 상기 중간 실린더의 소재는 내부 및 외부 실린더 보다 큰 팽창 계수를 갖는다;
  - 상기 중간 실린더는 내부 표면에서 외부 표면으로 방사상으로 뺀어있는 슬롯을 구비한다;
  - 상기 제어 수단은, 피스톤이 지지되는 면에서 분리되는 이완을 극복하도록 전진하고 이어서 상기 지지 면에 대하여 응력을 가하도록 하는 순서대로 단편들을 변형시키는 수단을 포함한다.
- 본 발명의 다른 특징 및 장점은 이하 첨부된 도면을 참조한 비제한적 실시예를 통하여 더 상세히 설명한다.

## 실시예

### 삭제

도 1 및 도 2에 도시된 액추에이터는 실린더를 구성하는 가이드 재킷(1)과 상기 실린더 내에서 축방향으로 슬라이딩하는 피스톤(2)을 포함한다.

피스톤(2)은 복수의 압전 세라믹 단편(segment)으로 구성된다. 특히, 도 1 및 도 2에 도시되고 아래에서 설명하는 실시예에서는, "a", "b" 및 "c"로 표기된 3개의 단편이 있다. 물론, 더 많은 수의 단편이 사용될 수도 있다.

상기 복수의 단편들에는 각각 독립적으로 제어될 수 있도록 전극이 제공된다. 도 2에서,  $V_a$ ,  $V_b$  및  $V_c$ 는 각각 단편 "a", "b" 및 "c"에 인가되는 제어 전압을 나타낸다. 이러한 단편 "a", "b" 및 "c"는 다층 세라믹 단편 또는 단층 세라믹 단편일 수 있다. 다만, 다층 세라믹 단편을 사용하면, 적은 제어 전압을 사용할 수 있다는 장점이 있다.

이러한 구조는 도 3a 내지 도 3e에 도시된 원리에 의해 작동된다.

이완(슬랙(slack))된 브레이크 메카니즘을 회복시키기 위하여, 소재의 늘림, 줄임 및 소재의 조임을 조합함으로써 피스톤(2)이 실린더 내부에서 이동한다.

아래에서 설명하는 바와 같이, 각각의 단편은 인가 전압이 +V인 경우 늘어나면서 얇아지고, 인가 전압이 -V인 경우 줄어들면서 두꺼워진다. 또한, 휴지 위치에서 피스톤(2)과 가이드 재킷(1) 사이의 유극은 매우 작아서, 단편이 두꺼워지면 그 위치에 고정되고, 단편이 신장되면 고정이 해제된다.

도 3a는, 피스톤(2)이 휴지 위치에 있을 때를 도시한 것이다.

### 삭제

도 3a에서 두 개의 화살표는 도 3b 내지 3e에도 표시되어 있으며, 이는 피스톤(2)의 진행을 보여주는 것이다.

첫 번째 단계에서(도 3b), 전압  $-V$ 가 단편 "a"에 인가되고, 전압  $+V$ 가 다른 두 개의 단편 "b" 및 "c"에 인가된다.

이때, 단편 "a"만이 실린더에 대해 고정된다. 다른 두 개의 단편은 신장된다.

두 번째 단계에서(도 3c), 단편 "c"에 전압이 역으로 인가되고, 다른 두 개의 단편 "a" 및 "b"의 전압은 변경되지 않는다.

따라서, 단편 "b"는 신장된 상태를 유지하고, 단편 "c"는 초기 위치(도 3a)에 대해 전진한 위치에 고정된다.

세 번째 단계에서(도 3d), 단편 "a" 및 "b"에 인가되는 제어 전압이 역으로 바뀌며, 이에 따라 단편 "b"는 초기 위치(도 3a)에 대해 전진한 위치에서 실린더에 대해 고정되는 반면, 단편 "a"는 가이드 재킷(1)에 대해 더 이상 고정되지 않는다.

마지막으로, 네 번째 단계에서(도 3e), 전체 피스톤이 도 3a에 도시된 위치에 대해 전진된 위치로 돌아가도록 단편 "a"에 대한 제어 전압이 역으로 바뀐다.

이러한 네 개의 단계는 피스톤과 브레이크 메카니즘 사이의 이완이 회복될 때까지 반복될 수 있다.

따라서, 피스톤이 이완된 브레이크 메카니즘을 회복시키고 나면, 도 3b 또는 도 3e에 대응하는 위치에서 정지된다. 이때, 압력은,  $V_a$ ,  $V_b$  및  $V_c$ 를  $-V$ 로 동일하게 제어함으로써 빠르고 정밀하게 제어될 수 있다.

실시예에 따라, 피스톤(2)의 단편은 다층 실린더일 수 있으며, 또는 지름 25mm, 두께 50mm를 갖는 다층 디스크일 수 있다.

피스톤(2)은 바람직하게는 얇은 금속 슬리브인 케이스(E)(도 1)를 포함한다.

이러한 금속 케이스(E)는 압전 단편에서 발생하는 제조 공차와 관련된 문제를 해결할 수 있는 장점이 있다.

특히, 케이스(E)를 구비한 피스톤(2)은 적절한 정밀도(지름 25mm에 대해  $5\mu\text{m}$ 보다 양호한)의 바람직한 지름을 얻기 위하여 외부적으로 재가공될 수 있다.

케이스(E)는 휴지 상태의 세라믹의 지름과 동일하거나 약간 작은 내부 지름을 가지도록 선택된다.

세라믹은 복수의 단편의 압축의 장점을 얻기 위하여  $V_a = V_b = V_c = +V$ 로 설정함으로써 케이스(E) 내로 슬라이딩된다.

일 변형으로서 또는 부가적으로, 케이스(E)는 결합 중 가열되어 팽창될 수 있으며, 이는 특히 케이스(E)의 두께가 피스톤(2)의 지름보다 작다는 사실 때문에 가능하다.

또한, 케이스(E)에는 마찰 계수를 최적화하기 위한 표면 처리를 수행할 수 있다.

더욱이, 도 4 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 피스톤(2) 내부에 전극(3)이 유지되도록 하고, 피스톤(2) 내에 형성된 홈(6)을 따라 뻗어있는 금속부(5)에 의해 전력이 제공될 수 있다.

이러한 홈(6)은 특히 전력을 공급할 단편(특히 단편 "a") 전체 높이에 대해 뻗어있는 후퇴부(setback)(7)를 포함하고, 이러한 후퇴부(7)는 내부로 들어가 있어 그 금속부(5)가 전극(3)과 접촉한다.

따라서, 전극(3)은 피스톤(2)의 최외곽 면에 닿아 있지 않고, 도 4에 도시된 바와 같이 피스톤(2) 지름의 일측면 또는 다른 측면으로부터 교대로 떨어져 있다.

도 6 및 도 7a 내지 도 7c에 도시된 바와 같이, 홈(6)은 바람직하게는 피스톤(2) 둘레에 떨어져서 배치된다.

홈은 모두 피스톤(2)의 동일 단부에서 연장되어, 전력을 공급하는 단편의 후퇴부(7)를 갖는 높이까지 이어진다. 금속부(5)가 전력을 공급하지 않는 단편을 갖는 레지스터에서, 이러한 홈(6)의 바닥은 후퇴부(7)의 바닥에 대해 외부로 떨어져 있어 상기 금속부(5)는 전극(3)과 접촉하지 않는다.

도 6에서, 두 개의 원 (5a 및 5b)은 여러 금속부(5)에 대한 전원 공급회로를 나타낸다.

또한, 예컨대 항공기 브레이크 작동 중과 같이 높은 수준의 스트레스가 가해질 때, 브레이크의 온도가 상승된다는 것이 알려져 있다.

이러한 상당한 온도 상승은 압전 세라믹이 분극화되도록 한다. 이러한 분극화가 시작되는 온도는 Curie 온도 약 100°C 아래일 수 있으며, 이는 소프트 세라믹에 대해서는 약 130°C, 하드 세라믹에 대해서는 약 230°C의 온도를 제공한다.

분극화의 위험을 피하기 위하여, 브레이크 작동 후 전기적인 제어는 모든 피스톤 단편에 동일한 전압을 적용한다. 이 전압은 최대 사용 전압보다 더 높을 수 있다. 그 효과는 온도가 높은값에서 상온으로 떨어지는 동안 세라믹을 분극화하는 것이다.

위에서 기술된 실시예는 피스톤(2) 및 피스톤이 슬라이딩하는 실린더 사이의 기계적 유극이 고정시 피스톤(2)이 신장하는 것에 비해 휴지 상태에서 매우 작은 것으로 가정한다(본 실시예에서는 10 $\mu$ m).

주어진 온도(예컨대, 상온)에서 유극을 수  $\mu$ m 조절하는 것이 가능하다.

그러나, 브레이크에서 발생할 수 있는 -60°C 내지 +200°C의 행정 온도에 대해 이러한 유극을 보존하는 것은 어렵다. 서로 다른 열 팽창 계수를 갖는 피스톤(2)과 실린더 사이의 팽창 차이 때문이다.

고 정밀도 편성이 필요하다. 불행하게도, 피스톤에 사용되는 압전 세라믹은 매우 작은 또는 심지어 음의 팽창 계수를 갖는 것으로 밝혀졌다. 따라서, 정확하게 맞는 계수를 갖는 실린더의 소재를 찾는 것은 쉽지 않으며, 특히 실린더는 기계적인 강도, 가공성 등과 같은 다른 특성을 갖추어야 하기 때문에 더 어렵다.

도 8에 도시된 가이드 재킷 또는 실린더 구조는 종래의 소재를 사용한 구조 설계에서 이러한 맞춤 및 조절이 가능하다. 이 장치는 동축으로 조립된 세 개의 소재로 구성된다.

이는 피스톤(2)이 슬라이딩하는 내부 실린더(8), 외부 실린더(9), 및 내부 실린더(8)와 외부 실린더(9) 사이에 뻗어있는 중간 실린더(10)를 포함한다.

외부 실린더(9)는 내부 실린더(8) 및 중간 실린더(10)를 죄어 응력을 제공한다.

중간 실린더(10)는 내부 실린더(8)의 체너레이터 라인부터 뻗어있는 방사상 슬롯(11)을 구비한다. 이러한 슬롯(11)은 내부 실린더(8)의 외면에 인접하는 깊이를 가지고, 개방되어 있을 수 있다.

내부 실린더(8)와 외부 실린더(9)의 소재는 낮은 팽창 계수를 갖도록, 그러나 피스톤의 팽창 계수보다 수치적으로 크도록 선택된다.

중간 실린더(10)의 소재 더 큰 팽창 계수를 갖도록 선택된다.

온도가 상승될 때, 실린더(10)는 방사상으로 팽창되나, 더 작게 팽창되는 실린더(9)에 의해 그 팽창 정도는 소정 범위로 제한된다.

결론적으로, 불가능한 외부 팽창은 방사상으로 압축된 내부 실린더(8)로 전환된다. 슬롯(11)은 실린더(10)가 내부로 팽창하는 것을 방지하는 정방사상(orthoradial) 응력을 방지하는 것이 주요한 기능이다. 슬롯(11) 때문에 실린더(8)에 주름이 형성되지 않도록 하기 위하여, 상기 슬롯의 폭은 상기 실린더(8)의 두께보다 작게 선택한다. 중간 실린더(10)의 팽창은 외부 실린더(9)가 팽창하는 것을 억제하고, 외부 실린더(9)가 압축될 때 내부 실린더(8)에 압력을 가한다. 외부 실린더(9)와 내부 실린더(8)의 상대적 변형은 그 강성(stiffness)에 역으로 비례한다. 외부 실린더(9)가 더 두껍고 강성이 증가할수록, 내부 실린더(8)에 더 큰 압축력이 가해진다.

결론적으로, 내부 실린더(8)의 내부 팽창 계수는 외부 실린더(9)의 두께에 작용함으로써 조절된다. 따라서, 외부 가공은 내부 팽창 계수를 최종 조절하는 수단을 구성하며, 이러한 계수는 더 큰 수치 값으로만 변형될 수 있는 것을 알 수 있다.

물론, 상기 설명에서 사용된 "실린더"라는 용어는 넓게 해석되어야 한다. 이 용어는 일반적으로 공통 접촉면에 놓인 한 세트의 평행 제너레이터 라인에 의해 한정된 모든 형태를 포함한다.

**산업상 이용 가능성**

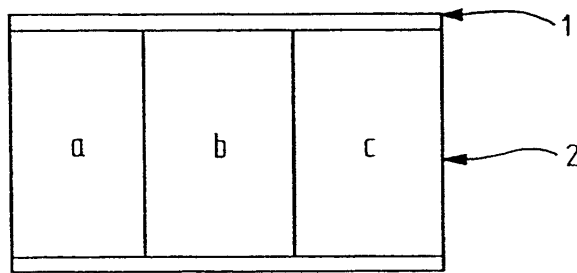
상기에서 기술한 액추에이터는 바람직하게는 브레이크 캘리퍼를 조정하는 데에 사용되며, 특히 항공기 브레이크의 캘리퍼를 조정하는 데에 사용된다.

**도면의 간단한 설명**

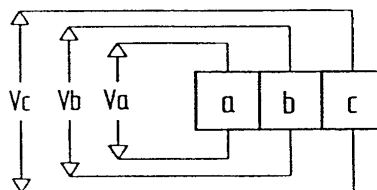
- 도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 액추에이터, 특히 이러한 액추에이터의 피스톤의 도면;
- 도 3a 내지 3e는 도 1에 도시된 피스톤을 포함하는 액추에이터가 작동하는 방법을 도시한 도면;
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 액추에이터의 피스톤에 전극이 배치되는 방법을 도시한 축방향 단면도;
- 도 5는 도 4의 피스톤을 더 상세하게 도시한 부분 단면도;
- 도 6은 도 5의 액추에이터의 정면도;
- 도 7a 내지 도 7c는 다양한 세라믹 그룹의 연결을 도시한 도면;
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 액추에이터에 사용되는 가이드 재킷의 단면도이다.

**도면**

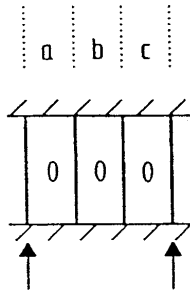
도면1



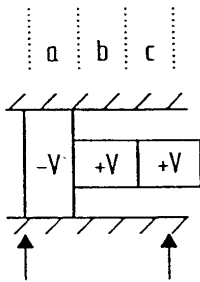
도면2



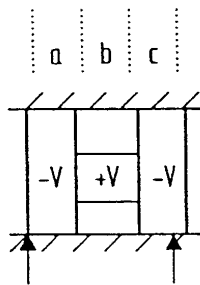
도면3a



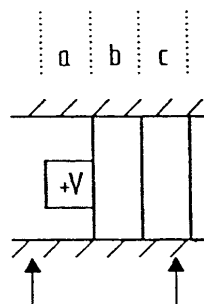
도면3b



도면3c

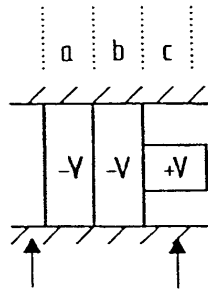


도면3d

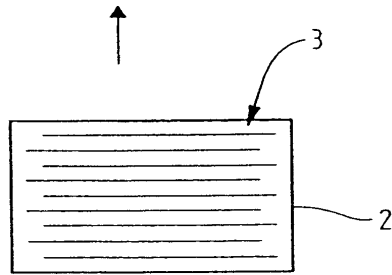




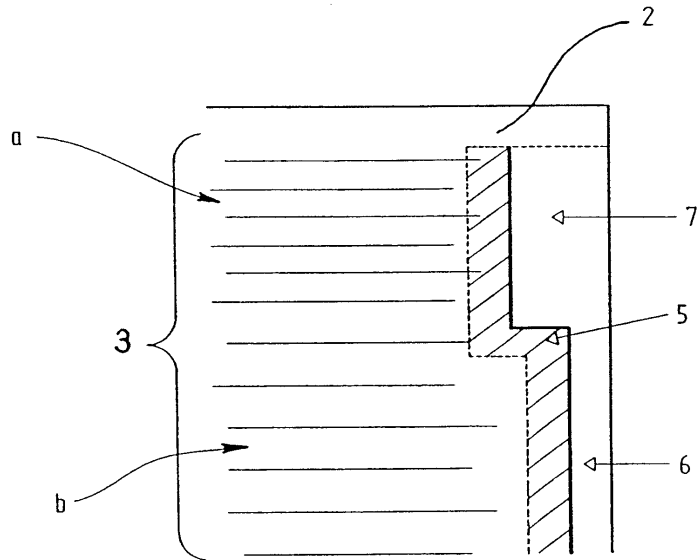
도면3e



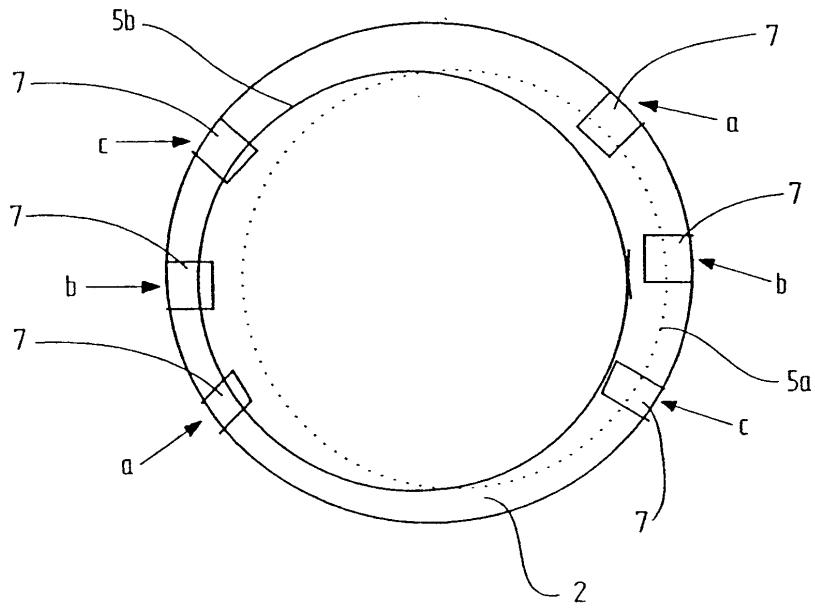
도면4



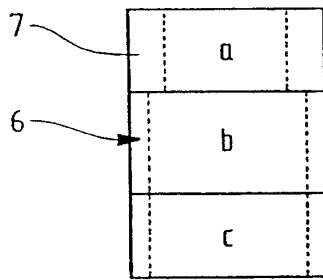
도면5



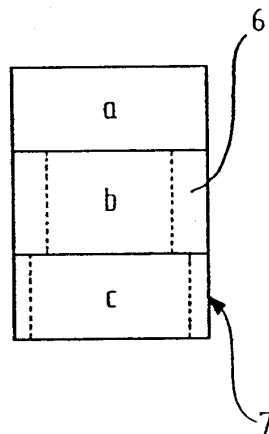
도면6



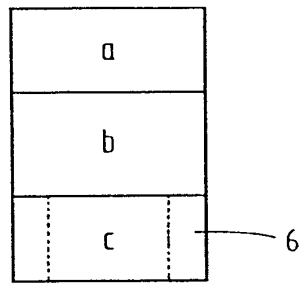
도면7a



도면7b



도면7c



도면8

