

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0120837 (43) 공개일자 2012년11월02일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) B25J 19/02 (2006.01) G01B 11/16 (2006.01) B25J 17/00 (2006.01)		(71) 출원인 이금석 충청남도 계룡시 금암동 190 신성1차 미소지움아파트 103-1404 한국기술교육대학교 산학협력단 충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교)
(21) 출원번호 10-2011-0038623 (22) 출원일자 2011년04월25일 심사청구일자 없음		(72) 발명자 이금석 충청남도 계룡시 금암동 190 신성1차 미소지움아파트 103-1404 유지환 충청남도 천안시 동남구 청당동 한양수자인 408-2004 (뒷면에 계속)
		(74) 대리인 특허법인 웰-엘엔케이

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동 케이블 힘 측정장치 및 이를 이용한 원격 로봇팔 작동 장치**

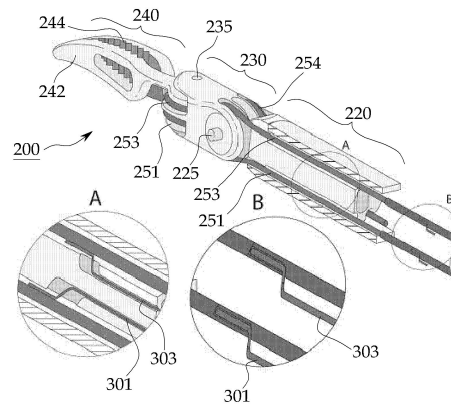
(57) 요약

본 발명은 광섬유격자센서를 이용하여 미세한 원격 로봇팔의 힘을 측정할 수 있는 장치로써, 전기 배선 보수 등의 작업현장 및 사람 접근시 위험에 노출되는 곳에 로봇이 투입하여 노이즈 영향없이 더 정밀한 작업도 가능하도록 하고, 더 나아가 인체의 팔, 다리 등에 시술되는 인공보철에의 적용도 가능하며, 정교한 의료수술시 활용되는 수술로봇의 팔에도 적용하여 좀더 정밀한 미세조정을 가능하도록 함으로써 광섬유격자센서에서의 파장을 측정하여 작동제어 케이블에 가해지는 힘을 정교하게 측정할 수 있도록 하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘을 측정하는 장치에 관한 것이다.

특히 본 발명은 로봇팔의 6자유도에 따른 움직임을 조절할 수 있는 집게의 케이블에 광섬유격자센서를 설치하여 미세한 케이블의 힘을 인장력, 압축력에 따라 정교하게 측정하여 좀더 정밀한 로봇팔의 움직임을 실현할 수 있도록 하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블 힘 측정장치 및 이를 이용한 원격 로봇팔 작동장치를 제공한다.

이를 위해 본 발명은, 원격으로 조정하며 작업을 할 수 있고 대상물을 직접 움켜잡거나 푸는 집게부, 로봇팔이 수평 수직으로 힌지 회동하도록 하는 중간부 및 로봇팔이 조종부에 연결되도록 하는 몸통부를 포함하는 로봇팔의 힘을 측정하는 장치에 있어서, 상기 집게부의 힌지부에 고정되어 집게부를 회동시킬 수 있는 제1집게와 제2집게; 상기 제1집게와 제2집게가 그룹되거나 풀릴 수 있도록 하는 제1집게 a케이블 및 b케이블과 제2집게 a케이블 및 b케이블; 상기 중간부와 집게부 사이에는 집게부가 축으로 회전할 수 있도록 하는 집게부 회전축이 포함되고, 중간부와 몸통부 사이에는 중간부가 축으로 회전할 수 있도록 하는 중간부 회전축; 상기 제1집게 케이블들 및 제2집게 케이블들에 각각 일체로 연결되어 각각의 케이블들이 받은 응력을 그대로 전달할 수 있도록 하는 제1집게 a작동튜브 및 b작동튜브와 제2집게 a작동튜브 및 b작동튜브; 상기 작동튜브들과 일체로 설치되어 각각의 케이블들에 가해지는 응력을 측정할 수 있는 광섬유격자센서들; 상기 각각의 광섬유격자센서로부터 측정된 파장값을 전달하는 광섬유;를 포함하여 미세한 힘의 변위까지도 측정하여 원격으로 정교한 조정을 하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치 및 이를 이용한 원격 로봇팔 작동장치를 제공한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

이승재

충청남도 천안시 동남구 일봉로 71, 동일하이빌
102동 804호 (용곡동)

칼리스 토토르쿨로프

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600

송영욱

서울특별시 도봉구 방학로15길 40 (방학동)

특허청구의 범위

청구항 1

원격으로 조정하며 작업을 할 수 있고 대상물을 직접 움켜잡거나 푸는 집게부, 로봇팔이 수평 수직으로 힌지 회동하도록 하는 중간부 및 로봇팔이 조종부에 연결되도록 하는 몸통부를 포함하는 로봇팔의 힘을 측정하는 장치에 있어서,

상기 집게부는 힌지부가 형성되어 있고, 힌지부에 일체로 형성되어 회동하면서 대상물을 움켜잡거나 푸는 제1집게와 제2집게로 구성되며,

상기 집게부의 힌지부에 고정되어 제1집게와 제2집게가 그립되거나 풀릴 수 있도록 하는 제1집게 a케이블 및 b케이블과 제2집게 a케이블 및 b케이블을 포함하고,

상기 중간부와 집게부 사이에는 집게부가 축으로 회전할 수 있도록 하는 집게부 회전축이 포함되고, 중간부와 몸통부 사이에는 중간부가 축으로 회전할 수 있도록 하는 중간부 회전축을 포함하며,

상기 제1집게 케이블들 및 제2집게 케이블들에 각각 일체로 연결되어 각각의 케이블들이 받은 응력을 전달하는 제1집게 a작동튜브 및 b작동튜브와 제2집게 a작동튜브 및 b작동튜브를 포함하고,

상기 작동튜브들과 일체로 설치되어 각각의 케이블들에 가해지는 응력을 측정할 수 있는 광섬유격자센서들을 포함하며,

상기 각각의 광섬유격자센서로부터 측정된 파장값을 전달하는 광섬유를 포함하여 미세한 힘의 변위까지도 측정하여 원격으로 정교한 조정을 하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 각각의 케이블들은 상기 작동튜브들에 내입되어 압착을 통해 일체로 고착되어 케이블들의 응력을 작동튜브들에 그대로 전달함으로써 작동튜브들에 설치되는 광섬유격자센서들로부터 케이블의 응력을 측정하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 광섬유격자센서는,

상기 작동튜브의 표면에 일체로 고착되어 작동튜브가 받는 응력에 따라 파장변이가 발생되어 케이블의 응력을 측정하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 광섬유격자센서는,

양 끝단이 상기 작동튜브의 내부에 매립되면서 일체로 고착되어 작동튜브가 받는 응력에 따라 파장변이가 발생되어 케이블의 응력을 측정하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 광섬유격자센서는,

전체가 상기 케이블이 내입된 작동튜브의 내부에 상기 케이블과 작동튜브가 전체적으로 일체화되어 형성되어 있으며, 케이블 및 작동튜브가 받는 응력에 따라 파장천이가 발생되어 이를 통해 케이블의 응력을 측정하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 광섬유격자센서와 케이블 및 작동튜브는 인장력이 작용하는 경우 인장응력을 함께 받을 수 있도록 일체화 고착되고,

외력에 의해 광섬유격자센서가 영향받지 않도록 보호되는 것을 특징으로 하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광섬유격자센서는,

고온, 마찰, 방사선, 다수의 화학약품에 대해 강한 내구성을 가지는 폴리이미드 수지형 재질로 코팅된 것을 특징으로 하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치.

청구항 8

제 1 항의 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치를 이용한 원격 로봇팔 작동장치에 있어서,

상기 광섬유격자센서들에서 측정된 파장으로부터 상기 제1집게 a케이블 및 b케이블과 제2집게 a케이블 및 b케이블에 작용하는 응력을 연산하여 측정하는 연산부;

상기 연산부에서 측정된 응력과 함께 중간부와 집게부의 변위 및 영상을 표시하는 표시부; 및

상기 제1집게 a케이블 및 b케이블과 제2집게 a케이블 및 b케이블을 밀고 당김으로써 중간부와 집게부의 제1집게 및 제2집게를 조정하는 원격조정부;를 포함하여 케이블들의 미세한 힘의 변위까지도 측정하여 원격으로 정교한 조정을 하는 원격 로봇팔 작동장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 연산부는,

상기 각각의 광섬유격자센서로부터 측정된 파장값들을 분석하여 연산처리하는 FBG응력 연산처리부;와

상기 FBG응력 연산처리부로부터 분석된 응력값으로부터 기설정된 응력 중간부의 회동 및 제1집게와 제2집게의 변위를 측정하는 변위연산처리부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 원격 로봇팔 작동장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 표시부는,

케이블에 걸리는 응력을 모니터에 출력하는 케이블응력 표시부; 및

실시간으로 직접 촬영된 로봇팔의 중간부 및 집게부의 작동을 모니터링할 수 있도록 하는 작동영상 표시부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 원격 로봇팔 작동장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 광섬유격자센서를 이용하여 미세한 원격 로봇팔의 힘을 측정할 수 있는 장치로써, 전기 배선 보수 등의 작업현장 및 사람 접근시 위험에 노출되는 곳에 로봇이 투입하여 노이즈 영향없이 더 정밀한 작업도 가능하도록 하고, 더 나아가 인체의 팔, 다리 등에 시술되는 인공보철에의 적용도 가능하며, 정교한 의료수술시 활용되는 수술로봇의 팔에도 적용하여 좀더 정밀한 미세조정을 가능하도록 함으로써 광섬유격자센서에서의 파장을 측정하여 작동제어 케이블에 가해지는 힘을 정교하게 측정할 수 있도록 하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘의 측정장치 및 이를 이용한 원격 로봇팔 작동장치에 관한 것이다.

[0002] 특히 본 발명은 로봇팔의 6자유도에 따른 움직임을 조절할 수 있는 집게의 케이블에 광섬유격자센서를 설치하여 미세한 케이블의 힘을 인장력, 압축력에 따라 정교하게 측정하여 좀더 정밀한 로봇팔의 움직임을 실현할 수 있도록 하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블 힘 측정장치 및 이를 이용한 원격 로봇팔 작동장치를 제공한다.

배경기술

[0003] 일반적으로 원격으로 조정하는 로봇의 경우 사람이 직접 들어가 작업을 하기 어려운 곳으로써 위험한 곳이나, 미세한 영역에서 로봇팔을 원격으로 조정하여 작업을 수행할 수 있도록 하고 있다. 이에 위험한 영역에서의 작업시 위험을 초래할 수 있고, 더 나아가 미세한 영역에서는 인간의 정교하지 못한 작업으로 인하여 커다란 위험을 초래할 수도 있게 된다.

[0004] 특히 외과 수술 등에서 활용되는 정교한 수술로봇의 팔을 원격으로 조정하면서 수술의 정교함을 향상시키고, 현재 상용화되어 있는 수술 로봇은 비전 시스템을 통하여 의사들이 영상을 보면서 수술 진행하게 된다. 이 경우 의사들은 다른 센싱을 통한 피드백은 받지 못하고 오로지 영상을 통하여 시각만을 의지한 채 수술을 진행해야만 한다.

[0005] 즉, 수술 로봇의 경우 직접 시술을 담당하는 의사가 조작을 하게 되는데, 화면상으로만 파악하면 어느 정도의 깊이나 길이로 시술이 진행되는지만 파악할 수 있을 뿐이며, 어느 정도의 힘이 가해지는지는 전혀 파악할 수 없게 된다. 또한, 아무리 화면상으로 시술을 파악할 수 있을지라도 화면의 사각지도 있을 수 있는데, 당해 사각지대에서 시술하는 경우 인체의 장기를 훼손하여 의료사고를 일으키거나 심각한 문제를 유발할 수 있게 된다.

[0006] 이에 따라 실제로 신체 안에서 정밀하게 시술이 요구되는 외과 시술 같은 경우에 단지 영상으로만이 아닌 수술 집게가 닿는 신체의 내장 피부와의 접촉하는 미세한 힘을 파악해야 하는 것이 중요하다. 만약 시스템의 문제로 영상 딜레이가 발생하거나, 카메라의 각도 상 사각지대의 인지가 어려울 경우에, 환자의 장기를 불필요한 부분까지 절개할 위험이 있다. 또한 좀 더 높은 수술 정확도를 기대하기에도 한계가 있다. 이를 위해서 센서 등을 통하여 시각 이외에 촉각에 대한 피드백을 받을 수 있는 시스템이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로, 로봇팔이 좀더 정교한 작업을 진행할 수 있도록 하기 위해, 내부에 케이블을 매립하여 일체로 제작되는 작동튜브에 광섬유격자센서를 설치하여 케이블에 가해지는 힘을 측정함으로써 원격으로 조정하는 로봇팔의 작동을 제어할 수 있는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치 및 이를 이용한 원격 로봇팔 작동장치를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 원격으로 조정할 수 있는 수술분야의 수술로봇 팔이 FBG 센서를 활용하여 로봇 팔의 내부에 존재하는 케이블과 함께 FBG센서 및 광섬유를 설치하여 케이블의 미세한 인장력 내지 압축력까지 제어하여 6자유도에 따른 공간에서의 로봇 팔 집계의 보다 정교하고 미세한 조절이 가능하게 함으로써 현대의학 수술에서 정교한 수술을 요하는 부분에서도 커다란 획을 그을 수 있는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치 및 이를 이용한 원격 로봇팔 작동장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0009] 본 발명의 또 다른 목적은 본 발명의 광섬유격자센서를 폴리이미드 재질의 수지로 코팅하여 고온, 마찰, 방사선, 다수 화학약품에 대해 내구성에 강하도록 하며, 특히 작동튜브와 함께 고착되어 설치되는 경우 광섬유격자센서가 작동튜브와 압착되어 일체 고정되므로 마찰 등의 외력에 영향받지 않도록 하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치 및 이를 이용한 원격 로봇팔 작동장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은 앞서 상술한 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 구성을 가진 실시예에 의하여 구현될 것이며, 하기와 같은 구성을 포함한다.

[0011] 상기한 본 발명은, 원격으로 조정하며 작업을 할 수 있고 대상물을 직접 움켜잡거나 푸는 집계부, 로봇팔이 수평 수직으로 힌지 회동하도록 하는 중간부 및 로봇팔이 조종부에 연결되도록 하는 몸통부를 포함하는 로봇팔의 힘을 측정하는 장치에 있어서, 상기 집계부의 힌지부에 고정되어 집계부를 회동시킬 수 있는 제1집계와 제2집계로 구성되며, 상기 제1집계와 제2집계가 그립되거나 풀릴 수 있도록 하는 제1집계 케이블들 및 제2집계 케이블을 포함하고, 상기 중간부와 집계부 사이에는 집계부가 축으로 회전할 수 있도록 하는 집계부 회전축이 포함되고, 중간부와 몸통부 사이에는 중간부가 축으로 회전할 수 있도록 하는 중간부 회전축을 포함하고, 상기 제1집계 케이블 및 제2집계 케이블에는 광섬유가 매설되고 각각의 케이블에 가해지는 응력을 측정할 수 있는 광섬유격자센서가 매립되어 설치되어 정교한 힘의 변위까지도 측정하여 원격으로 미세한 조정을 할 수 있도록 하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 힘 측정장치 및 이를 이용한 원격 로봇팔 작동장치를 제공한다.

발명의 효과

[0012] 상기에서 살펴본 바와 같이, 본 발명은 전술한 과제 해결 수단 및 후술할 구성과 결합, 작동관계에 의해서 다음과 같은 효과를 도모할 수 있다.

[0013] 이상에서 기술한 바와 같이 본 발명은, FBG 센서를 이용하여 전기 배선 보수 등의 작업 현장에서 사람 접근시 위험에 노출되는 곳에 로봇을 투입하여 노이즈 영향 없이 더 정밀한 작업도 가능하게 할 수 있다.

[0014] 이 외에 팔 다리 등에 장착하는 인공 보철에의 적용도 가능할 것으로 판단된다. 팔이나 다리가 절단된 장애우들의 경우, 인공 팔 다리 보철물을 장착하고 다닌다. 향후 뇌 전극 삽입 의학이 더욱 발달될 경우, 보철물에 센서를 장착하여 뇌 전극과 연계한 시스템도 고려하여 볼 수 있다. 이 경우, 팔 다리 절단 환자도 인공 팔 다리 보철물을 장착하고도, 감각을 느낄 수 있게 될 것이다.

[0015] 특히, 원격으로 조정할 수 있는 수술분야의 수술로봇 팔이 FBG 센서를 활용하여 로봇 팔의 내부에 존재하는 케이블과 함께 작동튜브에 FBG센서 및 광섬유를 설치하여 케이블의 미세한 인장력 내지 압축력까지 제어하여 6자유도에 따른 공간에서의 로봇 팔 집계의 보다 정교하고 미세한 조절이 가능하게 함으로써 현대의학 수술에서 정

교한 수술을 요하는 부분에서도 커다란 획을 그을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 종래기술에 따른 원격 로봇팔을 도시한 도면,
 도 2는 종래기술에 따른 원격 로봇팔의 작동을 도시한 도면,
 도 3은 종래기술에 따른 원격 로봇팔 케이블에 의한 작동을 도시한 작동도.
 도 4는 본 발명에 따른 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔의 힘 측정장치를 도시한 도면.
 도 5는 본 발명의 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔에서 힘의 작용관계를 도시한 도면.
 도 6은 본 발명의 로봇팔 작동 케이블에서 작동 스틸튜브에 장착되는 광섬유격자센서를 도시한 도면.
 도 7 내지 도 9는 본 발명의 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동 케이블 힘 측정장치의 다른 실시예들을 도시한 도면.
 도 10 및 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 원격 로봇팔 작동장치를 도시한 블록도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하에서는 본 발명에 따른 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치 및 이를 이용한 원격 로봇팔 작동장치에 대한 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0018] 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에서 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0019] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0020] 먼저 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 기존의 수술로봇 등에서 원격조정을 통한 로봇팔(200)이 어떻게 작동하는지를 설명한다.
- [0021] 특히 수술로봇의 경우, 기존 수술로봇 도구로 시술할 경우 환자 외피의 최소 부분을 절개하여, 로봇 집게부가 환자의 몸 안으로 들어가 장기의 절개, 접합 등의 수술을 하게 된다. 로봇팔 직경은 1Cm 미만의 실린더 형이고, 그 내부를 통하여 로봇 몸체에서 끝단까지 매우 얇은 와이어로 연결되어 집게부를 조작하게 된다. 이 같이 로봇 내부의 한정된 좁은 공간과 높은 정밀도의 문제로 와이어 자체의 힘 측정을 위해 일반 센서의 부착은 어려움이 있다.
- [0022] 이러한 로봇의 팔의 작동은 도 1에서 보는 바와 같이 집게부(240), 중간부(230) 및 몸체부(220)로 구성되어 각각의 구성이 접합되는 부위에서 축에 의해 힌지 회동될 수 있도록 하는 구조로 이루어진다. 이와 같이 집게부 전체가 상하로 회동을 하는 경우 중간부는 이와 수직되는 좌우로 회동할 수 있도록 하여 전체적인 6자유도에 따른 로봇팔의 움직임을 제어하게 된다.
- [0023] 그리고, 이와는 별도로 집게부(240)는 제1집게(242)와 제2집게(244)로 이루어져 그립(grip)할 수 있도록 한다. 이와 같은 움켜쥐는 힘인 그립력이 수술로봇 팔에서 중요한데, 이러한 그립되는 힘을 세밀하게 측정할 수 있도록 하는 것이 중요하다.
- [0024] 본 발명의 로봇 팔(200) 집게부(240)는 제1집게(242) 및 힌지부(243), 제2집게(244) 및 힌지부(245)를

포함한다. 이러한 상기 제1집계(242) 및 제2집계(244)는 통상적으로 강성이 크고 산화에 강한 금속으로 이루어져 있고 상기 각각의 힌지부(243, 245)에서 편축으로 힌지 회동함으로써 움켜쥐거나 푸는 작동을 가능하게 한다. 또한 도 1에서 보는 것처럼 각각의 집계부가 그룹되는 안쪽에는 절곡된 표면이 형성되어 있어 움켜쥐어지는 것들이 미끄러져 빠져나가는 것을 방지할 수 있도록 한다.

[0025] 로봇 팔 집계부(240)의 가장 중요한 기능은 힌지부(243, 245)를 중심으로 제1집계(242) 및 제2집계(244)가 회동할 수 있도록 하는 것이다. 이를 위해 상기 힌지부(243, 245)에 케이블들이 고착제 등에 의해 고정(246)되어 인력과 축력이 작용함으로써 이를 가능하게 한다.

[0026] 상기 중간부(230)는 도 1 및 도 2에서 보는 것처럼 집계부(240)와 몸체부(220)가 중간부(230)의 각 단에서 수직 및 수평축으로 회동할 수 있도록 한다. 상기 중간부(230)는 집계부(240)가 연결되는 부위에는 집계부 전체가 수평방향으로 회동할 수 있도록 하는 회전축을 가지는데 일반적으로 축을 이루는 집계부 회전축(235)에 의해 달성된다. 그리고, 타단은 몸체부(220)가 연결되는데, 상기 집계부의 회동면과는 수직되는 회동면을 가지는 회전축을 가진다. 이러한 몸체부의 회전축은 중간부 회전축(225)에 의해 힌지 회동하도록 하는데, 중간부(230)가 전체적으로 수직으로 회동할 수 있도록 한다.

[0027] 도 1 및 도 3은 본 발명의 로봇팔에서 집계부와 중간부가 회동 작동하는데 있어 내부의 케이블들(251 내지 254)이 어떻게 집계부(240) 및 중간부(230)를 회동시키면서 조정하고, 집계들(242, 244)을 움켜쥐거나 푸는 조정을 하는지를 설명한다. 도 1 및 도 3을 참조하여 케이블들(251 내지 254)의 인장 압축에 따른 집계부(240) 및 중간부(230)의 작동을 살펴보기로 한다.

[0028] 먼저 도 1 및 도 3에서 보는 바와 같이 제1집계 케이블(251, 252)은 제1집계(242)의 힌지부(243)에 감기거나 고착되어 고정(246)된다. 그리고, 제2집계 케이블(253, 254)은 제2집계(244)의 힌지부(245)에 감겨 고착 고정(246)된다.

[0029] 이렇게 감겨져 고착된 케이블(251 내지 254)들을 다양하게 당기거나 밀면서 로봇팔의 작동을 제어하게 되는데, 이를 상세히 살펴보면 도 3에서 보는 바와 같다.

[0030] 예를 들어, 중간부(230) 굽힘을 위해서는 중간부 회전축(225)을 축으로 수직 회동하게 되는데, 제2집계 a, b케이블들(253, 254)을 모두 전체적으로 당기게 하고, 제1집계 a, b케이블들(251, 252)을 모두 전체적으로 밀게 하는 경우 도 2 및 도 3에서 보는 것처럼 중간부 회전축(225)을 중심으로 위는 당겨지고 아래는 밀리게 되어 회전축(225)을 중심으로 모멘트가 작용하게 되므로 전체적으로 중간부(230)가 수직 회동하게 된다.

[0031] 그리고, 집계부(240) 굽힘을 위해서는 제1집계 힌지부(243) 및 제2집계 힌지부(245)에 감겨 고착된 케이블에서 바깥쪽에 위치하는 제1집계 b케이블(252) 및 제2집계 b케이블(254)에 인장력을 가하면서 당기고, 안쪽에 위치하는 제1집계 a케이블(251) 및 제2집계 a케이블(253)에 축력을 가하면서 민다. 이에 따라 제1집계 및 제2집계의 힌지부(243, 245)를 전체적으로 동일한 방향(도 3에서는 시계방향)으로 회전시키면서 집계부(240) 전체를 회동시키게 된다.

[0032] 집계부(240)에서 제1집계 및 제2집계가 대상물을 그립(grip)하게 되는 작동을 살펴보면, 상기 집계부(240)의 전체 회동에서와 동일한 작동원리로 제1집계 케이블 및 제2집계 케이블을 작동한다. 그러나, 위에서 집계부 굽힘의 작동 시와는 달리 제1집계(242) 및 제2집계(244)의 작동은 제1집계 케이블 중 바깥쪽의 b케이블(252)을 인장력을 주어 당기고, 안쪽의 a케이블(251)은 압축력을 주어 밀게 된다. 그리고, 제2집계 케이블 중 안쪽의 a케이블(253)은 인장력을 주어 당기고, 바깥쪽의 b케이블(254)은 압축력을 주어 민다. 이 때, 제1집계 및 제2집계의 힌지부(243, 245)는 고착된 케이블들에 의해 집계 회전축(235)을 축으로 회동하게 되는데, 도 3에서 보는 것처럼

제1집게(242)는 안쪽으로 제2집게(244)도 안쪽으로 접혀져서 집게가 움켜쥐는 작동을 할 수 있게 된다.

[0033] 이와는 반대로 제1집게 케이블 중 바깥쪽의 b케이블(252)을 압축력을 주어 밀고 안쪽의 a케이블(251)은 인장력을 주어 당기면서, 제2집게 케이블 중 안쪽의 a케이블(253)은 압축력을 주어 밀고 바깥쪽의 b케이블(254)은 인장력을 주어 당기게 되면, 상기 그립(움켜쥐는 작동) 작동과는 반대로 집게들이 바깥쪽으로 회동하게 되어 풀어주는 작동을 수행하게 된다.

[0034] 이렇게 본 발명은 도 2에서 보는 바와 같이, 집게부(240)의 제1집게 및 제2집게의 힌지부(243, 245)에 고착되어 감긴 케이블들(251 내지 254)을 다양하게 당기고 밀면서 집게부의 힌지부(243, 245)의 집게 회전축(235)을 축으로 한 회동이 가능하게 되며, 집게부(240) 전체를 회동시키면서 수술 등의 작업을 하려는 위치를 정할 수 있으며, 동시에 제1집게(242) 및 제2집게(244)가 그립하여 대상물을 움켜잡는 작동을 하거나 풀어주는 작동을 가능하도록 한다.

[0035] 즉, 중간부(230)의 회동은 제1집게 a,b케이블(251, 252)들과 제2집게 a,b케이블(253, 254)들의 중간부 회전축(225)을 축으로 한 모멘트를 통해 작동하도록 하고, 집게부(240)의 회동 및 제1집게(242) 및 제2집게(244)의 작동은 집게부의 힌지부(243, 245)가 집게 회전축(235)을 축으로 회전하는 것을 통해 실현하게 된다.

[0036] 상기 살펴본 것처럼 원격조정을 통한 로봇팔의 작동은 케이블들(251 내지 254)을 당기거나 미는 작동으로 실현 가능한데, 이러한 케이블들의 힘이 인장력 내지 압축력으로 어떻게 작용되고, 어느 정도의 힘이 작용하는지를 측정(피드백)함으로써 각각의 측정수치에 따라 중간부(230)의 회동 및 집게부(240)의 회동을 가능하게 하며, 더 나아가 제1집게(242) 및 제2집게(244)의 그립 및 푸는 작동을 실현하게 된다.

[0037] 이러한 수술로봇 등의 로봇팔 도구를 사용하는 경우, 앞서 언급한 힘 피드백 받기 위한 시도로 앞 단에서 힘을 측정하는 방법, 소형의 힘 센서를 와이어 끝단에 붙이는 방법, 광섬유를 연결시켜 빛을 쏘아 측정하는 방법 등이 고안되었다.

[0038] 앞 단에서 힘을 측정할 경우, 와이어의 마찰 등 불필요한 측정요소까지 포함되어 측정되기 때문에 큰 오차를 보이게 된다. 소형의 힘 센서를 끝단에 붙일 경우 고가의 가격이 요구되어, 영구 사용이 아닌 몇번의 사용 후 폐기해야 하는 로봇팔 도구 특성상 부적합하다. 광섬유를 연결하여 빛을 쏘아 측정하는 경우, 로봇 도구의 광섬유와 로봇의 연결부에서 노이즈가 발생하게 되는데, 이 때문에 큰 오차가 발생하여 다른 센싱 방법보다도 정확도가 현저히 떨어진다.

[0039] 또한 수술로봇에서 로봇팔이 활용되는 경우, 수술 진행 시 환자 장기 절개시 출혈을 최소화하며 재접합을 하기 위한 고주파 전류를 흘려 보내주게 되는데, 이를 위하여 로봇 내부를 통하여 도선이 연결되어 있기 때문에 일반 전기 신호를 사용하는 상용 센서는 노이즈의 문제로 사용할 수 없다. 이 밖에, 위에서 언급한 바와 같이 수술로봇의 경우에는 로봇팔은 5회 시술 후 폐기되어야 하기 때문에, 고가의 센싱 장비 도입에는 다소 무리가 있다.

[0040] 본 발명은 위에서 제시된 문제점에 구속받지 않는 대안으로 새로운 광섬유격자센서에 의한 측정방법을 제안한다. 이에 광섬유격자(FBG, Fiber Bragg Grating)센서를 이용한 측정은 전자 유도의 영향이 없고, 기존 광섬유에 비하여 신호의 강도가 세다. 따라서 연결부나 측정부에서 전기 노이즈에 대한 영향에서 벗어날 수 있어 신뢰성과 계측 정밀도의 향상이 가능하다. 또한 저가로 구현할 수 있다는 장점이 있다.

[0041] 이에 본 발명에 따른 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔의 힘 측정장치는 도 4에서 보이는 것처럼 제1집게 a,b케이블(251, 252) 및 제2집게 a,b케이블(253, 254)들에 의해 작동되는데, 당해 케이블들의 응력이 어떻게 작용하느냐에 따라 집게부의 회동 및 움직임을 제어하게 된다.

- [0042] 이에 본 발명은 원격으로 조정하며 작업을 할 수 있고 대상물을 직접 움켜잡거나 푸는 집게부(240), 로봇팔이 수평 수직으로 힌지 회동하도록 하는 중간부(230) 및 로봇팔이 조종부에 연결되도록 하는 몸통부(220)를 포함하고, 상기 집게부는 힌지부(243, 245)에 고정되어 집게부를 회동시킬 수 있는 제1집게(242)와 제2집게(244)로 구성되며, 상기 제1집게와 제2집게가 그룹되거나 풀릴 수 있도록 하는 제1집게 a케이블(251) 및 b케이블(252)과 제2집게 a케이블(253) 및 b케이블(254)을 포함하고, 상기 중간부와 집게부 사이에는 집게부가 축으로 회전할 수 있도록 하는 집게부 회전축(235)이 포함되고, 중간부와 몸통부 사이에는 중간부가 축으로 회전할 수 있도록 하는 중간부 회전축(225)을 포함하며, 상기 제1집게 케이블들 및 제2집게 케이블들에 각각 일체로 연결되어 각각의 케이블들이 받은 응력을 그대로 전달할 수 있도록 하는 제1집게 a작동튜브(451) 및 b작동튜브(452)와 제2집게 a작동튜브(453) 및 b작동튜브(454);를 포함하고, 상기 작동튜브들과 일체로 설치되어 각각의 케이블들에 가해지는 응력을 측정할 수 있는 광섬유격자센서들(301 내지 304);상기 각각의 광섬유격자센서로부터 측정된 파장값을 전달하는 광섬유(400);를 포함하여 미세한 힘의 변위까지도 측정하여 원격으로 정교한 조정을 하는 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치를 제공한다.
- [0043] 본 발명에서 광섬유격자센서 및 광섬유를 케이블에 직접 일체형으로 설치하여 완성하는 경우, 케이블 자체의 절곡으로 인하여 광섬유가 절곡되어 부스러지거나 광섬유격자센서에서 명확한 값을 측정할 수 없게 된다. 이에 따라 케이블에 일체로 연결되어 있는 작동튜브(주사기 등에서 활용되는 금속관으로 형성될 수 있다)에 광섬유 및 광섬유격자센서를 일체식으로 고착하여 실제로 케이블에 걸리는 응력을 작동튜브로부터 명확히 측정할 수 있게 된다.
- [0044] 즉, 본 발명에서 각각의 케이블들(251 내지 254)은 상기 작동튜브들(451 내지 454)에 내입되어 압착을 통해 일체로 고착되고, 케이블들의 응력을 작동튜브들에 그대로 전달함으로써 작동튜브들에 설치되는 광섬유격자센서들(301 내지 304)의 파장변이로부터 케이블의 응력을 측정하게 되는 것이다.
- [0045] 이렇게 상기 광섬유격자센서들(301 내지 304)로부터 측정된 파장변이는 함께 설치된 광섬유(400)를 통해 측정장치(도면 미도시)에 전달되고 이를 분석하여 케이블에 걸리는 응력(힘)을 미세하고 정밀하게 측정할 수 있게 된다.
- [0046] 본 발명은 도 4에서 보는 것처럼 광섬유(400)가 몸통부(220)에서 보았을 때 A부위인 케이블(251 내지 254)과 매립되기도 하는데, 케이블들을 보호하는 작동튜브(452, 453) 내에서 함께 고착 설치된다.
- [0047] 그리고, 도 6에서 보는 것처럼 광섬유격자센서(301 내지 304)는 케이블들(251 내지 254)과 고착되어 연결된 작동튜브(451 내지 454)에 일체로 설치되는 것이 가장 바람직하다. 케이블(251 내지 254)이 받게 되는 인장력 및 압축력이 상기 작동튜브(451 내지 454)에 직접적으로 전달되고 이렇게 전달된 응력은 광섬유격자센서(301 내지 304)에 의해 측정될 수 있다.
- [0048] 상기 작동튜브(451 내지 454)는, 도 6에서 보는 것처럼 집게부의 힌지부에 연결된 케이블들(251 내지 254)에 일체로 직접적으로 연결된다. 상기 작동튜브들은 보통 주사바늘에서 볼 수 있는 얇은 스틸튜브로 형성될 수 있고, 이렇게 형성된 강관의 얇은 내부통로에는 케이블(301 내지 304)들이 내입되어 일체화되도록 이루어진다. 결국, 당해 작동튜브(451 내지 454)를 조정함으로써 케이블들(251 내지 254)들을 조정할 수 있고, 전체적으로 로봇팔의 작동을 가능하도록 한다. 특히 당해 작동튜브(451 내지 454) 구성의 채용은 광섬유격자센서(301 내지 304)가 설치되어 로봇팔 케이블의 힘을 측정할 수 있도록 하기 위함이다.
- [0049] 통상적으로 광섬유격자센서(FBG, Fiber Bragg Grating)는 일반적인 광섬유의 코어에 일정한 반사특성을 갖도록 하기 위하여 빛을 쏘인 후 제작하는 것으로 다양한 반사특성을 갖는 광섬유격자센서가 있게 된다. 이러한 광섬유격자센서는 구조물의 변위측정 및 침몰 등의 경우 설치 활용되고, 미세한 변형 및 변화를 정밀하게 측정할 수 있도록 하는 분야에 활용되고 있다. 또한, 광섬유격자센서는 온도변화에 따른 신축 등의 변형이 발생되지 아니

하여 외기의 영향을 받지 않고도 이를 활용할 수 있게 된다. 그러나, 온도변화에 따른 파장의 반사특성은 변화할 수 있으므로 이를 보상해 줄 수 있는 구성도 채용될 수 있다.

- [0050] 광섬유격자센서는 일례로 1550nm 반사특성을 갖는 광섬유격자센서의 경우 100g의 장력이 가해지는 경우 1.3nm의 파장 천이가 발생된다. 본 발명에서 활용되는 광섬유격자센서는 통상적으로 작동튜브의 재질인 스틸의 굽기, 재질 등 로봇팔의 장력 지탱력에 따라 작동튜브가 받는 힘이 달라지므로 그 재질 및 굽기 온도에 따른 영향을 고려하여 설계되도록 한다.
- [0051] 도 5 및 도 6을 참조하여 본 발명에서 케이블들(251 내지 254) 및 작동튜브(451 내지 454)의 작용에 따른 광섬유격자센서에 가해지는 인장력 내지 압축력을 측정함으로써 로봇팔의 미세한 조작을 어떻게 하는지 살펴보기로 한다.
- [0052] 먼저 도 5는 본 발명의 로봇팔 작동을 위한 중간부(230)의 힌지 회동과 집게부(240)의 힌지 회동시 힘의 작용에 대해 개략적으로 도시한 것이다.
- [0053] f2a 및 f2b 는 위의 도 2 및 도 3에서 충분히 살펴본 것처럼 중간부(230)의 힌지 회동을 위한 힘을 도시한 것으로 중간부 힌지핀(225)을 축으로 하여 반대방향의 힘이 가해지면서 모멘트가 주어지고 이러한 모멘트에 의해 중간부(230) 전체가 회전하게 되는 작동관계를 가진다. 즉, f2a는 제2집게 케이블(253, 254)에 동일한 방향으로 동시에 가해지는 힘을 나타내고, f2b는 제1집게 케이블(251, 252)에 동일한 방향으로 동시에 가해지는 힘을 나타낸다. 이러한 상기 각각의 힘은 인장력으로 작용될 수도 있고, 압축력으로 작용될 수도 있으나, f2a가 인장력으로 작용되는 경우 f2b는 압축력으로 작용되어야 모멘트가 발생될 것이므로 반대되는 방향의 힘이 작용되어야 한다.
- [0054] f1a 및 f1b 는 위의 도 2 및 도 3에서 볼 때, 집게부(240) 전체의 회동을 작동시킬 수 있는 힘으로써 제1집게 케이블(251)과 제2집게 케이블(253)이 동시에 동일한 힘으로 작용할 수 있도록 하는 f1a 와, 제1집게 케이블(252)과 제2집게 케이블(253)을 동시에 동일한 힘으로 작용할 수 있도록 하는 f1b 를 나타낸다. 비록 도 5에서는 집게 회전축(235)를 축으로 하여 수직으로 이루어진 축을 기준으로 모멘트를 가하면서 집게부(240)를 회동시키는 것으로 도시되어 있으나, 도 1 내지 도 3에서 충분히 살펴본 것처럼 집게부(240)의 회동은 힌지부(243, 245)에 고착되어 감긴 케이블들이 상호 당기고 밀면서 전체적으로 회전시킬 수 있게 한다.
- [0055] 그리고, 집게부(240)에서 제1집게(242) 및 제2집게(244)의 그립(움켜 쥐는 동작) 및 푸는 작동의 힘 관계는 도 5에서 도시되어 있지 아니하지만, 도 6에서 충분히 설명될 수 있다. 앞선 도 3의 로봇팔(200)의 집게가 그립되는 작동관계를 살펴보면 이 또한 충분히 이해될 수 있는 부분이므로 이하 그 설명을 생략한다.
- [0056] 통상적으로 도 5에 도시된 f1a, f1b, f2a, f2b 를 측정함으로써 중간부 전체의 회동 및 집게부 전체의 회동을 제어할 수 있게 된다. 이러한 각각의 힘은 광섬유격자센서의 변이된 파장을 측정함으로써 파악할 수 있는데, 각각의 케이블에 연결된 작동튜브(451 내지 454)에 설치된 광섬유격자센서(301 내지 304)에서 측정되는 파장을 측정하고 당해 측정된 값으로 각각의 케이블들이 어떠한 인장력 내지 압축력을 받고 있는지를 확인하게 된다.
- [0057] 예를 들어 f2a 힘 값은 제2집게 a,b케이블(253, 254)들에서 측정되는 힘의 합력이 된다. 즉, 안쪽의 제2집게 a 작동튜브(453)의 광섬유격자센서(303)에서 측정된 힘이 인장력이고, 바깥쪽의 제2집게 b케이블(454)의 광섬유격자센서(304)에서 측정된 힘도 인장력인 경우, 두 힘을 더하면서 전체적인 f2a 값은 인장력으로 하여 구하게 된다. 하나가 압축력이고 하나는 인장력인 경우 반대로 빼서 전체적인 f2a 값을 더 큰 절대값을 가지는 힘으로 구하게 된다.
- [0058] 이렇게 확인된 각각의 케이블들(작동튜브들)이 받는 힘을 상기와 같이 집게부(240)의 회동 및 중간부(230)의 회동에 관여되는 각각의 힘으로 구한 후 실제로 미세한 로봇팔의 조정을 가능하도록 한다.

- [0059] 이와는 별도로 집게(242, 244)가 움켜쥐거나 푸는 작동 또한 제1집게 힌지부(243) 및 제2집게 힌지(245)의 회전이 어떻게 이루어질 수 있는지 각 케이블에 가해지는 힘을 측정하여 미세한 힘까지 측정이 가능한 것이다.
- [0060] 이와 같이 상기 각각의 케이블들(251 내지 254)에 걸리는 응력은 작동튜브(451 내지 454)에 설치된 광섬유격자센서(301 내지 304)들로부터 정밀하게 측정할 수 있게 되고, 이렇게 측정된 힘을 기준으로 위에서 언급한 원격 조정 로봇팔의 작동을 미세하게 실현할 수 있게 된다.
- [0061] 본 발명에서 상기 광섬유격자센서(301 내지 304)가 작동튜브(451 내지 454)에 어떻게 설치되는냐에 따라 여러가지 실시예를 갖게 된다. 도 7 내지 도 9는 본 발명의 광섬유격자센서(301)가 작동튜브(451)에 어떻게 고착되어 설치되는지를 각각의 실시예에 따라 상세히 보여준다. 이하에서는 도 7 내지 도 9를 참조하여, 제1집게 작동튜브(451)를 기준으로 광섬유격자센서(301)가 어떻게 설치되어 고착되는지를 보다 상세하게 설명하도록 한다.
- [0062] 도 7의 실시예에 따르면, 본 발명의 광섬유격자센서(301)는, 상기 작동튜브(451)의 표면에 일체로 고착(311)되어 작동튜브(451)가 받는 응력에 따라 파장천이가 발생되어 케이블(251)의 응력을 측정하고, 이를 광섬유(400)를 통해 전달하도록 한다. 즉, 작동튜브(451)는 주사바늘과 같은 얇은 강관이므로 광섬유격자센서(301)를 당해 작동튜브(451)의 표면에 완전히 일체로 고착시킴으로써 작동튜브(451)가 인장력으로 늘어나거나 압축되는 경우 광섬유격자센서(301)의 파장변이로 이를 정밀하게 측정할 수 있게 된다.
- [0063] 도 8의 실시예에 따르면, 본 발명의 광섬유격자센서(301)는, 양 끝단이 상기 작동튜브(451)의 내부에 매립되면서 일체로 고착(311)됨으로써 작동튜브가 받는 응력에 따라 파장천이가 발생되어 케이블(251)의 응력을 측정하고, 이를 광섬유(400)를 통해 전달하도록 한다. 즉, 상기 광섬유격자센서(301)의 양단을 작동튜브(451)에 고착(311)시킴으로써 전체적으로 작동튜브(451)가 인장, 압축되는 경우 광섬유격자센서(301)에도 응력이 그대로 전달될 수 있도록 하는 구조를 가진다. 이렇게 작동튜브(451)의 인장, 압축에 따른 응력의 측정은 곧바로 케이블(251)의 응력이 되므로 이와 함께 측정될 수 있는 것이다.
- [0064] 도 9의 실시예에 따르면, 본 발명의 광섬유격자센서(301)는, 전체가 상기 케이블(251)이 매립된 작동튜브(451)의 내부에서 전체적으로 일체화 고착(311) 형성되어 있으며, 케이블 및 작동튜브가 받는 응력에 따라 파장천이가 발생되어 이를 통해 케이블의 응력을 측정하고, 이를 광섬유(400)를 통해 전달하도록 한다. 즉, 주사바늘과 같은 금속관으로 형성된 작동튜브(451)의 내부에 케이블(251)이 내입되어 작동튜브의 압착을 통해 일체화되는데, 그 사이에 광섬유격자센서(301)도 함께 매입되어 일체화 고착되는 것이다. 결국 전체적으로 작동튜브(451)의 인장, 압축응력을 광섬유격자센서(301)가 그대로 받을 수 있는 구조이므로 파장변이에 따라 응력을 정밀하게 측정할 수 있게 된다.
- [0065] 이에 바람직하게는 상기 광섬유격자센서가 작동튜브(451)의 내부에 매립되는 실시예에서, 광섬유격자센서와 케이블 및 작동튜브는 인장력이 작용하는 경우 인장응력을 함께 받을 수 있도록 일체화 고착되어야 하고, 외력에 의해 광섬유격자센서가 영향받지 않도록 보호되도록 하여야 할 것이다.
- [0066] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 상기 광섬유격자센서(301 내지 304)는, 고온, 마찰, 방사선, 다수의 화학약품에 대해 강한 내구성을 가지는 폴리이미드 수지형 재질로 코팅되어 형성된다. 이러한 폴리이미드 재질의 수지는 성질상 고온, 마찰, 방사선, 다수의 화학약품에 대해 강한 내구성을 가지며, 통상적으로 갈색을 띠며 코팅되기도 하나 최근 무채색 투명하게 코팅되어 사용될 수도 있게 되었다.
- [0067] 이와 같이 본 발명은 광섬유격자센서가 미세한 인장력과 압축력을 정밀하게 측정할 수 있으므로 이를 토대로 원격으로 조정하는 로봇팔의 정교한 작업을 실현할 수 있고, 특히 수술분야에서 활용되는 수술 로봇의 경우에 그 활용성이 극대화된다고 할 것이다.

- [0068] 종래의 수술로봇은 로봇의 팔 내부에 케이블을 이용하여 원격으로 로봇 팔을 미세하게 조정함으로써 원격 시술을 가능하게 하거나, 시술자가 마스터 조립체를 조작하여 슬레이브가 움직이게 함으로써 시술자가 원격으로 용이하게 작동할 수 있게 하는 것이었다. 즉, 단순히 로봇을 원격으로 조정할 수 있게 하나, 보다 정교하고, 미세한 수술을 시술하기에는 부족하며, 이로 인해 의료사고가 발생할 가능성도 매우 크다고 할 것이다.
- [0069] 그러나, 본 발명은 FBG 센서를 활용하여 로봇 팔의 내부에 존재하는 케이블과 함께 작동튜브에 FBG센서 및 광섬유를 설치하여 케이블의 미세한 인장력 내지 압축력까지 제어하여 6자유도에 따른 공간에서의 로봇 팔 집계의 보다 정교하고 미세한 조절이 가능하게 함으로써 현대의학 수술에서 정교한 수술을 요하는 부분에서도 커다란 획을 그을 수 있고, 그 활용도는 기존의 로봇수술기기에 있어 비교할 바가 되지 않는다고 할 것이다.
- [0070] 통상적으로 FBG 센서는 마이크로미터 또는 나노미터 단위의 변위가 발생하는 경우까지 측정할 수 있으므로, FBG 센서에 가해지는 미세한 힘까지 상세하게 전달해 주므로 매우 중요한 수술에서 그 활용도는 막대하다고 할 수 있고, 또한 그 시장성은 매우 밝다고 할 수 있다.
- [0071] 도 10 및 도 11를 참조하여 본 발명의 또 다른 실시예를 살펴보면, 본 발명은 상기 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동 케이블 힘 측정장치를 이용하여 원격으로 로봇팔을 작동하는 장치를 제공한다.
- [0072] 즉, 도 10에 따르면, 본 발명은 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치를 이용한 원격 로봇팔 작동장치에 있어서, 로봇팔의 케이블 응력을 측정하는 각각의 광섬유격자센서들(301 내지 304)에서 측정된 파장으로부터 상기 제1집계 a케이블(251) 및 b케이블(252)과 제2집계 a케이블(253) 및 b케이블(254)에 작용하는 응력을 연산하여 측정하는 연산부(600); 상기 연산부에서 측정된 응력과 함께 중간부와 집계부의 변위 및 영향을 표시하는 표시부(700); 및 상기 제1집계 a케이블 및 b케이블과 제2집계 a케이블 및 b케이블을 밀고 당김으로써 중간부와 집계부의 제1집계 및 제2집계를 조정하는 원격조정부(800);를 포함하여 케이블들의 미세한 힘의 변위까지도 측정하여 로봇팔을 원격으로 정교한 조정을 할 수 있다.
- [0073] 이와 같이 상기 제1집계 및 제2집계에 걸리는 케이블의 응력에 따른 집계부 및 중간부의 작동은 도 4 내지 도 6을 참조하여 이미 앞서 설명한 것처럼 각각의 인장응력 및 압축응력의 차이로 발생된다. 각 케이블에서 측정된 응력은 각각의 광섬유격자센서로부터 측정된 파장을 연산부(600)에서 파장천이에 따른 응력값을 산출하도록 하고, 산출된 응력값으로 인하여 중간부 및 집계부의 작동을 미세하게 측정할 수 있다.
- [0074] 이렇게 측정된 케이블들의 응력값 및 중간부 및 집계부의 변위는 표시부(700)에서 사용자가 확인할 수 있도록 개시되고, 이를 토대로 원격조정부(800)에서 사용자는 케이블들을 밀거나 당김으로써 로봇팔을 정교하게 작동시킬 수 있게 된다.
- [0075] 도 11에 따른 본 발명의 또 다른 실시예는, 상기 연산부(600)가 상기 각각의 광섬유격자센서들로부터 측정된 파장값들을 분석하여 연산처리하는 FBG응력 연산처리부(610); 및 상기 FBG응력 연산처리부로부터 분석된 응력값으로부터 기설정된 응력 중간부의 회동 및 제1집계와 제2집계의 변위를 측정하는 변위연산처리부(630);로 구성될 수 있도록 한다.
- [0076] 즉, FBG응력 연산처리부(610)는 상기 케이블들(251 내지 254)에 걸리는 응력을 광섬유격자센서들(301 내지 304)에서 측정되는 파장의 천이로부터 산출하게 되고, 작동변위 연산처리부(630)는 당해 응력에 따른 집계부 및 중간부의 작동 변위를 연산처리하는 기능을 수행한다.
- [0077] 그리고, 상기 표시부(700)는, 케이블에 걸리는 응력을 모니터에 출력하는 케이블응력 표시부(710); 및 실시간으로 직접 촬영된 로봇팔의 중간부 및 집계부의 작동을 모니터링할 수 있도록 하는 작동영상 표시부(730);로 구성될 수 있다.

[0078] 즉, 사용자는 케이블응력 표시부(710)에서 개시되는 각각의 케이블 응력값들을 확인하고, 그에 따라 실시간으로 직접적인 집게부 및 중간부의 동작을 확인함으로써 원격조정부(800)에서 원격으로 로봇의 팔을 미세하게 조정할 수 있게 된다.

[0079] 앞서 살펴본 실시예는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자(이하 '당업자'라 한다)가 본 발명에 따른 광섬유격자센서를 이용한 로봇팔 작동케이블의 힘 측정장치 및 이를 이용한 원격 로봇팔 작동장치를 용이하게 실시할 수 있도록 하는 바람직한 실시예일 뿐, 전술한 실시예 및 첨부한 도면에 한정되는 것은 아니므로 이로 인해 본 발명의 권리범위가 한정되는 것은 아니다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 당업자에게 있어 명백할 것이며, 당업자에 의해 용이하게 변경가능한 부분도 본 발명의 권리범위에 포함됨은 자명하다.

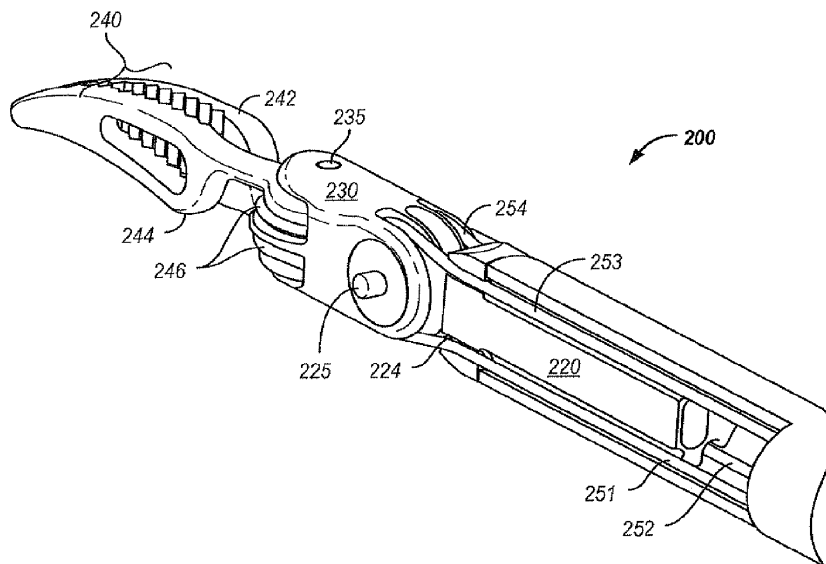
부호의 설명

[0080] * 도면의 주요부분에 대한 주요 설명 *

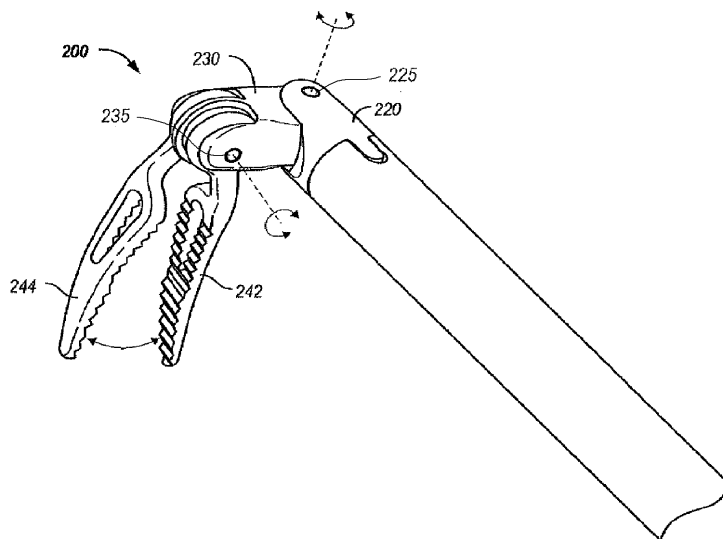
200 : 로봇팔	
220 : 몸통부	225 : 중간부 회전축
230 : 중간부	235 : 집게부 회전축
240 : 집게부	242 : 제1집게
243 : 제1힌지부	244 : 제2집게
245 : 제2힌지부	246 : 케이블 고정부
251,252 : 제1집게 a,b케이블	253,254 : 제2집게 a,b케이블
301,302,303,304 : 광섬유격자센서	
311,312,313,314 : 일체식 고착부	400 : 광섬유
451,452 : 제1집게 a,b작동튜브	453,454 : 제2집게 a,b작동튜브
600 : 연산부	610 : FBG 응력 연산처리부
630 : 변위연산처리부	700 : 표시부
710 : 케이블응력 표시부	730 : 작동영상 표시부
800 : 작동부	

도면

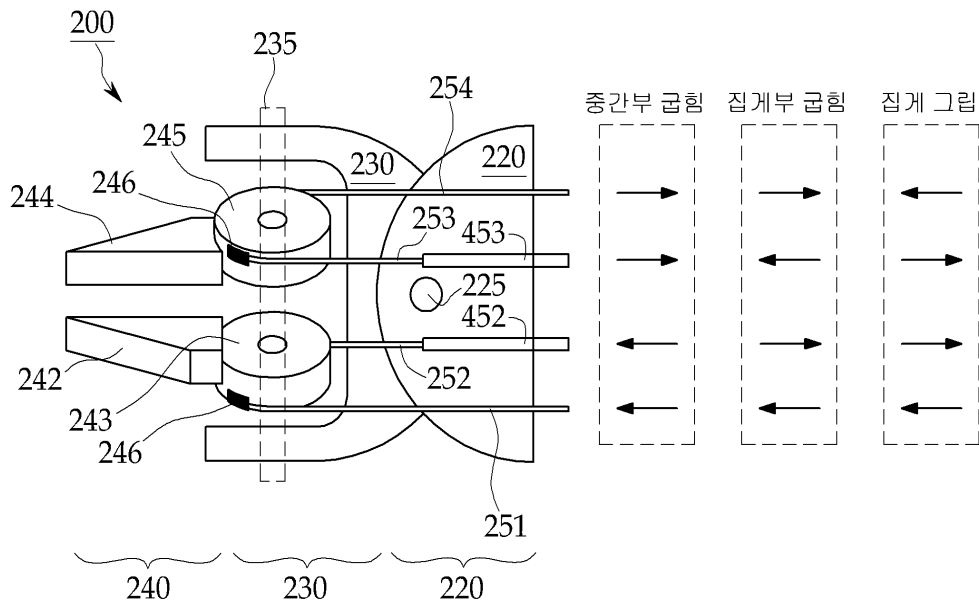
도면1



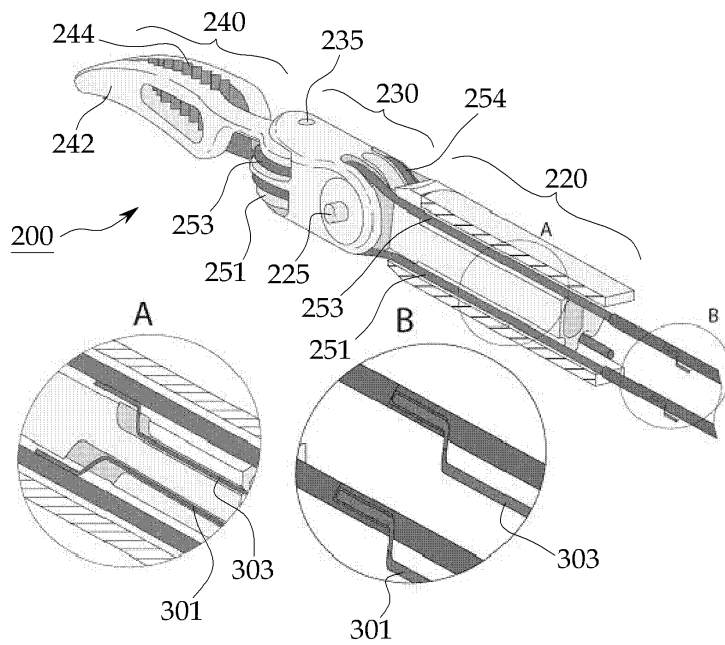
도면2



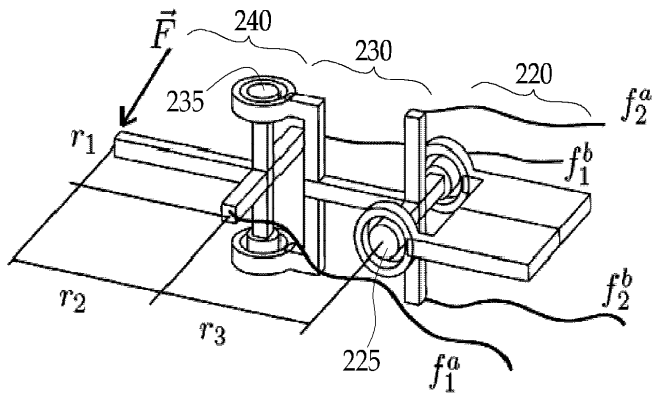
도면3



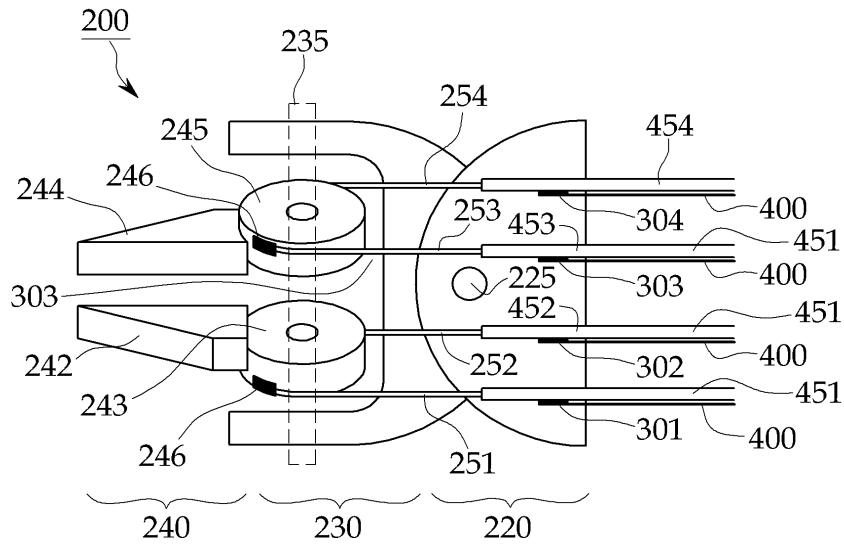
도면4



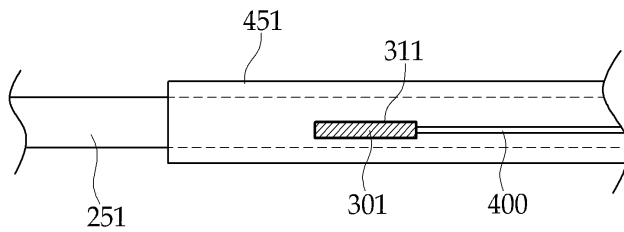
도면5



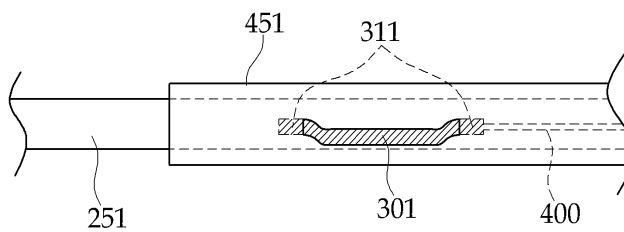
도면6



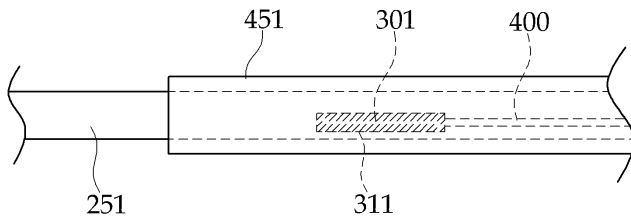
도면7



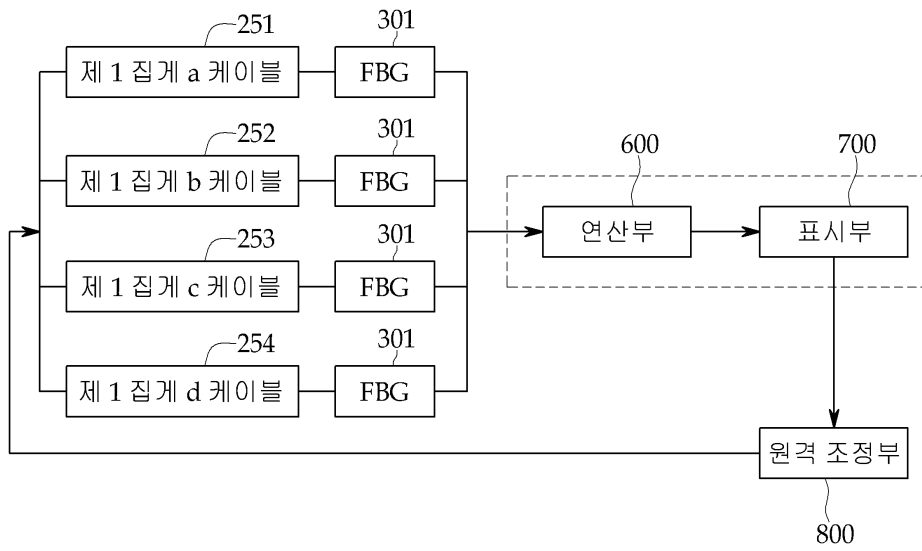
도면8



도면9



도면10



도면11

