

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018년 5월 24일 (24.05.2018) WIPO | PCT

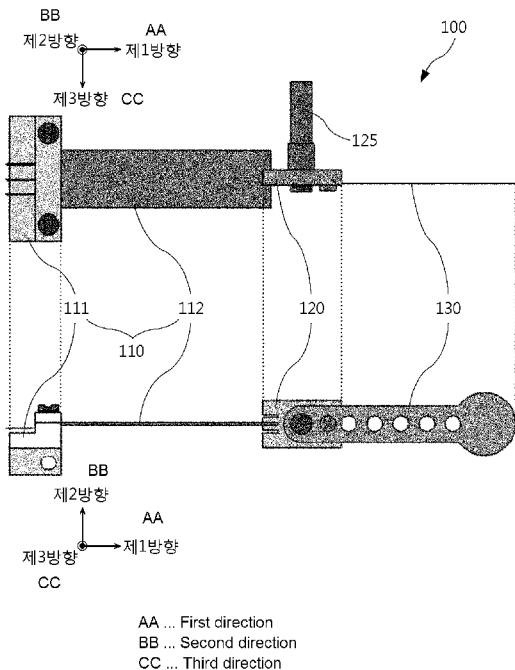


(10) 국제공개번호
WO 2018/092946 A1

- (51) 국제특허분류: *H05H 3/02* (2006.01) *G01J 3/42* (2006.01)
H01S 3/121 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/013321
- (22) 국제출원일: 2016년 11월 18일 (18.11.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (71) 출원인: 한국표준과학연구원 (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) [KR/KR]; 34113 대전시 유성구 가정로 267, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 박창용 (PARK, Chang Yong); 34113 대전시 유성구 가정로 276 한국표준과학연구원, Daejeon (KR). 유대혁 (YU, Dai Hyuk); 34113 대전시 유성구 가정로 276 한국표준과학연구원, Daejeon (KR). 이원규 (LEE, Won Kyu); 34113 대전시 유성구 가정로 276 한국표준과학연구원, Daejeon (KR). 허명선 (HEO, Myoung Sun); 34113 대전시 유성구 가정로 276 한국표준과학연구원, Daejeon (KR). 김휘동 (KIM, Huidong); 34113 대전시 유성구 가정로 276 한국표준과학연구원, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 플러스 (PLUS INTERNATIONAL IP LAW FIRM); 35209 대전시 서구 한밭대로 809 10층, Daejeon (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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 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).

(54) Title: ATOMIC BEAM SHUTTER EMPLOYING PIEZOELECTRIC BENDING ACTUATOR

(54) 발명의 명칭: 벤딩 피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an atomic beam shutter which is configured to be opened and closed using a piezoelectric bending actuator, thereby being unaffected by a magnetic field, having good compatibility in an ultra-high vacuum (UHV), generating little mechanical vibration, having a long life, and showing a quick response.

(57) 요약서: 본 발명의 목적은, 벤딩 피에조 액추에이터를 이용하여 개폐가 이루어지도록 구성됨으로써, 자기장의 영향이 없고, 초고진공(UHV)에서의 적합성이 좋고, 기계적 진동이 적고, 수명이 길고, 응답이 빠른 원자빔 셔터를 제공함에 있다.

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 벤딩 피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터 기술분야

- [1] 본 발명은 벤딩 피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터에 관한 것으로, 보다 상세하게는 자기장의 영향이 없고, 초고진공(UHV)에서의 적합성이 좋고, 기계적 진동이 적고, 수명이 길고, 응답이 빠른, 벤딩 피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 원자빔(atomic beam)은 도플러-프리 분광법(Doppler-free spectroscopy)이나 초저온원자(ultra cold atom) 연구를 위한 레이저 냉각 및 자기광포획 등과 같은 수없이 다양한 원자물리 실험에서 원자 소스로서 널리 사용되고 있다. 이러한 실험들의 성공 여부는, 원자 플럭스의 고속 처리 및 고온의 오븐으로부터 발생하는 원하지 않는 영향의 적시 방지에 종종 크게 영향을 받는다.
- [4] 일반적인 레이저빔 시스템과 유사하게 원자빔 시스템에도 빔 셔팅을 위한 셔터 시스템이 구비된다. 셔터 시스템의 기본적인 요건은 레이저빔, 원자빔 등과 같은 에너지를 완전히 기계적으로 차단할 수 있어야 한다는 것으로, 따라서 당연히 셔터 시스템에는 물리적인 차단 구조물 및 이를 움직이는 구동장치가 포함된다. 이러한 구동장치로서는, 일반적으로 스텝 모터, 서보 모터, 솔레노이드 코일, 공압 장치 등이 사용되는데, 이들은 실용성 및 신뢰성이 좋다는 장점이 있다. 이러한 빔 셔터의 예시로서, 미국특허등록 제5596590호("Beam diverting shutter for a laser beam", 1997.01.21)에 개시된, 롤러 베어링에 의한 지지체에 결합되어 셔터 역할을 하는 슬라이드 요소를 포함하여 이루어지는 레이저 빔을 위한 빔 방향 전환 셔터, 일본특허공개 제1993-277765호("펄스 레이저 가공기", 1993.10.26)에 개시된, 레이저 발전기 전방에 구비되어 개폐됨으로써 펄스 레이저를 on/off하는 빔 셔터 등이 있다. 그러나 이러한 기존의 구동장치들을 사용하는 빔 셔터의 경우, 원하지 않는 자기장이 생성된다는 약점이 있으며, 또한 움직이는 부품들이 상대적으로 상당히 무거워서, 고속으로 작동되는 실험 장치의 기계적 진동으로 인하여 셔터 반응 시간에 제한이 발생한다는 문제점 또한 있다.
- [5] 한편, 원자시계는 위성위치확인시스템(GPS)과 휴대전화, 방송 등 정확한 시간을 요구하는 모든 분야에서 필수적으로 요구되는 것으로서, 현재까지 널리 사용되어 온 원자시계는 레이저를 이용하여 절대온도 0도에 가까운 극저온으로 온도를 낮춘 세슘 원자의 진동 주파수를 이용하여 시간을 측정하도록 이루어져 있다. 그러나 이런 주파수의 정확한 측정치를 왜곡하는 요인들이 있으며, 원자시계의 정확도를 더욱 높이기 위한 다양한 연구가 이루어지고 있다.

이테르븀(ytterbium) 광격자시계(optical lattice clock)는 바로 이러한 연구의 일환으로 개발된 것으로서, 레이저 빔으로 이루어진 격자 상자 속에 이테르븀 원자를 가두고 다른 유형의 레이저 파를 쏘아 원자의 에너지 준위를 여기시키는 방식을 사용한다. 이러한 이테르븀 광격자시계는 현재의 세슘 원자를 사용하는 원자시계에 비해 오차수준을 100분의 1 정도까지 줄여줄 수 있다고 알려져 있다.

- [6] 이러한 이테르븀 광격자시계에서도 물론 셔터가 사용되는데, 앞서 설명한 바와 같이 기존의 스텝 모터, 서보 모터 등과 같은 구동장치를 사용하는 셔터를 사용할 경우 원치 않는 자기장이나 기계적 진동 발생 등과 같은 문제 요인 때문에 불확도를 더욱 개선시키는데 한계가 있다. 이처럼, 이테르븀 광격자시계 등과 같이 초고도의 정확성을 요하는 장치에 적용할 수 있도록, 자기장의 영향이 없고, 초고진공(UHV)에서의 적합성이 좋고, 기계적 진동이 적고, 수명이 길고, 응답이 빠른 셔터에 대한 개발 요구가 당업자들 사이에 꾸준히 있어 왔다.

[7]

[8] [선행기술문헌]

[9] [특허문헌]

[10] 1. 미국특허등록 제5596590호("Beam diverting shutter for a laser beam", 1997.01.21)

[11] 2. 일본특허공개 제1993-277765호("펄스 레이저 가공기", 1993.10.26)

[12]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [13] 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은, 벤딩 피에조 액추에이터를 이용하여 개폐가 이루어지도록 구성됨으로써, 자기장의 영향이 없고, 초고진공(UHV)에서의 적합성이 좋고, 기계적 진동이 적고, 수명이 길고, 응답이 빠른 원자빔 셔터를 제공함에 있다.

[14]

과제 해결 수단

- [15] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 벤딩 피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터(100)는, 고정 지지되며 외부로부터 전력을 인가받는 베이스(111), 일측 끝단이 상기 베이스(111)에 고정되며, 제1방향으로 연장되고 전력 인가에 따라 벤딩되어 타측 끝단이 제1방향에 수직한 제2방향으로 움직이도록 형성되는 벤딩암(112)을 포함하여 이루어지는 벤딩 피에조 액추에이터(110); 일측 끝단이 상기 벤딩 피에조 액추에이터(110)의 타측 끝단에 연결되며, 고정 지지된 레버축(125)을 중심으로 회전 가능하게 구비되는 레버(120); 일측 끝단이 상기 레버(120)의 타측 끝단에 연결되며, 제1방향으로 연장되어 상기 레버(120)의 회전에 따라 타측 끝단이 제2방향으로 움직이도록

형성되는 플래그(130); 를 포함하여 이루어지며, 제1방향 및 제2방향에 수직한 방향을 제3방향이라 할 때, 상기 플래그(130)의 타측 끝단에 의하여 제3방향으로 진행하는 원자빔의 셔터링이 이루어질 수 있다.

[16] 이 때, 상기 벤딩암(112)은 제1방향으로 연장되며 제1방향-제3방향 평면상의 평판 형상으로 이루어지며, 상기 플래그(130)는 제1방향으로 연장되며 제1방향-제2방향 평면상의 평판 형상으로 이루어질 수 있다.

[17] 또한 상기 레버(120)는, 중심에 상기 레버축(125)이 연결되며, 타측에 상기 플래그(130)의 일측 끝단이 고정 연결되는 몸체(121A), 상기 몸체(121A)의 타측 끝단에 형성되며, 상기 벤딩암(112)의 타측 끝단이 삽입 연결되는 홈부(122A)를 포함하여 이루어질 수 있다.

[18] 이 때 상기 홈부(122A)는, 적어도 하나 이상 형성되며, 복수 개 형성될 경우 제2방향으로 병렬 배치될 수 있다.

[19] 또는 상기 레버(120)는, 중심에 상기 레버축(125)이 연결되며, 타측에 상기 플래그(130)의 일측 끝단이 고정 연결되는 플래그측몸체(121B), 일측에 상기 벤딩암(112)의 타측 끝단이 고정 연결되는 벤딩암측몸체(122B), 상기 플래그측몸체(121B) 및 상기 벤딩암측몸체(122B)를 연결하는 연결부(123B)를 포함하여 이루어질 수 있다.

[20] 이 때 상기 레버(120)는, 상기 연결부(123B)의 폭이 상기 플래그측몸체(121B) 및 상기 벤딩암측몸체(122B)의 폭보다 상대적으로 작게 형성되어, 상기 연결부(123B)가 탄성힌지 역할을 하도록 형성될 수 있다.

[21] 또한 상기 레버(120) 및 상기 플래그(130)는, 볼팅에 의해 연결될 수 있다.

[22] 또는 상기 플래그(130)는, 일측 끝단에 상기 레버축(125)이 관통하는 관통구멍(131) 및 제2방향을 따라 양측으로 돌출되는 가이드(132)가 형성되며, 상기 레버축(125)이 상기 관통구멍(131)에 삽입되고, 상기 가이드(132)가 벤딩되어 상기 레버(120) 타측 끝단을 감싸도록 형성되어, 상기 레버(120) 및 상기 플래그(130)가 연결될 수 있다.

[23] 또한 상기 레버(120)는, 테플론으로 이루어질 수 있다.

[24]

발명의 효과

[25] 본 발명에 의하면, 벤딩 피에조 액추에이터 및 이에 연결되는 로테이팅 암을 사용하여, 관성 모멘트를 줄이고 더욱 가볍고 단순한 구조를 가지는 셔터 시스템을 구현할 수 있다는 큰 효과가 있다. 보다 상세히는, 본 발명에서는 기본적으로 피에조 액추에이터를 사용하여 셔터링 동작의 구동을 인가하기 때문에, 스텝 모터, 서보 모터, 솔레노이드 코일, 공압 장치 등과 같은 상대적으로 무거운 부품들을 포함하여 구성되는 종래의 구동장치들에 비해 훨씬 빠른 응답속도, 진동 및 소음 저감 등 우수한 동적특성을 얻을 수 있다. 또한 종래의 구동장치들에 비해 자기장 발생의 영향이 훨씬 적어 실험 결과에 끼치는 원치

않는 영향을 크게 저감할 수 있는 효과도 있다. 뿐만 아니라 벤딩 피에조 액추에이터 및 로테이팅 압의 연결부에서의 마찰력을 줄이는 구성을 도입함으로써, 움직이는 부분에서의 마모나 손상 등으로 인한 수명 저하 문제를 방지하여, 결론적으로는 수명을 크게 늘릴 수 있는 큰 효과가 있다. 또한 본 발명의 장치의 부품들은 초고진공(UHV)에서의 적합성이 뛰어나, 원자빔 셔터로서 사용되기에 매우 적합하다는 장점 또한 있다.

[26] 실제로 본 발명에 의한 장치를 사용하여 실험한 바에 따르면, 셔터링 동작이 13.2ms 정도의 매우 적은 시간 차이만으로 이루어져, 기존의 장치들에 비해 응답 속도가 향상되었음을 확인하였다. 또한 아주 오랜 반복 동작을 하여도 시간 차이 편차가 약 0.02~0.03ms 정도가 될 정도로 안정적인 셔터링이 가능함을 확인하였다. 더불어 파손 없이 2.6×10^7 회 정상 동작에 성공하여 기존에 비해 수명이 크게 늘어남을 확인하였고, 10^{-9} torr의 초고진공 환경에서도 문제없이 동작함을 확인하였다.

[27] 즉 본 발명에 의한 벤딩 피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터는, 자기장의 영향이 없고, 초고진공(UHV)에서의 적합성이 좋고, 기계적 진동이 적고, 수명이 길고, 응답이 빠른 장점을 가진다. 이에 따라 구체적인 예로써 원자빔 셔터가 사용되는 이테르븀(ytterbium) 광격자시계(optical lattice clock)의 불확도를 10^{-18} 까지 개선시키는 것이 가능하다는 효과 등을 얻을 수 있음은 물론이다.

[28]

도면의 간단한 설명

- [29] 도 1은 벤딩 피에조 액추에이터의 한 실시예.
- [30] 도 2는 벤딩 피에조 액추에이터의 상용화 제품의 한 실시예.
- [31] 도 3은 본 발명의 원자빔 셔터의 개략도.
- [32] 도 4는 본 발명의 원자빔 셔터의 레버의 한 실시예.
- [33] 도 5는 본 발명의 원자빔 셔터의 레버의 다른 실시예.
- [34] 도 6은 본 발명의 원자빔 셔터의 동적특성 설명.
- [35] 도 7은 본 발명의 원자빔 셔터의 실제 실험 사진.
- [36] 도 8 내지 도 11은 도 7의 원자빔 셔터의 실험 결과.
- [37] 도 12는 본 발명의 원자빔 셔터의 셔터링 성능 실험을 위한 실험 장치.
- [38] 도 13 내지 도 15는 도 12의 실험 장치에 의한 실험 결과.

[39]

[40] **부호의 설명**

- [41] 100: (본 발명의) 원자빔 셔터 110: 벤딩 피에조 액추에이터
- [42] 111: 베이스 112: 벤딩압
- [43] 120: 레버
- [44] 121A: (레버 제1실시예의) 몸체
- [45] 122A: (레버 제1실시예의) 홈부

- [46] 121B: (레버 제2실시예의) 플래그측몸체
- [47] 122B: (레버 제2실시예의) 벤딩압측몸체
- [48] 123B: (레버 제2실시예의) 연결부
- [49] 125: 레버축 130: 플래그
- [50]

발명의 실시를 위한 형태

- [51] 이하, 상기한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 벤딩 피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터를 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.
- [52]
- [53] 도 1은 벤딩 피에조 액추에이터의 한 실시예의 구성도를 도시하고 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 벤딩 피에조 액추에이터는 클램프에 의해 일측 끝단이 지지되며 어느 한 방향으로 연장되는 플레이트 형태로 이루어지며, 일측 끝단을 통해 전력이 인가되면 플레이트 몸체가 벤딩되어 타측 끝단이 상하방향으로 이동 가능하도록 형성된다. 도 1의 회로도로부터 유추되는 바와 같이, 벤딩 피에조 액추에이터는 인가되는 전력의 방향, 크기, 주기 등을 조절함으로써 벤딩의 방향, 정도, 주기 등을 용이하게 조절할 수 있다. 도 2는 이러한 벤딩 피에조 액추에이터의 상용화된 제품 사진의 한 실시예를 도시하고 있다.
- [54] 이와 같은 벤딩 피에조 액추에이터는, 스텝 모터, 서보 모터, 솔레노이드 코일, 공압 장치 등과 같은 상대적으로 무거운 부품들을 포함하여 구성되는 종래의 구동장치들에 비해 훨씬 빠른 응답속도, 진동 및 소음 저감 등 우수한 동적특성을 얻을 수 있다. 또한 앞서 설명한 바와 같이 원자빔 셔터의 경우 원하지 않는 자기장의 영향을 최소화하는 것이 필요한데, 벤딩 피에조 액추에이터의 경우 도 1의 회로도에서 확인되는 바와 같이 강한 자기장이 발생되는 부품이 없다. 종래의 원자빔 셔터의 경우 구동장치로서 모터나 솔레노이드를 사용하는 경우 필연적으로 원하지 않는 강한 자기장이 발생하며, 이러한 원하지 않는 자기장의 발생은 원자빔 셔터를 포함하여 이루어지는 장치의 불확도를 저하시키는 원인이 되기도 한다. 그러나 벤딩 피에조 액추에이터를 이용한다면 이러한 문제를 원천적으로 해소할 수 있다.
- [55]
- [56] 한편 상술한 바와 같은 벤딩 피에조 액추에이터를 원자빔 셔터에 적용하여 셔터 장치를 구성함에 있어서, 우수한 동적 특성을 확보할 수 있도록 최소한의 간단한 구조로 효과적인 셔터링이 이루어질 수 있게 구성되어야 한다. 이하에서 설명될 본 발명의 원자빔 셔터는 바로 이러한 관점에서 설계된 것이다.
- [57] 도 3은 본 발명의 원자빔 셔터의 개략도를 도시하고 있다. 도시된 바와 같이 본 발명의 원자빔 셔터(100)는, 벤딩 피에조 액추에이터(110), 레버(120), 플래그(130)를 포함하여 이루어져, 상기 벤딩 피에조 액추에이터(110)의

움직임이 상기 플래그(130)로 전달됨으로써 상기 플래그(130)의 타측 끝단이 움직여서 원자빔의 셔터링이 이루어지게 된다. 도 4 및 도 5는 상기 레버(120)의 여러 구체적인 실시예들을 도시하고 있으며, 도 6은 본 발명의 원자빔 셔터의 동적특성을 설명하기 위한 도면이다. 먼저 도 3을 참조하여 각부에 대하여 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.

- [58] 상기 벤딩 피에조 액추에이터(110)는 도시된 바와 같이 베이스(111) 및 벤딩암(112)을 포함하여 이루어진다. 상기 베이스(111)는 지면 등에 고정적으로 지지되어 상기 벤딩 피에조 액추에이터(110)의 기준점이 되며, 상기 베이스(111)를 통해 외부로부터 전력을 인가받게 된다. 상기 벤딩암(112)은 도시된 바와 같이, 일측 끝단이 상기 베이스(111)에 고정되며, 제1방향으로 연장되고 전력 인가에 따라 벤딩되어 타측 끝단이 제1방향에 수직인 제2방향으로 움직이도록 형성된다.
- [59] 상기 레버(120)는, 일측 끝단이 상기 벤딩 피에조 액추에이터(110)의 타측 끝단에 연결되며, 고정 지지된 레버축(125)을 중심으로 회전 가능하게 구비된다. 즉 상기 레버(120)는, 상기 벤딩암(112) 타측 끝단의 제2방향 움직임을 상기 레버축(125)을 중심으로 한 회전 운동으로 변환하며, 이 회전 운동은 이하에 설명될 상기 플래그(130)로 전달된다.
- [60] 상기 플래그(130)는, 일측 끝단이 상기 레버(120)의 타측 끝단에 연결되며, 제1방향으로 연장되어 상기 레버(120)의 회전에 따라 타측 끝단이 제2방향으로 움직이도록 형성된다. 움직임의 전달을 더욱 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 먼저 상기 베이스(111)를 통해 전력이 인가됨에 따라, 상기 벤딩암(112)의 타측 끝단이 제2방향을 따라 상하로 움직인다. 상기 벤딩암(112)의 타측 끝단과 상기 레버(120)의 일측 끝단이 연결되어 있으므로, 상기 레버(120)의 일측 끝단은 상기 벤딩암(112)의 타측 끝단 움직임과 동일한 방향으로 움직이게 된다. 이 때 상기 레버(120)는 상기 레버축(125)을 중심으로 회전 가능하게 이루어져 있으므로, 상기 레버(120)의 타측 끝단은 상기 레버(120)의 일측 끝단에 대해 점대칭으로 움직이게 되는데, 즉 상기 레버(120)의 일측 끝단이 상향하면 상기 레버(120)의 타측 끝단은 하향하는 식으로 움직이게 된다. 마지막으로 상기 레버(120)의 타측 끝단은 상기 플래그(130)의 일측 끝단에 연결되며, 상기 레버(120)의 타측 끝단이 제2방향을 따라 상하로 움직이는 것이 그대로 확장되어, 궁극적으로 상기 플래그(130)의 타측 끝단도 제2방향을 따라 상하로 움직이게 된다. 제1방향 및 제2방향에 수직인 방향을 제3방향이라 할 때, 원자빔이 제3방향으로 진행되는 경우, 이처럼 상기 플래그(130)의 타측 끝단이 제2방향을 따라 상하로 움직이도록 함으로써, 상기 플래그(130)의 타측 끝단에 의하여 제3방향으로 진행되는 원자빔의 셔터링이 매우 용이하게 이루어질 수 있다.
- [61] 이 때, 상기 벤딩 피에조 액추에이터(110) 자체의 형상적 특성상, 상기 벤딩암(112)은 제1방향으로 연장되며 제1방향-제3방향 평면상의 평판 형상으로 이루어질 수 있다. 또한 이 때 상기 플래그(130)는 제1방향으로 연장되며

제1방향-제2방향 평면상의 평판 형상으로 이루어짐으로써, 제3방향으로 진행되는 원자빔의 셔터링이 용이하게 이루어질 수 있게 한다.

- [62] 상기 플래그(130)의 타측 끝단은, 이러한 원자빔의 셔터링이 보다 효과적으로 이루어질 수 있도록, 도 3에 나타나 있는 바와 같이 길게 연장되는 몸통의 나머지 부분보다 넓은 면적을 가지도록 형성되는 것이 바람직하다. 또한 상기 플래그(130)의 연장되는 몸통 부분은, 장치 전체적인 동적특성을 향상시키도록, 도 3에 나타나 있는 바와 같이 구멍 등이 형성됨으로써 상기 플래그(130) 자체의 무게를 줄이도록 이루어지는 것이 바람직하다.

[63]

- [64] 상술한 바와 같이 본 발명의 원자빔 셔터(100)는, 상기 벤딩 피에조 액추에이터(110)를 사용하여 움직임을 발생시키고, 이 움직임을 상기 레버(120)를 통해 상기 플래그(130)의 움직임으로 전달되어 셔터링이 이루어지게 한다. 즉 요약하자면 본 발명의 원자빔 셔터(100)의 구성은, 상기 벤딩 피에조 액추에이터(110)의 움직임을 확장하여 상기 플래그(130)로 전달하도록 이루어지는 것이다.

- [65] 도 6을 참조할 때, 벤딩 피에조 액추에이터(도 6에서는 Bender PZT로 표시됨)의 움직임은 베이스에 벤딩암 일측 끝단이 고정되어 있고 그 고정점을 중심으로 벤딩암이 회전하는 운동으로 단순화시킬 수 있다. 이에 따라 벤딩암 타측 끝단이 상하 방향으로 움직이게 되는 것이다.

- [66] 이 때, 가장 단순하게 셔터 장치를 설계하고자 할 경우 도 6의 상측 도면에 도시된 바와 같이, 벤딩 피에조 액추에이터 벤딩암 타측 끝단에 더 길게 연장된 확장암(도 6에서는 Extended-arm으로 표시)을 더 구비하는 형태로 구성할 수 있다. 한편 관성모멘트(inertia of moment)는 거리 제곱 및 질량의 곱($I = R^2m$)으로 나타나는데, 벤딩암 길이에 확장암 길이까지 더해진 것이 거리가 되기 때문에 관성모멘트가 불필요하게 커지게 된다.

- [67] 도 6의 하측 도면은, 본 발명의 원자빔 셔터에 상응하는 구성을 도시한 것이다. 즉 벤딩 피에조 액추에이터 벤딩암 타측 끝단에 레버 및 플래그로 이루어지는 회전암(도 6에서는 Rotating-arm으로 표시)을 더 구비하는 형태이다. 도 6 하측 도면에 도시된 바와 같이, 벤딩암 일측 끝단에 회전축이 형성되어 벤딩암 타측 끝단이 상하로 움직이고, 벤딩암 타측 끝단은 회전암 일측 끝단과 연결된다. 이 때 회전암은, 회전암 일측 쪽으로 편향된 위치에 회전축이 형성되어 이를 중심으로 회전 운동을 하게 된다. 따라서 회전암 타측 끝단은 벤딩암 타측 끝단의 상하 방향 움직임이 전달되어 역시 상하로 움직이기는 하되, 그 방향은 반대가 된다.

- [68] 즉 도 6의 하측 도면에 도시된 구성에는 벤딩암 회전축와 회전암 회전축 2개가 존재한다. 따라서 확장암을 쓰는 경우와 비교할 때 전체 길이가 같다면 확장암에서보다 관성모멘트가 훨씬 저감될 수 있는 것이다. 이처럼 관성모멘트를 저감하면 당연히 불필요한 소음, 진동의 저감 및 응답속도 향상

등과 같은 다양한 동적특성이 개선된다. 본 발명은 이처럼, 구조를 최대한 단순화하면서도 동적특성 역시 최대로 개선할 수 있는 최적의 설계 형태를 도입하고 있는 것이다.

[69]

[70] 상기 레버(120)에 대하여 보다 구체적으로 더 설명하자면 다음과 같다.

[71] 먼저 상기 레버(120)의 재질에 대하여 설명하자면, 상기 레버(120)는 테플론으로 이루어지는 것이 바람직하다. 원자빔 셔터의 실제 사용 환경은 초고진공 환경인데, 테플론은 이러한 환경에서 가스 방출(outgasing)이 적기 때문에 환경적인 적합성이 높다. 또한 테플론은 유연성이 좋기 때문에 변형에 대한 대응이 잘 이루어질 수 있다는 장점이 있다. 특히 테플론은 매우 매끄러운 표면을 형성하기 때문에, 상기 레버(120)가 테플론으로 이루어질 경우 상기 레버(120)가 상기 레버축(125)을 중심으로 회전하는 운동에서 발생하는 마찰력이 최소화될 수 있다는 장점이 있다.

[72] 다음으로 상기 레버(120)의 여러 구체적인 실시예에 대하여 설명한다. 도 4 및 도 5는 본 발명의 원자빔 셔터의 레버의 여러 실시예들을 각각 도시하고 있다. 위에서 설명한 바와 같이 본 발명의 원자빔 셔터(100)는 상기 레버(120)가 상기 레버축(125)을 중심으로 회전하여 상기 벤딩암(112)의 움직임에 상기 플래그(130)의 움직임으로 전달해 주도록 이루어지며, 이러한 구성을 통해 관성모멘트를 훨씬 줄일 수 있다. 이하에서는 레버의 여러 실시예 각각의 구체적인 구성에 대하여 보다 상세히 설명한다.

[73] 도 4는 본 발명의 원자빔 셔터의 레버의 한 실시예로서, 도 3에 도시된 실시예와 동일한 것이다. 도 4의 실시예에 따른 상기 레버(120)는, 중심에 상기 레버축(125)이 연결되며, 타측에 상기 플래그(130)의 일측 끝단이 고정 연결되는 몸체(121A), 상기 몸체(121A)의 타측 끝단에 형성되며, 상기 벤딩암(112)의 타측 끝단이 삽입 연결되는 홈부(122A)를 포함하여 이루어진다.

[74] 도 4의 실시예에서 상기 벤딩암(112) 타측 끝단은 상기 홈부(122A)에 끼워져 연결되는데, 이 때 상기 홈부(122A)는 도시된 바와 같이 적어도 하나 이상 형성될 수 있으며, 상기 홈부(122A)가 복수 개 형성될 경우 역시 도시된 바와 같이 제2방향으로 병렬 배치되게 할 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이 상기 홈부(122A)가 여러 개 형성되어 있을 때, 상기 벤딩암(112) 타측 끝단을 중심에 있는 홈부(122A)에 끼울 경우 상기 벤딩암(112)의 상하 움직임이 그대로 편향 없이 상기 플래그(130)의 상하 움직임으로 전달된다. 다른 경우로, 상기 벤딩암(112) 타측 끝단을 상측 또는 하측에 있는 홈부(122A)에 끼울 경우 상기 벤딩암(112)의 상하 움직임이 상기 플래그(130)의 상하 움직임으로 전달되는 과정에서 하측 또는 상측으로 편향이 일어나게 된다. 이러한 편향은 사용자의 목적에 따라 조절할 수 있는데, 예를 들자면 운용 중 장치의 마모, 손상 등으로 인해 장치 형상에 변형이 생겼을 때 이를 보정하기 위하여 조절할 수도 있다. 즉 이러한 여러 가능성을 고려하여 상기 홈부(122A)가 복수 개 형성될 수 있는

것이다.

[75] 도 5는 본 발명의 원자빔 셔터의 레버의 다른 실시예이다. 도 5의 실시예에 따른 상기 레버(120)는, 중심에 상기 레버축(125)이 연결되며, 타측에 상기 플래그(130)의 일측 끝단이 고정 연결되는 플래그측몸체(121B), 일측에 상기 벤딩암(112)의 타측 끝단이 고정 연결되는 벤딩암측몸체(122B), 상기 플래그측몸체(121B) 및 상기 벤딩암측몸체(122B)를 연결하는 연결부(123B)를 포함하여 이루어진다. 상기 벤딩암측몸체(122B)는, 도시된 바와 같이 상기 벤딩암(112) 끝단에 꼭 끼워지는 형태로서 최대한 단순하게 형성될 수 있다.

[76] 이 때 도시된 바와 같이 상기 레버(120)는, 상기 연결부(123B)의 폭이 상기 플래그측몸체(121B) 및 상기 벤딩암측몸체(122B)의 폭보다 상대적으로 작게 형성되게 할 수 있다. 이 경우 상기 연결부(123B)가 탄성힌지 역할을 하게 된다. 탄성힌지(flexure hinge)란 플렉서를 기반으로 한 힌지를 말하는 것으로, 플렉서 구조에 대해 간략히 설명하면 다음과 같다. 어떠한 구조물에서 특정 부분이 주변의 다른 부분에 비해 상대적으로 훨씬 작은 폭을 가질 경우, 외부에서 힘이 가해졌을 때 그 특정 부분에 응력이 집중되어 변형이 발생되는데, 이러한 구조를 플렉서 구조라고 부른다. 이러한 변형이 탄성변형 범위 내에서 이루어지는 경우, 외부로부터 힘이 가해지면 변형이 되어 굽혀지고, 외부로부터 인가된 힘이 사라지면 원래 형태로 되돌아가기 때문에, 마치 힌지와 같이 굽힘-펼침 동작이 반복적으로 가능하게 된다. 이러한 구조상, 일반적인 힌지에서 부품들 간에 발생하는 마찰이 탄성힌지의 경우에는 원천적으로 제거되며, 따라서 인가한 힘에 따른 변위 등이 일반힌지에 비해 훨씬 안정적이고 정확하게 발생된다. 다만 탄성변형 범위에 한계가 있기 때문에, 일반힌지에 비해서 훨씬 변형 가능한 범위는 작게 형성된다. 즉 이러한 탄성힌지는, 미소 변위가 발생되되 정확한 측정이나 제어가 필요한 기술분야의 장치에 널리 사용된다. 본 발명의 원자빔 셔터 내 레버 부근 역시 변위량이 대단히 크지 않되, 원자빔 셔터의 동작 자체에 있어 정확도를 향상하는 것이 필요한 바, 탄성힌지가 도입되기에 매우 적합한 조건이다. 즉 이러한 점들을 고려하여, 상기 연결부(123B)가 탄성힌지 역할을 할 수 있는 형상으로 이루어지는 것이 바람직한 것이다.

[77] 한편, 상기 레버(120) 및 상기 플래그(130)의 연결 형태로 여러 가지로 이루어질 수 있다. 도 4에서는, 상기 레버(120) 및 상기 플래그(130)가 볼팅에 의해 연결되는 실시예가 도시되어 있다. 도 5에서는, 상기 플래그(130)가 일측 끝단에 상기 레버축(125)이 관통하는 관통구멍(131) 및 제2방향을 따라 양측으로 돌출되는 가이드(132)가 형성되는 형태로 이루어진다. 상기 레버축(125)이 상기 관통구멍(131)에 삽입되고, 상기 가이드(132)가 벤딩되어 상기 레버(120) 타측 끝단을 감싸도록 형성됨으로써, 상기 레버(120) 및 상기 플래그(130) 간의 연결이 이루어지게 된다. 즉 도 5의 실시예는 결과적으로 끼움에 의하여 연결이 이루어지는 셈이 된다. 이 때 도 4의 실시예에 볼팅 연결이 도시되고, 도 5의 실시예에 끼움 연결이 도시되나, 이로써 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 도 5의

레버 형태에 볼팅 연결을 도입할 수도 있고, 도 4의 레버 형태에 끼움 연결을 도입할 수도 있는 등 다양한 변경 실시가 가능하다.

[78]

[79] 도 7은 본 발명의 원자빔 셔터의 실제 실험 사진을 도시하고 있는데, 도시된 바와 같이 본 발명의 원자빔 셔터를 사용하여 레이저를 셔터링하는 것으로 실험하였으며, 실제로 이 실험에서 본 발명의 원자빔 셔터는, 파손 없이 2.6×10^7 회 정상 동작에 성공하여 기존에 비해 파손까지의 수명이 크게 늘어남을 확인하였다. 도 8 내지 도 11은 그 실험 결과를 제시하고 있으며, 각각의 결과를 간략히 설명하면 다음과 같다.

[80] 도 8은 벤딩 피에조 액추에이터의 작동 주파수에 따른 플래그의 변위 크기 및 위상 변이를 나타낸 것이다. 도시된 바와 같이 50Hz 정도에서 최대치가 발생하는 것이 확인되는데, 즉 공진주파수가 50Hz 정도라는 것이다. 이는 레이저 셔터로 적용하기에는 상당히 느린 편으로 적합하지 않지만, 원자빔 셔터에서는 사용하기에 매우 적합할 만큼 충분히 빠르다.

[81] 도 9는 트리거 전압, 벤딩 피에조 액추에이터에 인가된 동작 전압, 그리고 본 발명의 원자빔 셔터에 의하여 셔터링된 레이저 광의 측정 전압을 각각 도시하고 있다. 트리거 전압 및 벤딩 피에조 액추에이터에 인가된 동작 전압은 거의 비슷한 신호 파형을 보이고 있으며, 동작 전압과 측정 전압 간의 시간 지연은 $13.0(2.9+10.1) \sim 13.3(4.0+9.3)\text{ms}$ 정도로 나오는 것을 확인할 수 있다. 즉 셔터링 동작이 13.2ms 정도의 매우 적은 시간 차이만으로 이루어져, 기존의 장치들에 비해 응답 속도가 향상되었음을 확인할 수 있다.

[82] 도 10은 개방 동작 시 및 폐쇄 동작 시에서의 이러한 시간 차이를 반복적으로 측정한 결과로서, 상기 실험에서 플래그는 1Hz로 움직였다. 도 10에 나타난 바와 같이 이러한 개폐 동작을 반복하여 실험한 시간이 120000초(=2000분=33.3시간) 이상이 되어도 시간 차이 값 자체는 거의 비슷하게 유지되는 것을 확인할 수 있다.

[83] 도 11은 평균 시간에 따른 이러한 시간 차이의 편차를 나타낸 것이다. 도 11에 나타난 바와 같이, 아주 오랜 반복 동작을 하여도 시간 차이 편차가 약 0.02~0.03ms 정도가 될 정도로 안정적인 셔터링이 가능함을 확인할 수 있다. 즉 본 발명에 의하면 장치가 정확하게 동작하는 수명이 획기적으로 연장되는 것이다.

[84]

[85] 도 12는 본 발명의 원자빔 셔터의 셔터링 성능 실험을 위한 실험 장치를 도시하고 있다. 도 7의 실험 장치는 원자빔 대신 레이저를 사용하여 실험한 것으로, 원자빔 셔터가 도입되는 실제 환경과는 약간의 차이가 있다. 도 12는 실제로 원자빔을 사용한 실험 장치로서, 원자빔 셔터는 10^{-9}torr 정도의 초고진공(UHV) 환경에서 동작하게 된다.

[86] 도 13 내지 도 15은 도 12의 실험 장치에 의한 실험 결과로서, 셔터 트리거

신호와 실제 측정된 원자 개수를 비교한 것이다. 도 13은 수천 ms 단위의 상대적으로 긴 시간 동안의 결과를, 도 14는 셔터 개방 동작 시의 수십 ms 단위로 상대적으로 짧은 시간 동안의 결과를, 도 15는 셔터 폐쇄 동작 시의 수십 ms 단위로 상대적으로 짧은 시간 동안의 결과를 각각 도시하고 있다. 도시된 바와 같이, 셔터링 트리거 신호가 변화하는 것에 대하여 약 20~30ms 정도의 시간 지연만으로 원자빔을 매우 효과적으로 잘 ON/OFF할 수 있음을 확인할 수 있다. 또한 이로써 본 발명의 원자빔 셔터가 10^{-9} torr의 초고진공 환경에서도 문제없이 동작함을 확인할 수 있다.

[87]

[88] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

[89]

산업상 이용가능성

[90]

본 발명에 의한 벤딩 피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터는, 자기장의 영향이 없고, 초고진공(UHV)에서의 적합성이 좋고, 기계적 진동이 적고, 수명이 길고, 응답이 빠른 장점을 가진다. 이에 따라 구체적인 예로써 원자빔 셔터가 사용되는 이테르븀(ytterbium) 광격자시계(optical lattice clock)의 불확도를 10^{-18} 까지 개선시키는 것이 가능하다는 효과 등을 얻을 수 있음은 물론이다.

청구범위

- [청구항 1] 고정 지지되며 외부로부터 전력을 인가받는 베이스(111), 일측 끝단이 상기 베이스(111)에 고정되며, 제1방향으로 연장되고 전력 인가에 따라 벤딩되어 타측 끝단이 제1방향에 수직한 제2방향으로 움직이도록 형성되는 벤딩암(112)을 포함하여 이루어지는 벤딩 피에조 액추에이터(110);
- 일측 끝단이 상기 벤딩 피에조 액추에이터(110)의 타측 끝단에 연결되며, 고정 지지된 레버축(125)을 중심으로 회전 가능하게 구비되는 레버(120); 일측 끝단이 상기 레버(120)의 타측 끝단에 연결되며, 제1방향으로 연장되어 상기 레버(120)의 회전에 따라 타측 끝단이 제2방향으로 움직이도록 형성되는 플래그(130);
- 를 포함하여 이루어지며,
- 제1방향 및 제2방향에 수직한 방향을 제3방향이라 할 때,
- 상기 플래그(130)의 타측 끝단에 의하여 제3방향으로 진행하는 원자빔의 셔터링이 이루어지는 것을 특징으로 하는 벤딩 피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
- 상기 벤딩암(112)은 제1방향으로 연장되며 제1방향-제3방향 평면상의 평판 형상으로 이루어지며,
- 상기 플래그(130)는 제1방향으로 연장되며 제1방향-제2방향 평면상의 평판 형상으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 벤딩 피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서, 상기 레버(120)는,
- 중심에 상기 레버축(125)이 연결되며, 타측에 상기 플래그(130)의 일측 끝단이 고정 연결되는 몸체(121A),
- 상기 몸체(121A)의 타측 끝단에 형성되며, 상기 벤딩암(112)의 타측 끝단이 삽입 연결되는 홈부(122A)
- 를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 벤딩 피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터.
- [청구항 4] 제 3항에 있어서, 상기 홈부(122A)는,
- 적어도 하나 이상 형성되며, 복수 개 형성될 경우 제2방향으로 병렬 배치되는 것을 특징으로 하는 벤딩 피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터.
- [청구항 5] 제 1항에 있어서, 상기 레버(120)는,
- 중심에 상기 레버축(125)이 연결되며, 타측에 상기 플래그(130)의 일측 끝단이 고정 연결되는 플래그측몸체(121B),
- 일측에 상기 벤딩암(112)의 타측 끝단이 고정 연결되는

벤딩암측몸체(122B),

상기 플래그측몸체(121B) 및 상기 벤딩암측몸체(122B)를 연결하는
연결부(123B)

를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 벤딩 피에조 액추에이터를
이용한 원자빔 셔터.

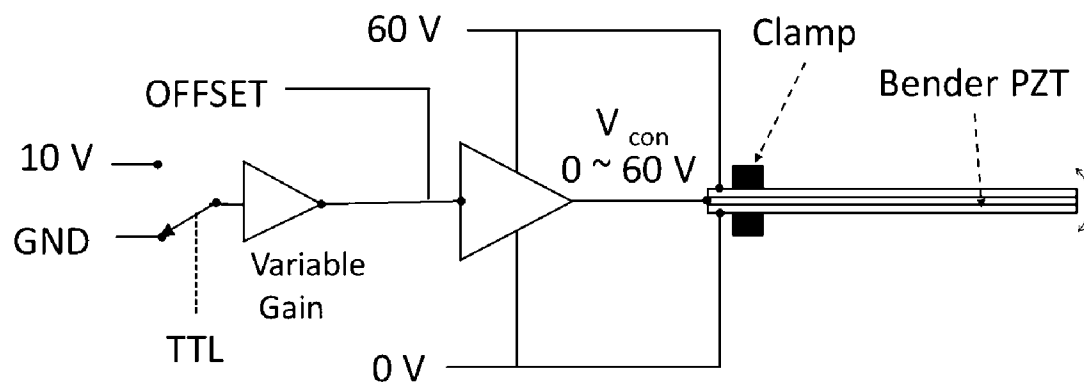
[청구항 6] 제 5항에 있어서, 상기 레버(120)는,
상기 연결부(123B)의 폭이 상기 플래그측몸체(121B) 및 상기
벤딩암측몸체(122B)의 폭보다 상대적으로 작게 형성되어, 상기
연결부(123B)가 탄성힌지 역할을 하도록 형성되는 것을 특징으로 하는
벤딩 피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터.

[청구항 7] 제 1항에 있어서, 상기 레버(120) 및 상기 플래그(130)는,
볼팅에 의해 연결되는 것을 특징으로 하는 벤딩 피에조 액추에이터를
이용한 원자빔 셔터.

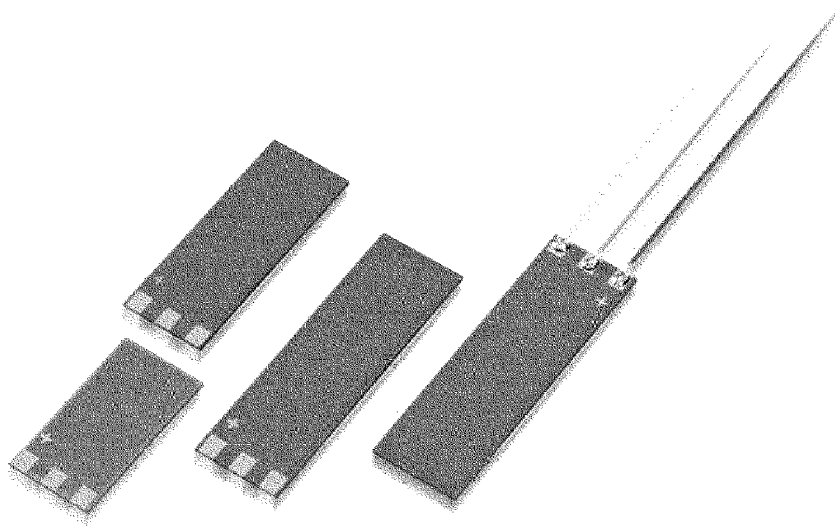
[청구항 8] 제 1항에 있어서, 상기 플래그(130)는,
일측 끝단에 상기 레버축(125)이 관통하는 관통구멍(131) 및 제2방향을
따라 양측으로 돌출되는 가이드(132)가 형성되며,
상기 레버축(125)이 상기 관통구멍(131)에 삽입되고, 상기 가이드(132)가
벤딩되어 상기 레버(120) 타측 끝단을 감싸도록 형성되어,
상기 레버(120) 및 상기 플래그(130)가 연결되는 것을 특징으로 하는 벤딩
피에조 액추에이터를 이용한 원자빔 셔터.

[청구항 9] 제 1항에 있어서, 상기 레버(120)는,
테플론으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 벤딩 피에조 액추에이터를
이용한 원자빔 셔터.

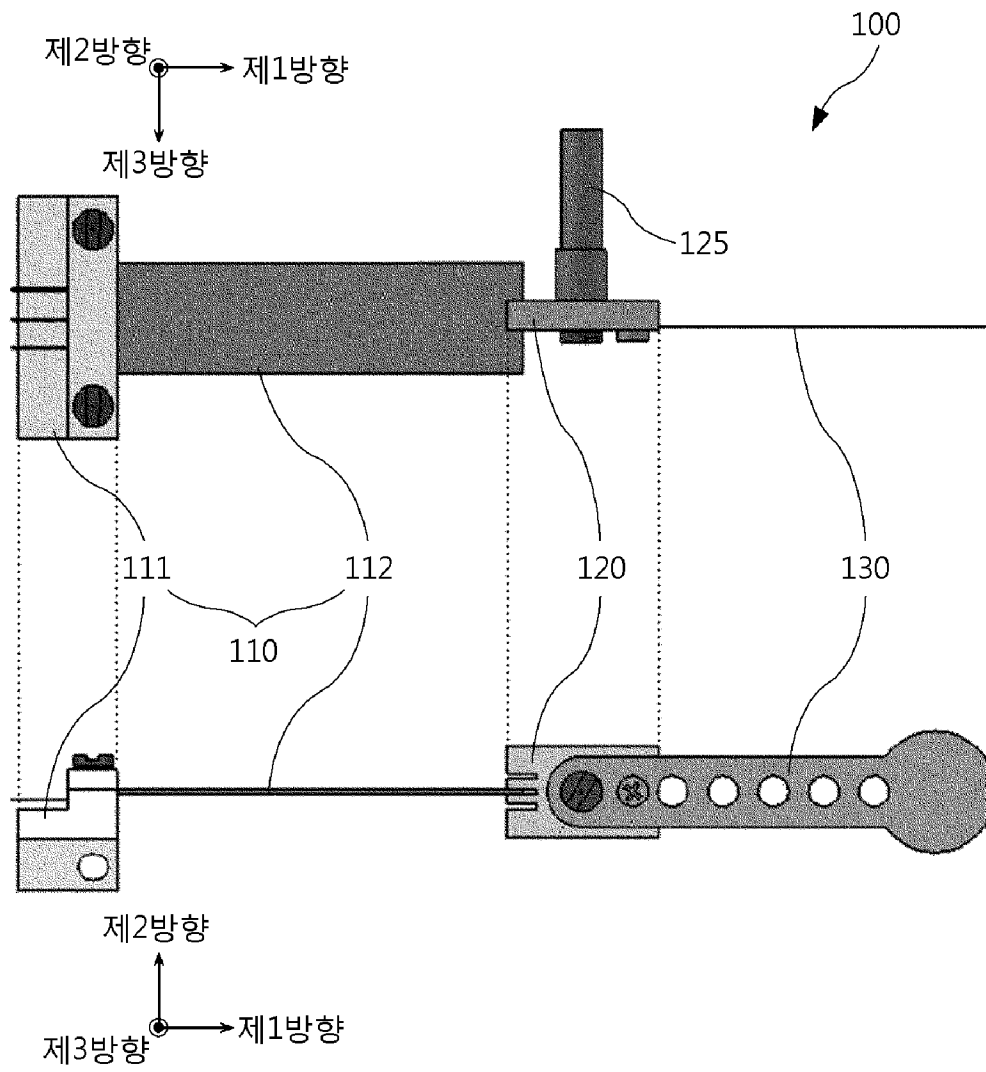
[도1]



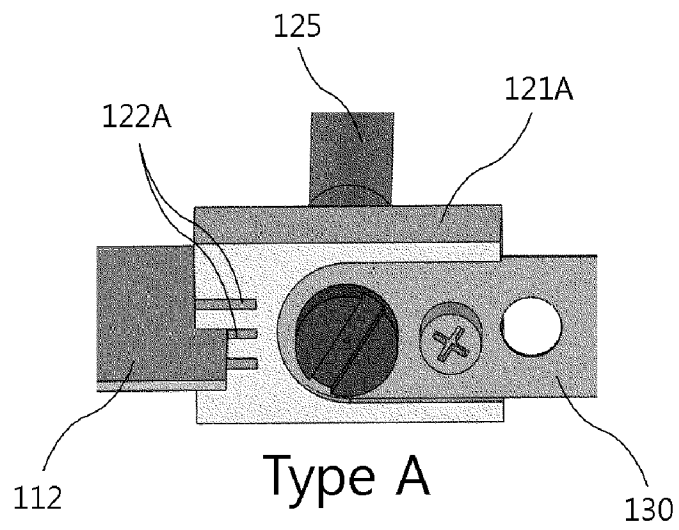
[도2]



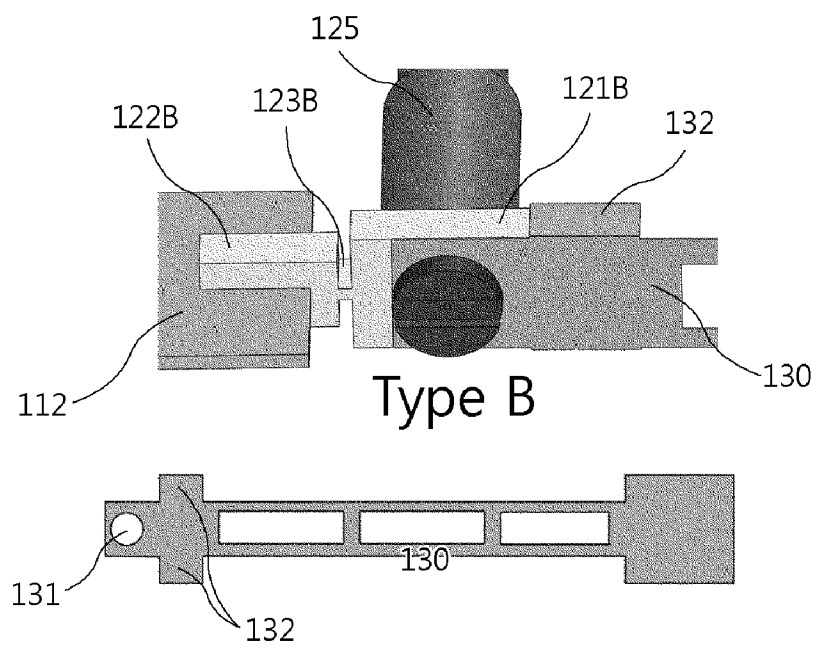
[도3]



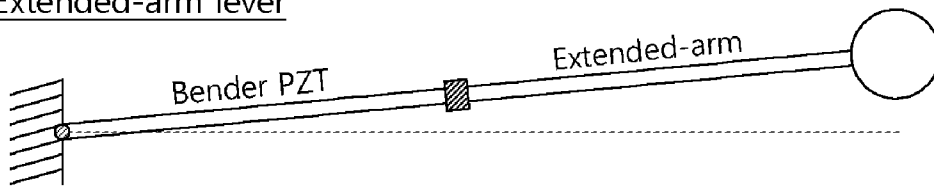
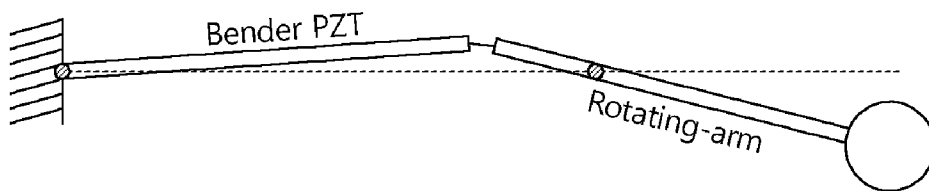
[도4]



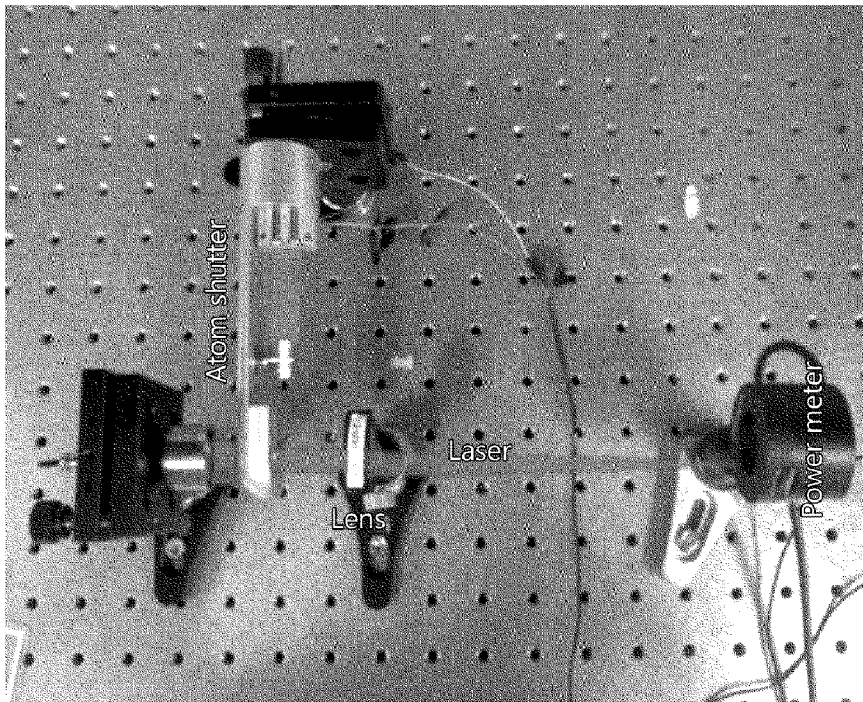
[도5]



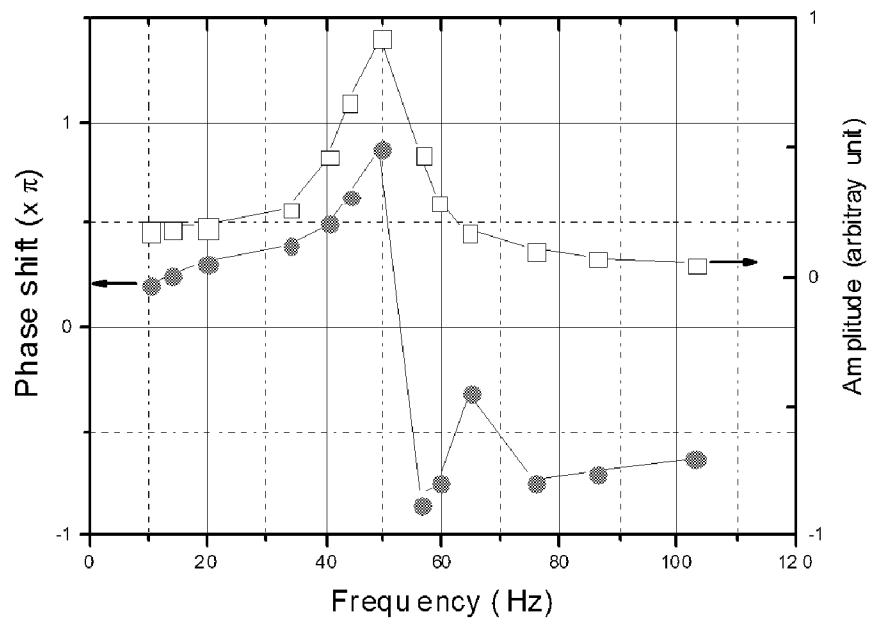
[도6]

Extended-arm leverRotating-arm lever

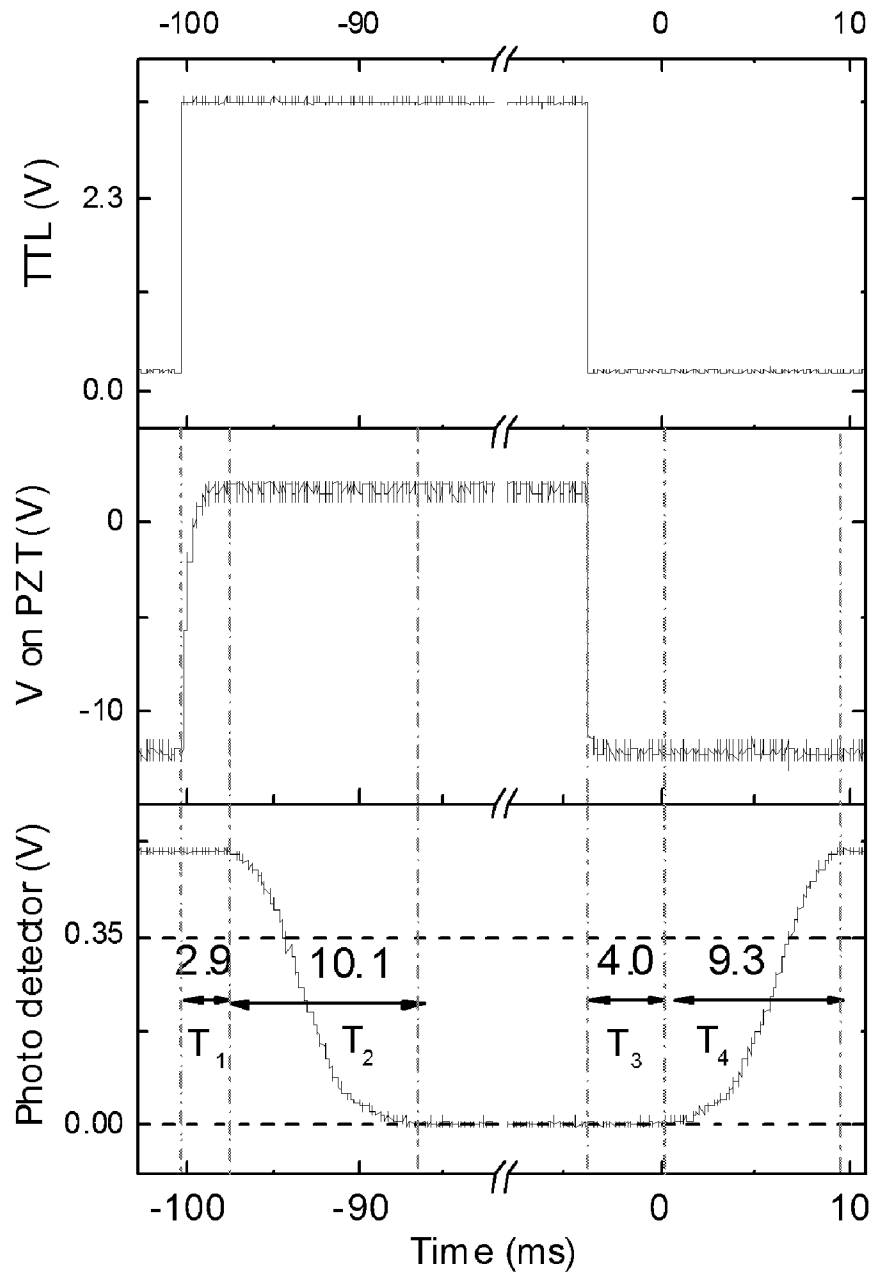
[도7]



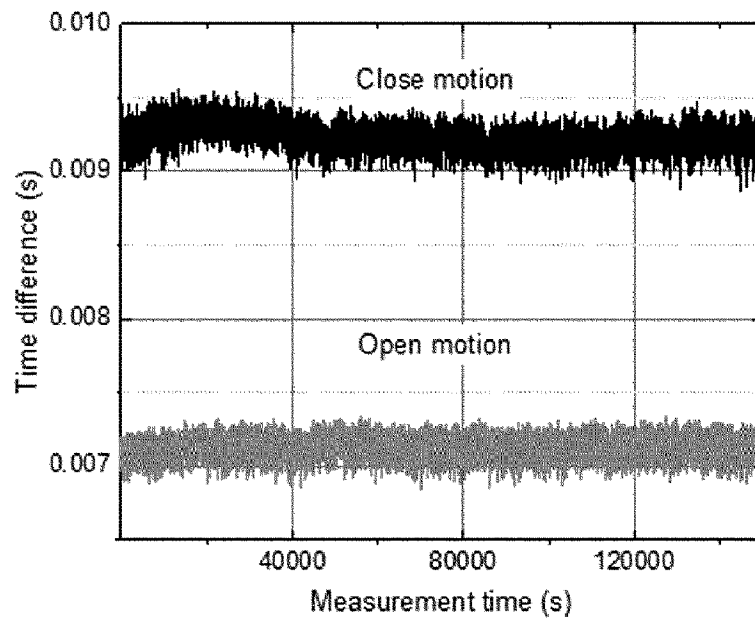
[도8]



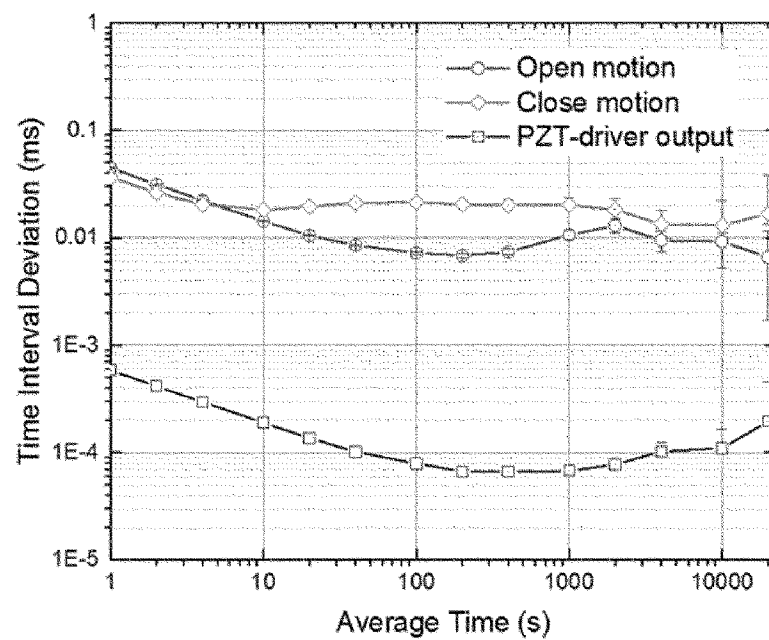
[도9]



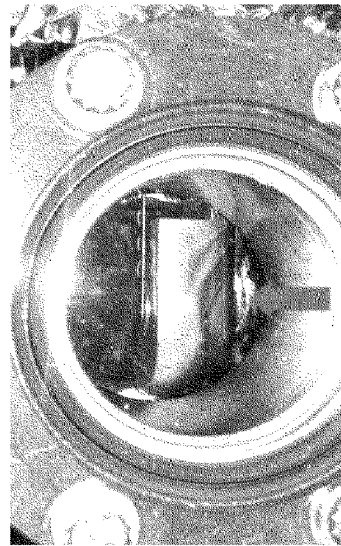
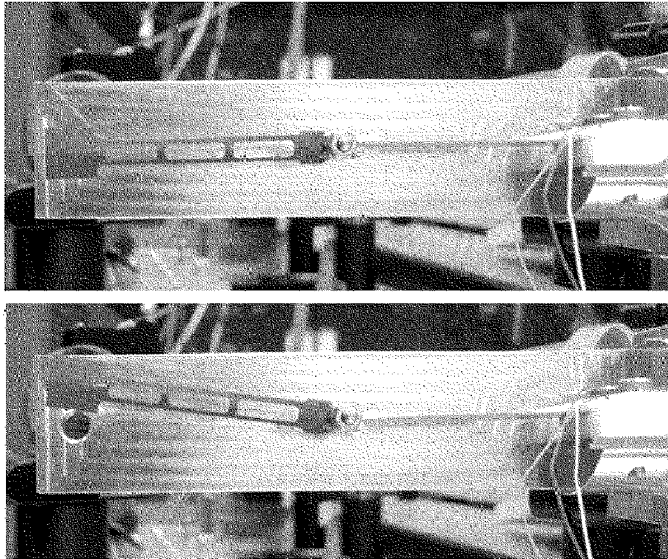
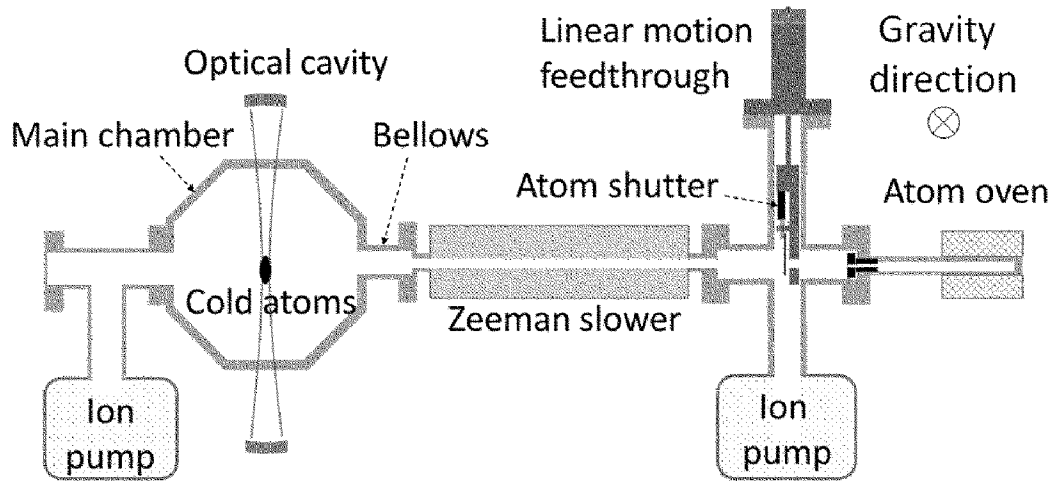
[도10]



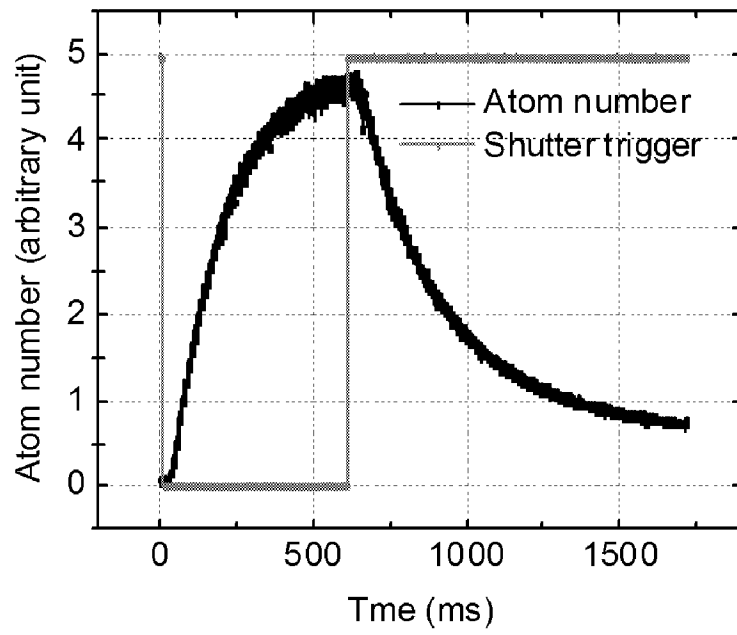
[도11]



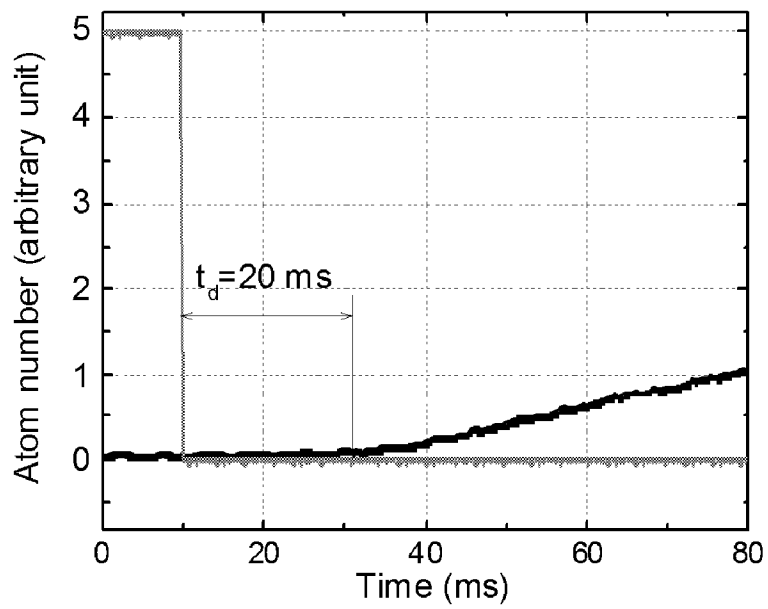
[도12]



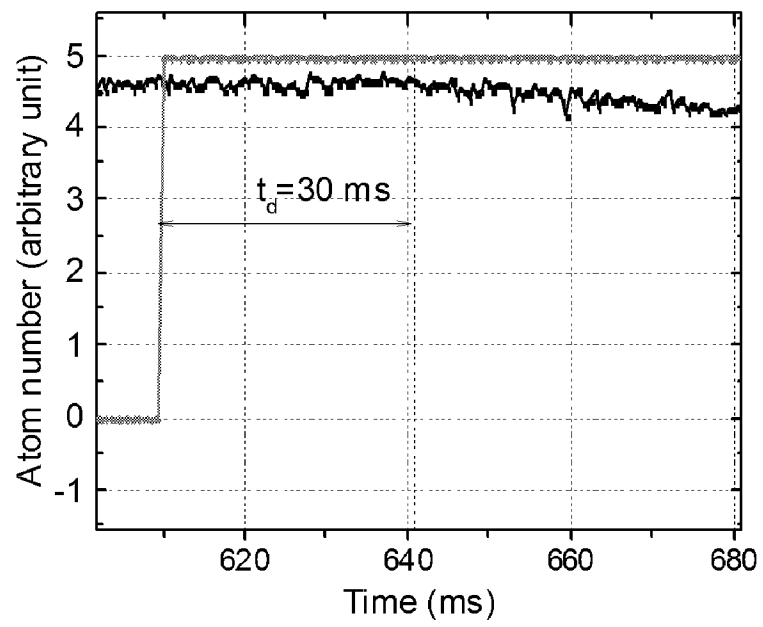
[도13]



[도14]



[도15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/013321

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05H 3/02(2006.01)i, H01S 3/121(2006.01)i, G01J 3/42(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05H 3/02; H01J 37/22; H01J 37/09; C23C 14/24; C23C 14/54; H01L 41/09; G01J 3/51; H01S 3/121; G01J 3/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: atomic beam shutter, bending piezo actuator, lever, flag, vibration

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 05-225938 A (JEOL LTD.) 03 September 1993 See paragraphs [0005], [0009]-[0010] and figures 1, 3.	1-9
A	JP 2008-311136 A (JEOL LTD.) 25 December 2008 See paragraphs [0017]-[0020] and figures 1-4.	1-9
A	JP 07-034230 A (NEC CORP.) 03 February 1995 See paragraphs [0010]-[0015] and figures 1-2.	1-9
A	JP 2007-207645 A (JEOL LTD.) 16 August 2007 See paragraphs [0018]-[0022] and figures 4-5.	1-9
A	US 4850697 A (SCHOENNAUER, Larry J. et al.) 25 July 1989 See columns 4-5 and figure 1.	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 JUNE 2017 (30.06.2017)

Date of mailing of the international search report

30 JUNE 2017 (30.06.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/013321

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 05-225938 A	03/09/1993	NONE	
JP 2008-311136 A	25/12/2008	JP 5043526 B2	10/10/2012
JP 07-034230 A	03/02/1995	NONE	
JP 2007-207645 A	16/08/2007	NONE	
US 4850697 A	25/07/1989	EP 0365631 A1 WO 89-08824 A1	02/05/1990 21/09/1989

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H05H 3/02(2006.01)i, H01S 3/121(2006.01)i, G01J 3/42(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H05H 3/02; H01J 37/22; H01J 37/09; C23C 14/24; C23C 14/54; H01L 41/09; G01J 3/51; H01S 3/121; G01J 3/42

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 원자빔 셔터, 벤딩 피에조 액추에이터, 레버, 플러그, 진동

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 05-225938 A (JEOL LTD.) 1993.09.03 단락 [0005], [0009]-[0010] 및 도면 1, 3 참조.	1-9
A	JP 2008-311136 A (JEOL LTD.) 2008.12.25 단락 [0017]-[0020] 및 도면 1-4 참조.	1-9
A	JP 07-034230 A (NEC CORP.) 1995.02.03 단락 [0010]-[0015] 및 도면 1-2 참조.	1-9
A	JP 2007-207645 A (JEOL LTD.) 2007.08.16 단락 [0018]-[0022] 및 도면 4-5 참조.	1-9
A	US 4850697 A (LARRY J. SCHOENNAUER 등) 1989.07.25 컬럼 4-5 및 도면 1 참조.	1-9

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 06월 30일 (30.06.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 06월 30일 (30.06.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

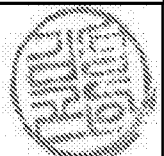
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김성곤

전화번호 +82-42-481-8746



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 05-225938 A	1993/09/03	없음	
JP 2008-311136 A	2008/12/25	JP 5043526 B2	2012/10/10
JP 07-034230 A	1995/02/03	없음	
JP 2007-207645 A	2007/08/16	없음	
US 4850697 A	1989/07/25	EP 0365631 A1 WO 89-08824 A1	1990/05/02 1989/09/21