



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월18일
(11) 등록번호 10-1342106
(24) 등록일자 2013년12월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23B 47/00 (2006.01) B23B 29/02 (2006.01)
B23Q 17/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0054080
(22) 출원일자 2013년05월14일
심사청구일자 2013년05월14일
(56) 선행기술조사문헌
US05810528 A*
JP2002195877 A*
JP04328027 B2
US05810528 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
송두상
대전광역시 대덕구 동춘당로 178 ,109동503호(법동,법동보람아파트)
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
홍준희
대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 211동 202호
송두상
대전광역시 대덕구 동춘당로 178 ,109동503호(법동,법동보람아파트)
(74) 대리인
강세창, 원성수, 박종경

전체 청구항 수 : 총 4 항

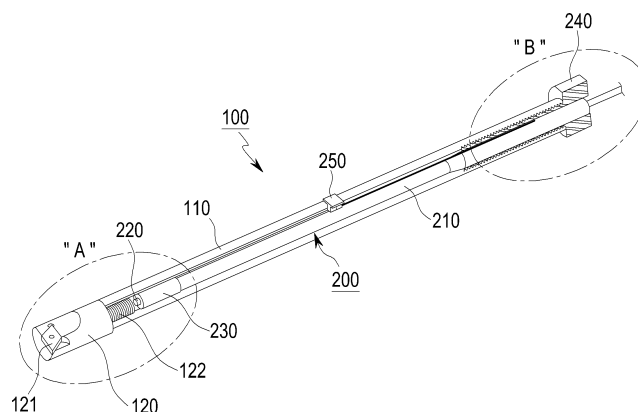
심사관 : 강녕

(54) 발명의 명칭 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치와 이의 진동 검출방법

(57) 요약

본 발명은 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치와 이의 진동 검출방법에 관한 것으로서, 보링바와, 보링바의 진동을 검출하여 방진하는 검출 및 방진장치를 포함하되, 상기 보링바는, 중공의 바디; 및 상기 바디의 선단부에 결합되는 한편 그 외측에는 공작물의 내경을 선삭 가공하는 인서트 팁이 설치되는 헤드;를 포함하고, 상기 검출 및 방진장치는, 바디의 내부에 구비되어 헤드를 실시간 감지하는 광섬유 진동센서; 및 상기 바디에 구비되어 광섬유 진동센서와 동기화되면서 감지된 진동을 억제하는 압전 액츄에이터;를 포함하는 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치와 이의 진동 검출방법을 제공한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

보링바와, 보링바의 진동을 검출하여 방진하는 검출 및 방진장치를 포함하되,

상기 보링바는, 중공의 바디; 및

상기 바디의 선단부에 결합되는 한편 그 외측에는 공작물의 내경을 선삭 가공하는 인서트 팁이 설치되는 헤드;를 포함하고,

상기 검출 및 방진장치는, 바디의 내부에 구비되어 헤드를 실시간 감지하는 광섬유 진동센서; 및

상기 바디에 구비되어 광섬유 진동센서와 동기화되면서 감지된 진동을 억제하는 압전 액츄에이터;를 포함하며,

상기 헤드의 단부에는 바디에 나사 결합되는 타겟부가 돌출 형성되고, 상기 타겟부는 광섬유 진동센서와 일정 간격을 유지한 채로 구비되는 것을 특징으로 하는 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 광섬유 진동센서는 튜브에 의해 감싸져 구비되고, 상기 튜브는 그 후단부에 결합 고정되는 커넥터가 바디의 후단부에 나사 결합되며, 상기 커넥터를 바디에 나사 체결함에 따라 광섬유 진동센서와 헤드 간의 간격을 조절할 수 있는 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 커넥터는 보링바의 바디와 다른 플라스틱 재질로 형성되는 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치.

청구항 5

청구항 1, 3 또는 4 중 어느 한 항으로 구성되는 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치의 광섬유 진동센서로 진동을 검출하는 방법에 있어서,

상기 광섬유 진동센서는 일정한 강도의 광을 헤드로 조사하고 수광되는 광 강도의 변화로 진동을 실시간으로 검출하는 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치의 진동 검출방법.

명세서

기술분야

본 발명은 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치와 이의 진동 검출방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 보링 가공 시 발생하는 보링바의 진동을 실시간으로 모니터링하여 방진하도록 한 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치와 이의 진동 검출방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 일반적으로, 절삭가공은 공구와 공작물과의 마찰을 동반하며 이루어지므로 마찰에 의한 여러 진동이 발생하게 된다.
- [0003] 이러한 진동은 여러 변수들과 밀접한 관계를 갖는다. 예를 들어, 외경 선삭 가공의 경우는 공작물의 질량 불균형 때문에 무게중심점과 회전중심점이 불일치하여 진동이 발생하거나 베어링의 고장으로 인한 중심점 불균형으로 인해 절삭력의 변화가 유발되어 진동이 발생한다. 이를 강제채터진동(forced chatter vibration)이라 한다. 그리고, 공작물의 표면 상태에 따라 절삭 깊이의 변화에 의해 절삭저항이 변동되어 발생하는 진동을 자려채터진동(self-excited chatter vibration)이라 한다. 이러한 강제 및 자려채터진동은 공작물과 절삭공구 사이에 발생하는 상대운동이고, 고유진동수와 관련된 임계값을 가지며 공구의 파손이나 가공 정밀도에 문제를 야기시킨다.
- [0004] 이러한 문제를 해결하기 위하여 무게중심점과 회전중심점을 일치시켜 주거나 주축의 회전속도를 제어하여 빠른 시간에 고유진동수와 회전진동수가 일치하는 임계값을 피할 수 있도록 제어하는 방법이 있다.
- [0005] 하지만, 내경 선삭 가공인 보링 공정의 경우는 외경 선삭 가공과 달리 보링바(boring Bar)의 돌출길이가 또 하나의 가공변수가 된다. 이를 일반적으로 오버행(overhang) 이라고 하며, 오버행은 캔틸레버 형태이므로 가공 시 인장응력과 압축응력을 동시에 받는다. 즉 오버행의 길이에 따라 동적강성(dynamic stiffness)이 변화되고, 가공 시 발생하는 진동의 크기에 따라 절삭조건의 한계를 가져온다.
- [0006] 따라서, 최근에는 가공조건에 따라 보링바의 진동을 억제할 수 있는 연구가 진행되고 있으며, 그 결과 보링바 내부에 평행 추와 같은 동흡진(動吸塵) 장치를 삽입하여 보링공정에서 발생하는 진동을 댐핑(damping)하는 수동적 제어 형태의 보링바가 이미 상용화되어 현장에 적용되고 있다.
- [0007] 그러나, 보링바의 직경에 따라 내부에 삽입되는 평행 추나 동흡진기의 크기에 대한 한계를 가지므로 직경 12mm 이하의 소형 보링바에는 아직 상용화되지 못한 실정이다. 더욱이, 능동제어에 대한 연구는 전무한 상태이므로 공작기계와 공작물의 소형화가 가속되고 있는 현 시점에서 미래의 지향을 위해 수동적 제어의 한계를 넘어 소구경 보링공정에 대한 능동적 방진 보링바의 연구와 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 따라서, 본 발명은 소구경의 소형 보링바로 보링 가공 시 발생되어 보링바의 오버행에 따라 변화하는 보링바의 진동을 실시간으로 모니터링하여 방진하도록 한 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치와 이의 진동 검출 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상술한 목적은, 보링바와, 보링바의 진동을 검출하여 방진하는 검출 및 방진장치를 포함하되, 상기 보링바는, 중공의 바디; 및 상기 바디의 선단부에 결합되는 한편 그 외측에는 공작물의 내경을 선삭 가공하는 인서트 팁이 설치되는 헤드;를 포함하고, 상기 검출 및 방진장치는, 바디의 내부에 구비되어 헤드를 실시간 감지하는 광섬유 진동센서; 및 상기 바디에 구비되어 광섬유 진동센서와 동기화되면서 감지된 진동을 억제하는 압전 액츄에이터;를 포함하는 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치에 의해 달성된다.
- [0010] 그리고, 상기 헤드의 단부에는 바디에 나사 결합되는 타겟부가 돌출 형성되고, 상기 타겟부는 광섬유 진동센서와 일정 간격을 유지한 채로 구비된다.
- [0011] 상기 광섬유 진동센서는 튜브에 의해 감싸져 구비되고, 상기 튜브는 그 후단부에 결합 고정되는 커넥터가 바디의 후단부에 나사 결합되며, 상기 커넥터를 바디에 나사 체결함에 따라 광섬유 진동센서와 헤드 간의 간격을 조

절할 수 있고, 상기 커넥터는 보링바의 바디와 다른 플라스틱 재질로 형성됨이 바람직하다.

[0012] 또, 상기와 같이 구성되는 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치의 광섬유 진동센서로 진동을 검출하는 방법에 있어서, 상기 광섬유 진동센서는 일정한 강도의 광을 헤드로 조사하고 수광되는 광 강도의 변화로 진동을 실시간으로 검출할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치와 이의 진동 검출방법에 따르면, 보링바의 바디 내부에 내장되게 삽입되어 헤드를 감지하는 광섬유 진동센서에 의해서 보링바의 진동을 실시간으로 모니터링할 수 있고, 그 결과 진동의 진폭에 비례하는 전압을 압전 액츄에이터에 인가하여 진동을 능동적으로 억제할 수 있게 된다.

[0014] 그리고, 본 발명에 따르면, 광섬유 진동센서가 보링바의 바디 내부에 삽입되어 내장됨으로써 직경 12mm 이하의 소형 보링바에도 상용화할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명에 따른 실시간 진동 검출장치가 구성된 보링바의 단면 구성도이다.

도 2는 본 발명에 따른 실시간 진동 검출장치의 단면 구성도이다.

도 3은 도 1의 "A"부의 확대도이다.

도 4는 도 1의 "B"부의 확대도이다.

도 5는 본 발명에 따른 실시간 진동 검출장치에 의한 검출방법을 보인 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0017] 첨부도면 도 1 내지 도 5는 본 발명에 따른 보링바의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치와 이의 진동 검출방법을 도시한 도면이다.

[0018] 본 발명은 도 1에 도시된 바와 같이, 보링바(100)에 이의 진동을 검출하여 방진하는 검출 및 방진장치(200)가 구성된다. 즉, 직경 12mm 이하의 소형 보링바(100)의 능동적 제어를 통해 보링공정의 생산성과 품질향상에 기여하고자 보링공정에서 발생하는 진동을 광 강도 변조방식의 광섬유 진동센서(220)를 이용하여 실시한 모니터링하고, 이를 통해 얻은 진동신호를 기반으로 보링바(100)에 부착된 압전 액츄에이터(250)에 제어신호를 인가하여 보링바(100)를 능동적으로 방진하는 것이다.

[0019] 상기 보링바(100)는 중공의 바디(110)와, 바디(110)의 선단부에 결합 고정되는 헤드(120)를 포함한다.

[0020] 상기 바디(110)는 그 양단부가 개구된 원기둥 형태의 중공관으로서, 그 양단부 내주면에는 나사산이 형성되고, 그 표면 일측에는 후술될 압전 액츄에이터(250)가 관통되어 설치되는 슬롯이 천공된다.

[0021] 그리고, 상기 헤드(120)는 그 선단부에 공작물의 내경을 선삭 가공하기 위한 인서트 팁(121)이 돌출되게 설치되고, 후단부에는 바디(110)의 선단부에 나사 결합되는 타겟부(122)가 돌출 형성된다. 상기 타겟부(122)의 후단면은 후술될 광섬유 진동센서(220)가 센싱하는 측정면이 된다. 이때, 상기 타겟부(122)의 측정면은 타겟부(122)와 바디(110) 간의 결합 전에 반드시 폴리싱(polishing) 작업이 선행되어야 한다. 한편, 상기와 같이 바디(110)에 나사 결합되는 헤드(120)의 타겟부(122)는 바디(110) 내부의 내측면과 단면에 동시에 접하여 결합되는 이면 구속형태로서 보링바(100)의 체결력을 높여 강성이 증대된다.

[0022] 상기 검출 및 방진장치(200)는 도 2에 도시된 바와 같이, 중공의 튜브(210)와, 튜브(210)에 구성되는 광섬유 진

동센서(220)를 포함한다.

- [0023] 상기 튜브(210)는 그 양단부가 개구된 구리재질의 관으로서, 그 후단부는 선단부보다 직경이 확장되는 확장부로 형성되어, 보링바(100)의 바디(110) 내부에 삽입되어 구비된다.
- [0024] 그리고, 상기 광섬유 진동센서(220)는 튜브(210)의 선단부에 돌출되게 결합되고, 튜브(210)의 선단부에는 알루미늄 재질의 커버(230)가 설치되어 광섬유 진동센서(220)를 감싸 보호하게 된다. 이와 같이 설치되는 광섬유 진동센서(220)는 보링바(100)의 바디(110) 내부에 삽입되어 외부의 간섭에 영향이 없도록 구비된다. 한편, 상기 광섬유 진동센서(220)는 광을 조사하는 발광부(221)와, 조사된 광을 수광하는 수광부(222)를 갖고, 광섬유 진동센서(220)의 후단부에는 각각 발광부(221)와 수광부(222)에 연결되는 광섬유 케이블(223)이 설치된다. 이러한 광섬유 케이블(223)은 외부의 측정 장치인 오실로스코프, 압전 앰프 그리고 실시간 신호처리 시스템이 내장된 컴퓨터로 연결된다.
- [0025] 또한, 상기 튜브(210)의 확장된 후단부에는 튜브(210)에 결합 고정되는 커넥터(240)가 설치되고, 상기 커넥터(240)는 도 4에 도시된 바와 같이 그 외주면에 나사산이 형성되어 있어 바디(110)의 후단부에 나사 결합된다. 따라서, 상기 커넥터(240)를 바디(110)에서 회전시킴에 따라 바디(110) 내부에서 튜브(210)가 전후 직선방향으로 이동되어, 광섬유 진동센서(220)와 타겟부(122) 간의 간격(G)을 조절할 수 있게 된다. 이때, 상기 광섬유 진동센서(220)와 타겟부(122) 간의 간격(G)은 도 3에 도시된 바와 같이 타겟부(122)의 측정면과 광섬유 진동센서(220) 사이의 거리이며, 이 거리가 광섬유 진동센서(220)의 민감도에 대한 변수가 된다. 즉, 광섬유 진동센서(220)와 측정면의 거리가 가까우면 광 강도는 높아지나 발광영역(A)과 수광영역(B)이 교차되는 교차영역(C)의 면적이 작아지므로 신호특성이 떨어지고, 광섬유 진동센서(220)와 측정면과 멀어질수록 광 강도는 작아지지만 교차영역(C)의 면적이 넓어짐에 따라 신호특성이 우수해진다. 따라서, 상기 커넥터(240)를 조절하여 광섬유 진동센서(220)와 타겟부(122) 간의 최적의 간격(G)을 찾아낼 수 있게 된다. 한편, 상기 커넥터(240)는 보링바(100)와 직접적으로 접촉되므로 재질을 플라스틱 계열의 MC 나일론(Nylon)으로 형성하여 보링바(100)의 진동이 광섬유 진동센서(220)로 전달되지 않도록 함이 바람직하다.
- [0026] 그리고, 상기 바디(110)의 슬롯에는 광섬유 진동센서(220)와 동기화되면서 감지된 진동을 억제하는 압전 액츄에이터(250)가 구비된다. 이와 같이 구비되는 압전 액츄에이터(250)는 보링 가공 시 실시간으로 검출되는 진동의 진폭에 비례한 전압이 실시간으로 인가되어 압전 액츄에이터(250)가 보링바(100)의 굽힘력이 발생할 때 신장되는 방향으로 진동하여 보링바(100)의 굽힘을 억제할 수 있게 된다.
- [0027] 한편, 상기와 같은 광섬유 진동센서(220)에 의한 보링바(100)의 진동을 검출하는 방법은, 발광부(221)에서 이에 마주하는 타겟부(122)의 측정면으로 일정한 강도의 광을 조사하고, 조사된 광을 수광부(222)에서 수광하여, 광 강도의 변화로 진동을 실시간으로 검출하게 된다.
- [0028] 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 보링바(100)의 바디(110) 내부에 삽입되는 광섬유 진동센서(220)는 발광부(221)와 수광부(222)가 일체형으로 나란히 구비되어, 보링 가공 시 헤드(120)의 타겟부(122) 후면에 형성되는 측정면의 각도변위(β)가 주분력 방향으로 변화할 때, 측정면의 각도변위(β)에 따라 발광영역(A)과 수광영역(B) 사이에 교차영역(C)의 면적이 변화하게 되고, 이는 수광부(222)에 전달되는 광강도의 변화를 유발시킨다. 따라서, 측정면의 각도변위(β)가 일정한 주파수 특성에 맞추어 움직일 경우 광 강도의 변화가 주파수 성분을 가진다. 이러한 원리를 이용하여 보링바(100)의 진동 신호를 검출하고 실시간 모니터링 할 수 있게 된다.
- [0029] 이상과 같은 본 발명에 따른 보링바(100)의 실시간 진동 검출 및 능동 방진장치는 중공의 튜브(210) 내에 광섬유 진동센서(220)를 삽입하고, 튜브(210)의 선단부 외측면에는 커버(230)를 결합하여 광섬유 진동센서(220)를 감싸 보호하게 된다. 그리고, 광섬유 진동센서(220)에 연결되는 광섬유 케이블(223)을 튜브(210)의 후단부로 인출시켜 내며, 튜브(210)의 후단부 외측면에는 MC 나일론 재질의 커넥터(240)를 결합 고정한다.
- [0030] 이와 같이 결합된 튜브(210)를 보링바(100)의 바디(110) 내부로 삽입하면서 커넥터(240)를 보링바(100)의 후단부에 나사 결합하고, 보링바(100)의 선단부에는 헤드(120)의 타겟부(122)를 삽입하여 나사 결합한다.
- [0031] 이후, 커넥터(240)를 회전시켜 광섬유 진동센서(220)와 타겟부(122) 간의 거리를 조절한다.
- [0032] 따라서, 상기와 같이 광섬유 진동센서(220)가 바디(110) 내부에 삽입되어 구비됨으로써 직경 12mm 이하의 소형 보링바(100)에도 적용할 수 있으며, 광섬유 진동센서(220)가 외부의 간섭에 전혀 영향을 받지 않게 되므로 안정

적인 센싱작동을 할 수 있게 된다.

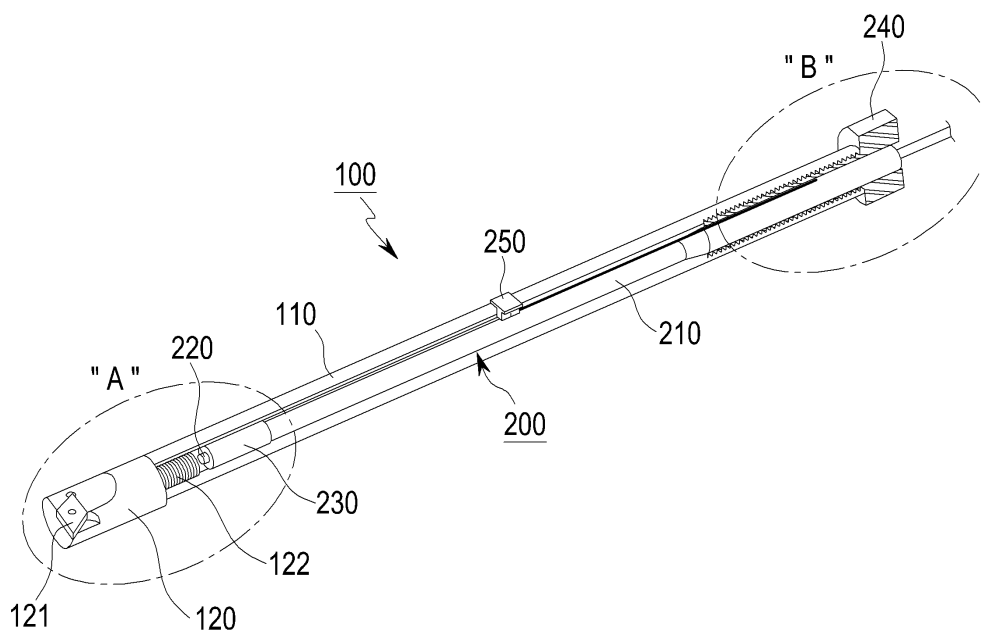
[0033] 한편, 보링 가공 시 타겟부(122)의 측정면에 각도변위(β)가 주분력 방향으로 변화할 때, 측정면의 각도변위(β)에 따라 발광영역(A)과 수광영역(B)의 교차영역(C)의 면적이 변화하게 되고, 이에 따라 수광부(222)에 전달되는 광강도가 변화됨으로써 보링바(100)의 진동을 실시간으로 검출하여 모니터링할 수 있으며, 이와 같이 실시간으로 검출되는 진동의 진폭에 비례한 전압이 압전 액추에이터(250)에 실시간으로 인가되어 보링바(100)의 굽힘력이 발생할 때 신장되는 방향으로 압전 액추에이터(250)가 진동하여 보링바(100)의 굽힘을 억제함으로써 능동적으로 방진할 수 있게 된다.

부호의 설명

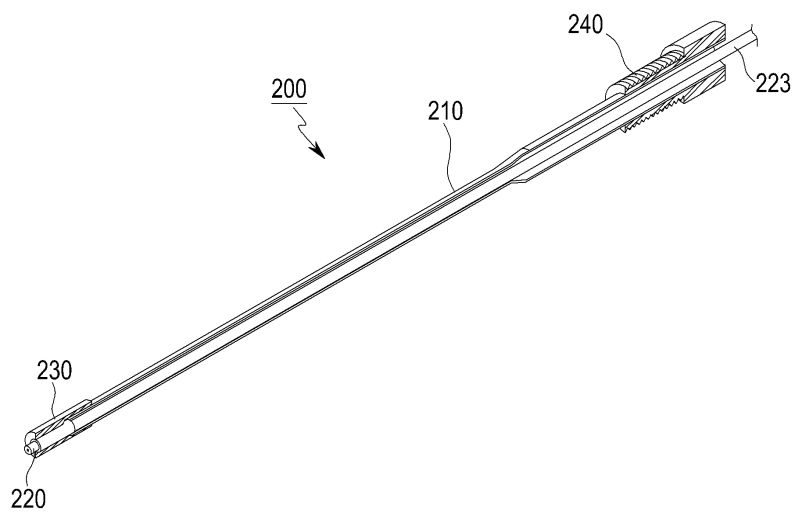
[0034]	100 : 보링바	110 : 바디
	120 : 헤드	121 : 인서트 팁
	122 : 타겟부	200 : 검출 및 방진장치
	210 : 튜브	220 : 광섬유 진동센서
	221 : 발광부	222 : 수광부
	223 : 광섬유 케이블	230 : 커버
	240 : 커넥터	250 : 압전 액추에이터
	A : 발광영역	B : 수광영역
	C : 교차영역	G : 간격
	β : 타겟부의 각도변위	

도면

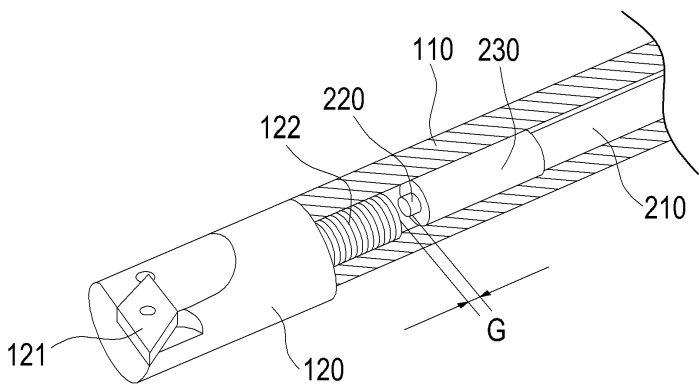
도면1



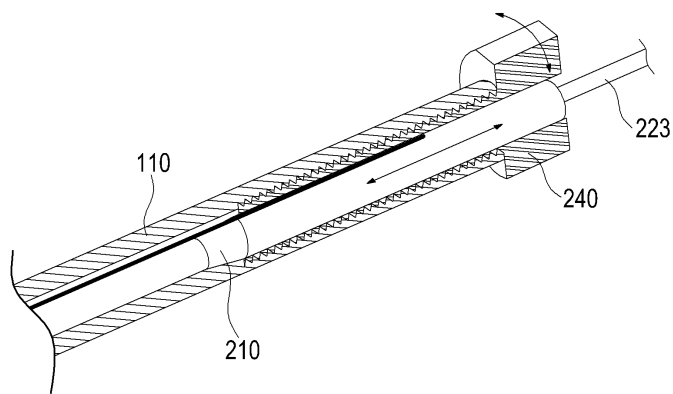
도면2



도면3



도면4



도면5

