



- 심사관 : 최정섭

- [illegible]

(52) CPC특허분류

*B25J 11/0065* (2013.01)

*B25J 15/0019* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US20130102227 A1\*

KR200422315 Y1

JP62162322 A

JP59066177 A

JP2014508051 A

JP07136970 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

표면들의 로봇 보조 기계가공을 위한 공작 기계를 위한 장치에 있어서,  
 모터의 장착을 위해 조작기에 장착되도록 구성되는, 제1 지지판;  
 회전가능한 공구를 지지하는, 제2 지지판;  
 상기 제1 지지판과 상기 제2 지지판 사이에서 작동하는 선형 액츄에이터;  
 제1 세그먼트 및 상기 제1 세그먼트에 대하여 움직일 수 있는 제2 세그먼트를 가지는 신축 샤프트를 포함하며,  
 이때 상기 제1 세그먼트는 상기 모터의 모터 샤프트에 결합되도록 구성되고 상기 제2 세그먼트는 상기 제2 지지판 상에 장착되는, 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
 상기 제2 지지판 상에 장착되고, 회전가능한 공구를 수용하도록 구성되는 출력 샤프트, 및  
 상기 출력 샤프트와 신축 샤프트를 연결하는 트랜스 미션을 더 포함하는, 장치.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 트랜스미션은 벨트 트랜스미션 또는 기어 트랜스미션인, 장치.

#### 청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서, 제1 풀리는 상기 신축 샤프트의 상기 제2 세그먼트에 결합되고 제2 풀리는 상기 출력 샤프트에 결합되고,  
 상기 제2 풀리는 벨트를 통해 상기 제1 풀리에 결합되는, 장치.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 신축 샤프트의 상기 제2 세그먼트는 상기 제2 지지판을 통해 연장되는, 장치.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 신축 샤프트의 상기 제2 세그먼트는 볼 베어링들 또는 슬라이드 베어링들을 이용해 상기 제2 지지판 상에 장착되는, 장치.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 모터 샤프트 및 상기 신축 샤프트의 제1 세그먼트는 샤프트 커플링을 통해 서로 연결되는, 장치.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 신축 샤프트의 상기 제1 세그먼트 및 제2 세그먼트는 선형 베어링들을 이용해 서로 움직일 수 있게 장착되는, 장치.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 선형 베어링들은 축상 볼 순환을 가지는 선형 볼 베어링들을 포함하는, 장치.

#### 청구항 10

제 2 항에 있어서, 상기 선형 액츄에이터는 상기 출력 샤프트의 회전 축에 대하여 동축으로 놓이는 길이방향 축을 따라 작동하는, 장치.

#### 청구항 11

제 2 항에 있어서,

상기 제1 지지판은 상기 조작기 상에 장착되어 상기 조작기의 공구 중심점(TCP)은 상기 출력 샤프트의 회전 축에 정렬되는, 장치.

#### 청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 신축 샤프트의 제2 세그먼트는 베어링을 이용하여 상기 제2 지지판 상에 장착되는, 장치.

#### 청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 신축 샤프트의 제1 세그먼트는 베어링을 이용하여 상기 제1 지지판 상에 장착되는, 장치.

#### 청구항 14

표면들의 로봇 보조 기계가공을 위한 공작 기계에 있어서,

조작기에 장착되도록 구성되는, 제1 지지판;

회전가능한 공구를 지지하는, 제2 지지판;

상기 제1 지지판과 상기 제2 지지판 사이에서 작동하는 선형 액츄에이터;

제1 세그먼트 및 상기 제1 세그먼트에 대하여 움직일 수 있는 제2 세그먼트를 가지는 신축 샤프트, 이때 상기 제2 세그먼트는 상기 제2 지지판 상에 장착되고;

상기 제1 지지판 상에 장착되며 상기 신축 샤프트의 제1 세그먼트에 결합되는 모터 샤프트를 갖는 모터;를 포함하는, 공작 기계.

#### 청구항 15

엔드 이펙터 플랜지를 가지는 조작기;

조작기의 엔드 이펙터 플랜지에 장착되는, 제1 지지판;

회전가능한 공구를 지지하는, 제2 지지판;

상기 제1 지지판과 상기 제2 지지판 사이에서 작동하는 선형 액츄에이터;

제1 세그먼트 및 상기 제1 세그먼트에 대하여 움직일 수 있는 제2 세그먼트를 가지는 신축 샤프트, 이때 상기 제2 세그먼트는 상기 제2 지지판 상에 장착되고;

상기 제1 지지판 상에 장착되며 상기 신축 샤프트의 제1 세그먼트에 결합되는 모터 샤프트를 갖는 모터;를 포함하는, 장치.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 표면에 대한 로봇 보조 기계가공을 위한 로봇-구동 공작 기계, 예를 들어 연삭 기계(grinding machine) 또는 연마 기계(polishing machine)에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 연삭 및 연마 프로세스들은 작업편의 표면 기계가공에서 점점 더 중요한 역할을 하고 있다. 자동화된, 로봇-보

조 제조에 있어서 산업용 로봇들이 이용되는데, 이를 이용해 예를 들어 연삭 프로세스들이 자동화될 수 있다.

[0003] 로봇 보조 연삭 장치들에 있어서 회전 연삭 공구(예를 들어 연삭 디스크)를 가지는 연삭 장치는 조작기(manipulator), 예를 들어 산업용 로봇에 의해 구동된다. 소위 조작기의 TCP(Tool Center Point)는 예를 들어 티치-인(Teach-in)을 이용해 미리 프로그램될 수 있는, 경로(궤도)를 따른 연삭 프로세스 동안 움직인다. TCP의 미리 결정된 경로는 시간에 있어서 모든 시점에 있어서, TCP의 위치 및 방향, 따라서 연삭 기계의 위치 및 방향을 정의한다. 조작기의 움직임을 제어하는 로봇 제어 메카니즘은 그러므로 일반적으로 위치 제어 시스템(위치 조절)을 포함한다.

[0004] 밀링, 연삭, 연마 등과 같은 표면 기계가공 프로세스들에 있어서, 작업편의 위치를 제어하는 것은 일반적으로 프로세스 힘(작업편과 공구 사이의 힘)이 기계가공 결과들에 중요한 역할을 하기 때문에 충분치 않다. 공구는 그러므로 일반적으로 조작기의 TCP에 견고하게 연결되지 않고 대신 가장 단순한 경우에 있어서, 스프링일 수 있는, 탄성 요소를 이용해 연결된다. 프로세스 힘을 조정하기 위해, 조정(폐 루프 제어)이 많은 경우들에 있어서 필요하다. 힘 제어를 구현하는 데 사용되는 탄성 요소는 조작기의 TCP와 공구 사이에(예를 들어, TCP와 연삭 디스크가 장착되는 연삭 기계 사이에) 기계적으로 결합된 별도의 선형 액츄에이터일 수 있다. 선형 액츄에이터는 조작기에 비해 상대적으로 작을 수 있고 또한 프로세스 힘을 제어하는 데 필수적으로 사용되는 한편 조작기는(선형 액츄에이터와 함께) 공구를 움직이고 이로써 이전에 프로그래밍된 궤도를 따라 그 위치를 제어하게 된다.

### 발명의 내용

[0005] 본 발명의 목적들 중 하나는 표면들의 로봇 보조 기계가공에 적합한 예를 들어 연삭 기계와 같은, 개선된 공작 기계를 제공하는 것으로 간주될 수 있다.

[0006] 상기에서 언급된 목적은 제 1 항에 따른 장치로 달성된다. 본 발명의 다양한 실시예들 및 추가적인 개선들은 종속항들의 요지이다.

[0007] 일 실시예에 따라, 제1 지지판 및 제2 지지판을 가지는, 공작 기계를 위한 장치가 기술되어 있는데, 상기 제1 지지판은 모터의 장착을 위해 조작기에 장착되도록 설계되어 있다. 회전 공구가 부착될 수 있는 출력 샤프트는 상기 제2 지지판 상에 장착된다. 이 공작 기계는 상기 제1 지지판(support plate)과 상기 제2 지지판 사이에서 작동하는 선형 액츄에이터 뿐만 아니라 제1 세그먼트 및 상기 제1 세그먼트에 대하여 움직일 수 있는 제2 세그먼트를 가지는 신축 샤프트(telescopic shaft)를 더 포함한다. 상기 제1 세그먼트는 상기 모터의 모터 샤프트에 결합되도록 설계되고 상기 제2 세그먼트는 상기 제2 지지판 상에 장착된다. 상기 신축 샤프트는 기어 메카니즘을 통해 상기 출력 샤프트에 결합된다.

[0008] 표면들의 로봇 보조 기계가공을 위한 공작 기계가 기술된다. 일 실시예에 따르면, 공작 기계는 제1 지지판 및 제2 지지판을 포함한다. 상기 제1 지지판은 조작기에 장착되도록 구성된다. 회전 공구를 부착하기 위한 출력 샤프트는 상기 제2 지지판 상에 장착된다. 이 공작 기계는 상기 제1 지지판과 상기 제2 지지판 사이에서 작동하는 선형 액츄에이터 뿐만 아니라 상기 제1 지지판 상에 장착되는 모터를 더 포함한다. 이 공작 기계는 제1 샤프트 세그먼트 및 상기 제1 샤프트 세그먼트에 대하여 움직일 수 있는 제2 샤프트 세그먼트를 가지는 신축 샤프트를 더 포함한다. 상기 제1 샤프트 세그먼트는 상기 모터의 모터 샤프트에 결합되고 상기 제2 샤프트 세그먼트는 상기 제2 지지판 상에 장착된다. 상기 신축 샤프트는 기어 메카니즘을 통해 상기 출력 샤프트에 결합된다.

### 도면의 간단한 설명

[0009] 본 발명은 도면들에 도시된 예들을 이용해 더 상세하게 설명된다. 도시들은 실제 축적이 필요한 것은 아니고 본 발명은 도시된 측면들에 한정되지 않는다. 대신 본 발명의 아래에 놓인 원리들을 설명하는 데 중점을 두고 있다.

도 1은 힘-제어되는 선형 액츄에이터를 이용해 산업용 로봇에 결합되는 연삭 기계를 가지는 로봇 보조 연삭 장치의 예시적인 대략적인 도면이다; 선형 액츄에이터는 산업용 로봇과 연삭 기계의 기계적 결합해제에 영향을 미친다.

도 2는 공작 기계의 공구 측으로부터 드라이브 측의 기계적인 결합해제를 위한 통합된 선형 액츄에이터를 가지는 공작 기계의 예시적인 실시예를 보여준다.

도 3은 기계적으로 결합해제된 드라이브 측과 공구 측을 가지는 공작 기계의 다른 실시예를 보여준다.

도 4는 도 3보다 더 큰 굴절(deflection)의 선형 액츄에이터를 가지는, 도 3의 예를 보여준다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 다양한 실시예들을 상세하게 설명하기 전에, 로봇 보조 연삭 장치의 일반적인 예가 먼저 설명될 것이다. 하지만, 여기서 설명되는 실시예들은, 연삭 장치들로 한정되지 않는다. 여기서 설명되는 장치들은 회전 공구가 채용되는(예를 들어, 밀링, 연삭, 연마 등과 같은, 연마재(abrasive) 기계가공 프로세스), 수많은 다른 기계가공 프로세스들의 로봇-보조 성능을 위해 사용될 수 있다.
- [0011] 도 1에 도시된 예는 조작기(1)(예를 들어, 산업용 로봇), 및 모터(31) 및 회전 공구(32)(예. 연삭 디스크)를 가지는 공작 기계(3)(예를 들어, 연삭 기계)를 포함한다. 연삭 기계(3)는 선형 액츄에이터(2)를 통해 조작기(1)의 엔드 이펙터 플랜지(end effector flange, 15)에 (공구 중심점(TCP)에서) 결합된다. 6 자유도(six degrees of freedom)를 가지는 산업용 로봇의 경우에 있어서, 조작기는 4 개의 세그먼트들(11, 12, 13, 및 14)로 구성될 수 있는데, 그 각각은 조인트들( $G_{11}$ ,  $G_{12}$  및  $G_{13}$ )을 통해 연결된다. 제1 세그먼트(11)는 보통 베이스(10)(하지만, 이것은 반드시 이 경우일 필요는 없음)에 단단히 연결된다. 조인트( $G_{13}$ )는 세그먼트들(13 및 14)을 연결한다. 조인트( $G_{13}$ )는 2축성일 수 있고 회전의 수평 축(양각) 및 회전 수직축(방위각) 주위로 (세그먼트(13)에 대하여) 세그먼트(14)의 회전(rotation)을 허용할 수 있다. 조인트( $G_{12}$ )는 세그먼트들(12 및 13)을 연결하고 세그먼트(12)의 위치에 대하여 세그먼트(13)의 회전 운동(swivel movement)을 허용한다. 조인트( $G_{11}$ )는 세그먼트들(11 및 12)을 연결한다. 조인트( $G_{11}$ )는 2축성일 수 있고 이로써 (조인트( $G_{13}$ )과 유사하게) 2 방향으로 회전 운동(swivel movement)을 허용한다. TCP는 세그먼트(14)에 대하여 고정된 위치를 가지는데, 이것은 일반적으로 (실점선으로도 1에 도시된) 세그먼트(14)의 길이방향 축(A) 주위로 회전 운동(rotational movement)을 허용하는, 추가적인 회전 조인트(swivel joint, 미도시)를 포함한다. 조인트의 모든 축 각각에 대하여 액츄에이터가 정렬되어 각각의 조인트 축 주위로 회전 운동(swivel movement) 효과를 줄 수 있다. 조인트들에 있어서의 액츄에이터들은 로봇 프로그램에 따라 로봇 제어 메카니즘(4)에 의해 제어된다. TCP는 (소정의 한계 내에) 임의로 그리고 어떠한 축(A)의 방향을 가지고 위치될 수 있다.
- [0012] 조작기(1)는 보통 위치 제어되는데, 즉 로봇 컨트롤러(4)는 TCP의 포즈(pose, 위치 및 방향)를 결정할 수 있고 이전에 정의된 궤도를 따라 이를 움직일 수 있다. 액츄에이터(2)가 정지단(end stop)에 안착하게 된 때, TCP의 포즈는 (전체 연삭 기계(3)의 포즈 뿐만 아니라) 공구(32)의 포즈를 정의한다. 액츄에이터(2)는 연삭 프로세스 동안 원하는 값까지 공구(32)와 작업편(W) 사이 접촉력( $F_k$ )(프로세스 힘)을 조정하도록 기능한다. 조작기(1)를 이용해 직접 프로세스 힘을 조정하는 것은 공통 조작기들을 이용해 (예. 연삭 공구가 작업편(W)에 접촉할 때 발생하는) 힘 피크들을 빠르게 보상하는 것은 조작기(1)의 세그먼트들(11 내지 14)의 큰 관성(inertia)으로 인해 실제로 불가능하기 때문에 연삭 어플리케이션들에 있어서 일반적으로 매우 부정확하다. 이러한 연유로 로봇 제어 메카니즘은 TCP의 포즈(위치 및 방향)를 제어하도록 구성되는 한편, 접촉력( $F_k$ )을 제어하는 것은 연삭 기계(3)와 조작기(1) 사이에 결합되는 액츄에이터(2)에 의해 배타적으로 수행된다. 힘 제어에 의해, 액츄에이터(2)는 (액츄에이터(2)의 유효 방향(effective direction)으로) 연삭 프로세스 동안 작업편(W)의 위치(position) 및 위치(location)에 있어서의 편차들을 보상할 수 있는 한편 원하는 프로세스 힘( $F_k$ )을 유지하게 된다. 이러한 편차들은 예를 들어 작업편의 포지셔닝에 있어서의 오류들에 의해 또는 (오차허용범위로 인한) TCP의 포지셔닝에 있어서의 부정확성들에 의해 야기될 수 있다.
- [0013] 상기에서 언급된 바와 같이, 연삭 프로세스 동안 공구(32)와 작업편(W) 사이의 접촉력( $F_k$ )은 (선형) 액츄에이터(2) 및 (예를 들어, 컨트롤러(4) 내에서 구현될 수 있는) 힘 제어 유닛의 도움으로 조정될 수 있어 연삭 공구(32)와 작업편(W) 사이의 접촉력( $F_k$ )은 특정될 수 있는 원하는 값에 대응한다. 접촉력은 선형 액츄에이터(2)가 작업편 표면에 대하여 누르는 액츄에이터 힘( $F_A$ )에 대한 응답이다. 작업편(W)과 공구(32) 사이의 접촉이 발생하는 데 실패한다면, 접촉력( $F_k$ )의 부족으로 인해, 액츄에이터(2)는 정지단(도 1에는 미도시 또는 액츄에이터(2) 내에 통합된)에 대하여 안착하게 된다. 조작기(1)(또한 컨트롤러(4) 내에 구현될 수 있는)의 위치 제어는 액츄에이터(2)의 힘 제어에 완전히 독립적으로 기능할 수 있다. 액츄에이터(2)는 연삭 기계(3)의 포지셔닝에 책임이 없고, 연삭 프로세스 동안 원하는 접촉력( $F_k$ )의 조정 및 유지에 또한 공구(32)와 작업편(W) 사이 접촉을 검출하는 데 책임이 있다. 접촉은 예를 들어 정지단으로부터 액츄에이터의 굴절이 더 작아지거나 또는 액츄에이터(2)의 굴절에 있어서 변화가 음으로 될 때, 검출될 수 있다.



- [0014] 로봇이 물체(예, 작업편(W))를 접촉하는 로봇 보조 자동 시스템들에서 일반적으로 발생하는 하나의 문제점은, 접촉의 시간점을 결정하고 그리고 접촉력을 제어하는 데 있다. 로봇이 물체의 표면에 접촉한 후에만 접촉력을 조절하는 것이 가능하다. 이 이유로 인해, 모든 알려진 힘-제어되는 시스템들에 있어서, 임펄스-타입의 접촉력은 먼저 로봇이 장착된 공구와 물체 표면 사이에 접촉을 발생시킨다. 이 충돌이 발생한 때, 액추에이터(도 1 참조, 액추에이터(2)) 및 공구(도 1 참조, 연삭 기계(3))의 질량(즉, 관성력들 및 이로 인한 운동 에너지) 뿐만 아니라, 그 드라이브를 포함하는 전체 조작기의 질량 및 운동 에너지가 효과를 낸다. 이 질량은 필수적으로 (방지되는) 충격 에너지를 결정한다.
- [0015] 많은 경우들에 있어서, 최종적인 임펄스-타입 접촉력은 다른 문제점들을 야기시키지 않을 수 있지만, 정확도가 중요하거나 또는 매우 정교한 작업편들이 기계가공되어야 하는 어플리케이션들에 있어서는, 성가시고 바람직하지 않을 수 있다. 다시 말하면, 실제 접촉력은 원하는 접촉력을 초과할 수 있다. 또한 원하는 접촉력을 유지하기 위해 표면을 기계가공할 때 공구의 위치를 재조정할 필요가 생길 수 있다. 이러한 경우에 있어서, 기계가공 프로세스 동안 접촉력의 이러한 일시적인 오버슈팅(overshooting)을 야기시킬 수 있는 것은 정지 마찰력 효과들(static friction effects, 소위 "스틱-슬립 효과(Stick-Slip Effect)")이다. 나아가, 기어들을 채용하는 드라이브들에 있어서, 기어들의 걸림(meshing)은 갑작스러운 원하지 않는 강타들(jolts) 또는 진동들(vibrations)을 생성할 수 있다. 이 효과들 모두는 핸들링 또는 물체들의 기계가공 동안 품질 문제들로 귀결될 수 있다.
- [0016] 상기에서 설명된 오버슈팅은 조작기(1)로부터 기계가공 공구(예, 연삭 기계)를 기계적으로 결합해제하는 것에 의해 감소될 수 있다. 이 결합해제는 예를 들어 스프링을 이용해 달성될 수 있다. 도 1에 도시된 예에 있어서, 결합해제는 액추에이터(2)를 이용해 달성된다. 액추에이터(2)는 공압식 액추에이터, 예, 복동식(double-acting) 공압 실린더일 수 있지만, 벨로우즈 실린더 또는 공압 근육(air muscle)과 같은 다른 공압식 액추에이터들 또한 이용될 수 있다. 대안으로서, (무기어) 직접 전기 드라이브들 또한 고려될 수 있다. 공압식 액추에이터의 경우에 있어서, 힘을 제어하는 것은 제어 밸브, 조절기(regulator, 컨트롤러(4)에 구현되는) 및 압축 공기 저장소(compressed air reservoir)를 이용해, 이러한 알려진 방식으로 수행될 수 있다. 그러나, 특정한 구현은 추가적인 설명과 관련이 없고 또한 그러므로 여기서 상세하게 설명되지 않을 것이다. 여기에 설명된 예들에 있어서, 액추에이터(2)는 스틱-슬립 효과를 방지하거나 또는 적어도 최소한으로 감소시키기 위해 실질적으로 정지 마찰이 없다. "실질적으로 정지 마찰이 없다(Substantially free of static friction)"는 정지 마찰이 0과 같지만 액추에이터 힘과 비교해서 무시할 수 있을 정도로 작다는 것을 의미하지 않는다. 기계가공 공구 및 조작기는 서로로부터 완전히 결합해제될 때, 조작기의 관성력들은 더 이상 접촉되는 표면에 영향을 미치지 않는다.
- [0017] 상기에서 언급된 조작기와 공구의 기계적인 결합해제에도 불구하고, 접촉되는 작업편의 표면에 여전히 영향을 미칠 수 있는 기계가공 공구의 관성력들은 남아 있다. 강한 프로세싱 힘들이 존재할 때(예, 연삭 디스크와 작업편 사이 연삭 힘들), 기계가공 공구는 대응하여 큰 질량을 가지는 일반적으로 강력한 모터(예, 전기 모터)를 필요로 한다. 액추에이터는 일반적으로(적어도 부분적으로) 힘을 조절할 때 기계가공 공구의 중량력(weight force)을 보상해야 하기 때문에, 액추에이터(2)는 또한 기계가공 공구(모터를 포함하여)의 중량에 맞게 적응되어야 한다.
- [0018] 도 1의 이전 예에 따르면, 액추에이터(2)는 조작기(1)와 공작 기계(3) 사이에 배치된다. 도 2는 통합된 액추에이터(2)와 함께 공작 기계(3)(예, 연삭 기계)의 일 예를 보여준다. 액추에이터를 기계가공 공구에 통합하는 것은 (비교적 무거운) 모터(31)가 배치되어 있는, 드라이브 측을 공구(32)(예, 연삭 디스크)가 배치되어 있는 공구 측으로부터 기계적으로 결합해제하는 것을 가능하게 해준다. 도 2의 공작 기계(3)가 조작기의 엔드 이펙터 플랜지(cf. 도 1, 15) 상 그 드라이브 측에 장착될 때, 공작 기계(3)의 드라이브 측 상의 모든 구성요소들의 중량은 조작기에 의해 흡수되고 또한 공구 측 상의 구성요소들의 비교적 작은 질량만이 통합된 액추에이터(2)에 의해 움직여야 한다.
- [0019] 도 2에 도시된 예에 따르면, 공작 기계(3)는 제1 지지판(51) 및 제2 지지판(52)을 포함한다. 제1 지지판(51)은 조작기 상에, 예를 들어 도 1의 조작기(1)의 엔드 이펙터 플랜지(15) 상에 장착될 수 있도록 설계된다. 출력 샤프트(58)는 제2 지지판(52) 상에 장착된다. 작동시, 회전가능한 공구(32), 예를 들어 연삭 디스크는 출력 샤프트(58) 상에 장착될 수 있다. 선형 액추에이터(2)는 2 개의 지지판들(51 및 52) 사이에 배치된다. 선형 액추에이터(2)는 2 개의 지지판들(51 및 52) 사이에서 작동하여 2 개의 지지판들(51 및 52) 사이 거리는 선형 액추에이터(2)의 굴절에 종속한다. 정상 작동시, 선형 액추에이터(2)는 힘 제어되게 작동되어 액추에이터 힘은 2 개의 지지판들(51 및 52) 사이에서 효과가 나타난다. 공구(32)가 표면에 접촉하고 있지 않을 때, 선형 액추에이터(2)는 원하는 액추에이터 힘을 가지고 정지단(미도시)에 대하여 누른다. 액추에이터(2)는 공압식 선형 액추에이터일 수 있고 예를 들어 복동식 공압 실린더를 포함할 수 있다. 하지만, 예, 벨로우즈 실린더들 및 공압식 근육

들과 같이, 다른 공압식 액추에이터들 또한 이용될 수 있다. 대안으로서, 직접(무기어) 전기 드라이브들 또한 고려될 수 있다.

[0020] 공구(32)를 구동시키기 위한 모터(31)(예. 전기 모터)는 제1 지지판(51) 상에 장착된다. 본 예에 따르면, 모터(31)는 제1 지지판(51) 상에 장착되는 플랜지일 수 있고, 이 경우에 있어서 모터 샤프트(33)는 제1 지지판(51)을 통해 연장된다. 2 개의 지지판들(51 및 52) 사이의 거리는 신축 샤프트(telescopic shaft, 54)에 의해 "연결(bridged)"된다. 신축 샤프트(54)는 서로에 대하여 움직일 수 있는 2 개의 샤프트 세그먼트들(속이 빈 샤프트/시쓰(541), 구동 샤프트(543))를 포함한다. 2 개의 샤프트 세그먼트들 중 제1 세그먼트는 모터(31)의 모터 샤프트(33)에 결합되고(예. 샤프트 결합을 이용해) 그리고 2 개의 샤프트 세그먼트들 중 제2 세그먼트는 제2 지지판(52) 상에, 예를 들어 롤러 베어링들을 이용해, 장착된다. 롤러 베어링들에 대안적으로, 슬라이드 베어링들 또한 이용될 수 있다.

[0021] 상기에서 언급된 출력 샤프트(58)는 트랜스미션(transmission)을 통해 신축 샤프트(54)에 결합되어, 모터 샤프트(33)가 신축 샤프트(54)를 구동시키고 신축 샤프트가 출력 샤프트(58)를 (트랜스미션을 통해) 구동시킬 수 있게 된다. 여기서 설명된 실시예에 따르면, 트랜스미션은 벨트 드라이브이다. 제1 폴리(55)는 신축 샤프트(54)의 (제1 지지판에 대하여 움직일 수 있는) 제2 샤프트 세그먼트에 결합되고 제2 폴리(56)는 출력 샤프트(58)에 결합된다. 폴리들(55 및 56) 모두는 벨트(예. V-벨트 또는 톱니가 있는 벨트)에 의해 연결되어, 출력 샤프트(58), 및 이로 인해 그 위에 장착된 공구(32)(예. 연삭 디스크)가 신축 샤프트 및 벨트 드라이브를 통해 구동되는 것을 가능하게 한다. 벨트 드라이브에 대안으로서, 제2 지지판(52) 상에 배치되는 기어 트랜스미션 또는 다른 종류의 트랜스미션 또한 이용될 수 있다.

[0022] 구동 샤프트(543)(제2 샤프트 세그먼트)는 속이 빈 샤프트(541)(제1 샤프트 세그먼트)에 대하여 신축 샤프트(54)의 회전 축을 따라 이동될 수 있다. 도 2에 도시된 실시예에 있어서, 신축 샤프트(54)의 제2 샤프트 세그먼트는 제2 지지판(52)을 통해 연장되고 신축 샤프트(54)의 제2 샤프트 세그먼트는 롤러 베어링들(예. 볼 베어링들)을 이용해 제2 지지판(52) 상에 장착될 수 있다. 신축 샤프트(54)의 제1 샤프트 세그먼트는 (예. 단단한) 샤프트 커플링을 이용해 모터(31)의 모터 샤프트(33)에 단단히 연결될 수 있다. 본 예에서와 같이, 모터(31)는 제1 지지판(51) 상에 플랜지 장착되어 모터 샤프트(33)가 지지판(51)을 통해 연장될 때, 샤프트 커플링(53)은 2 개의 지지판들(51 및 52) 사이에 위치될 수 있다.

[0023] 선형 액추에이터(2)가 방해 없이 제2 지지판(52)에 영향을 미칠 수 있기 위해, 신축 샤프트(54)의 회전 축을 따라 신축 샤프트(54)의 2 개의 샤프트 세그먼트들 사이 선형 운동이 가능한 한 액추에이터에 작은 반동 효과(retroactive effect)를 가지고 수행되도록 하는 것이 바람직할 수 있다. 이를 위해, 신축 샤프트(54)의 제1 샤프트 세그먼트 및 제2 샤프트 세그먼트는 선형 베어링들(542)을 이용해 서로에 움직일 수 있도록 장착될 수 있다. 선형 베어링(542)가 (무시할 수 있을 정도의) 작은 양의 정지 마찰을 나타내기 위해, 축상 볼 재순환을 가지는 선형 볼 베어링(재순환 볼 베어링들)으로 구현될 수 있다.

[0024] 본 예에 있어서, 선형 액추에이터(2)는 길이방향 축(A')을 따라 효과적이다. 이 축(A')은 출력 샤프트(58)의 회전 축(A'')과 동축일 수 있다. 나아가, 선형 액추에이터(2)의 길이방향 축(A')은 또한 조작기(2)의 TCP와 정렬될 수 있어 TCP 및 길이방향 축(A')(및 또한 회전 축(A''))이 정렬된다. 이 경우에 있어서, 선형 액추에이터(2)는 - 조작기의 엔드 이펙터 플랜지 상에 장착된 때 - 조작기의 TCP와 공구(32)가 장착되어 있는 출력 샤프트(58)의 회전 축(A'') 사이 일직선으로 작동하여, 신축 샤프트 및 선형 액추에이터의 휨 모멘트(bending moment)에 의해 야기되는 스트레스를 감소시키게 된다.

[0025] 도 3은 기계가공 공구의 다른 실시예를 보여주는데, 여기서 드라이브 측(지지판(51), 모터(31)) 및 공구 측(제2 지지판(52), 출력 샤프트(58), 트랜스미션)은 선형 액추에이터(2) 및 신축 샤프트(54)를 이용해 기계적으로 결합해제된다. 이 결합해제는 드라이브 측 상의 구성요소들의 동역학을, 조작기의 동역학을 포함하여, 공구 측의 동역학으로부터, 결합해제한다. 도 3의 실시예는 필수적으로 도 2의 이전 예와 동일하게 구축되는데, 이때 벨트 트랜스미션은 명확함을 이유로 생략되었다. 도 3에 있어서, 하지만, 신축 샤프트(54)가 제2 지지판(52) 상에 장착되는 베어링들(61)이 도시되어 있다. 나아가, 신축 샤프트(54)와 샤프트 커플링(53) 사이의 연결이 보다 상세하게 도시되어 있다(페더 키(feather key, P) 참조). 선형 볼 베어링들의 볼들은 도시되어 있지 않지만, 볼들이 이를 통해 순환되는 그루브들(544)은 도시되어 있다.

[0026] 도 3에 도시된 예에 있어서, 선형 액추에이터(2)는 최소 굴절에서 도시되어 있다(지지판들(51 및 52) 사이의 거리( $a_0$ )는 최소이다). 도 4는 도 3에서와 동일한 실시예를 보여주지만, 하지만, 여기서 선형 액추에이터(2)의 굴



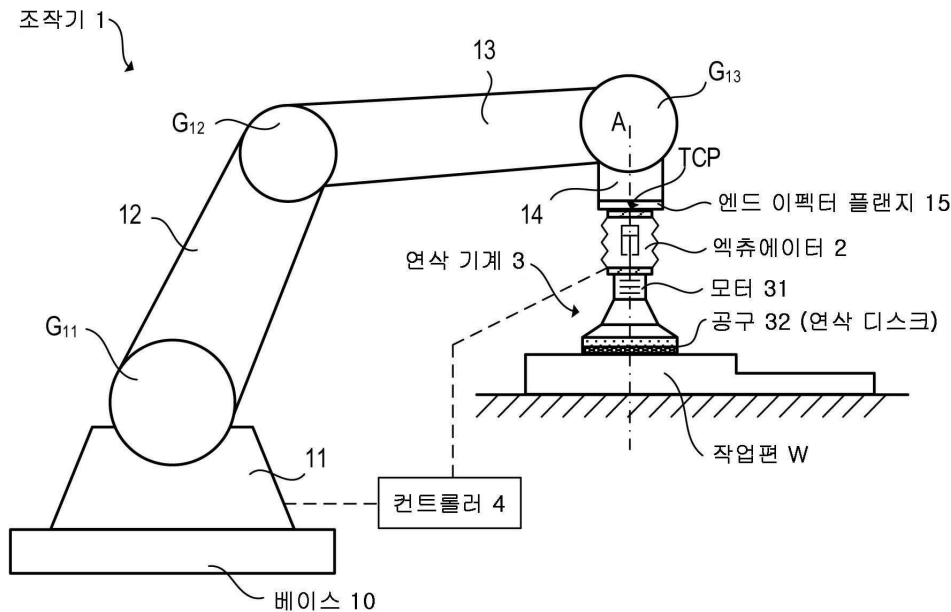
절( $a_1$ )은 도 3에서보다 더 크다. 도 4의 예가 도 3의 이전 예와 동일함을 떠나서, 대응하는 설명은 반복되지 않는다.

[0027]

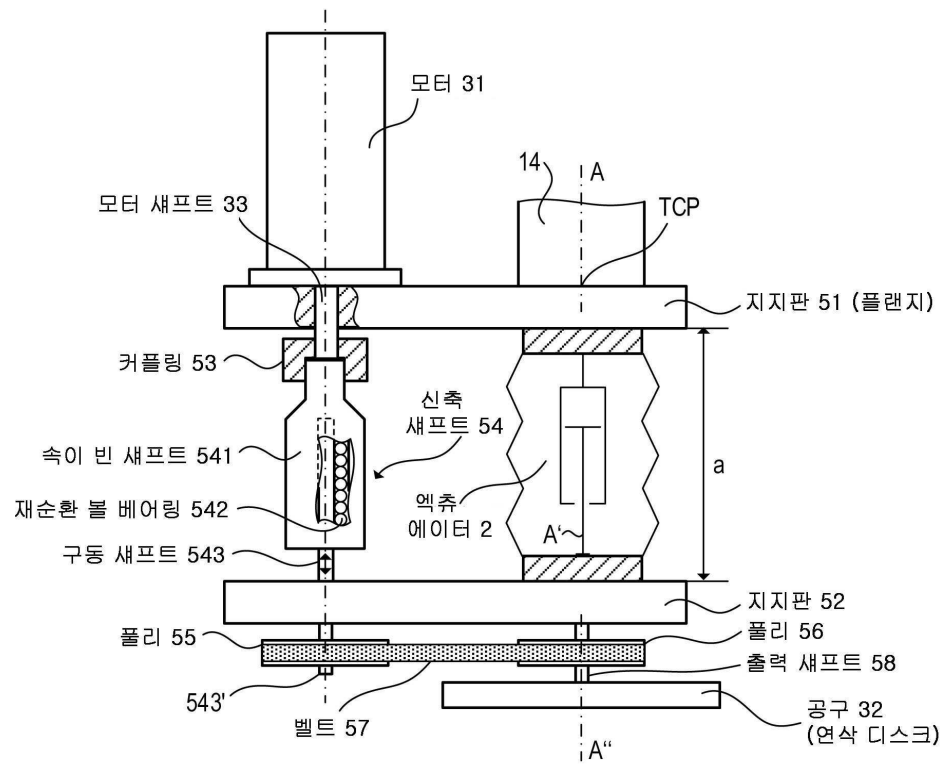
여기에 설명된 실시예들은 많은 가능한 것들로부터 선택된 구성요소들(기계 요소들)의 특정한 선택으로 구현되었다. 여기서 여기에 설명된 실시예들을 실현하는 데 사용되는 많은 구성요소들은 동일하거나 또는 유사한 기능들을 필수적으로 충족시키는 다른 구성요소들에 의해 대체될 수 있음이 지적되어야 한다. 예를 들어, 도 3의 실시예에 따라 사용되는 롤러 베어링들 대신, 슬라이드 베어링들이 하나의 또는 다른 위치에 사용될 수 있는데, 이것은 예를 들어 더 큰 회전 속도들에서, 바람직할 수 있다. 나아가, 벨트 트랜스미션은 다른 종류의 트랜스미션에 의해, 예를 들어 기어 트랜스미션에 의해 대체될 수 있다. 공압식 선형 액추에이터는 많은 응용들에 있어서 장점들을 제공할 수 있지만, 소정의 응용들에 있어서 다른 액추에이터(예. 전기 액추에이터) 역시 사용될 수 있다. 샤프트 연결들 또한 도 2 및 도 3에 따른 실시예들에 도시된 바와 같이 실현되는 데 반드시 필요하지 않다. 모터 샤프트(33) 및 신축 샤프트(54)가 동축이 아니라면, 샤프트 커플링(53) 대신, 카단 조인트들(Cardan joints)을 가지는 연결 샤프트 또한 채용될 수 있다. 이러한 이유들을 위해, 본 발명은 도시된 실시예들에 한정되지 않고 이하의 청구항들 및 이들의 법적 균등물에 한정된다.

## 도면

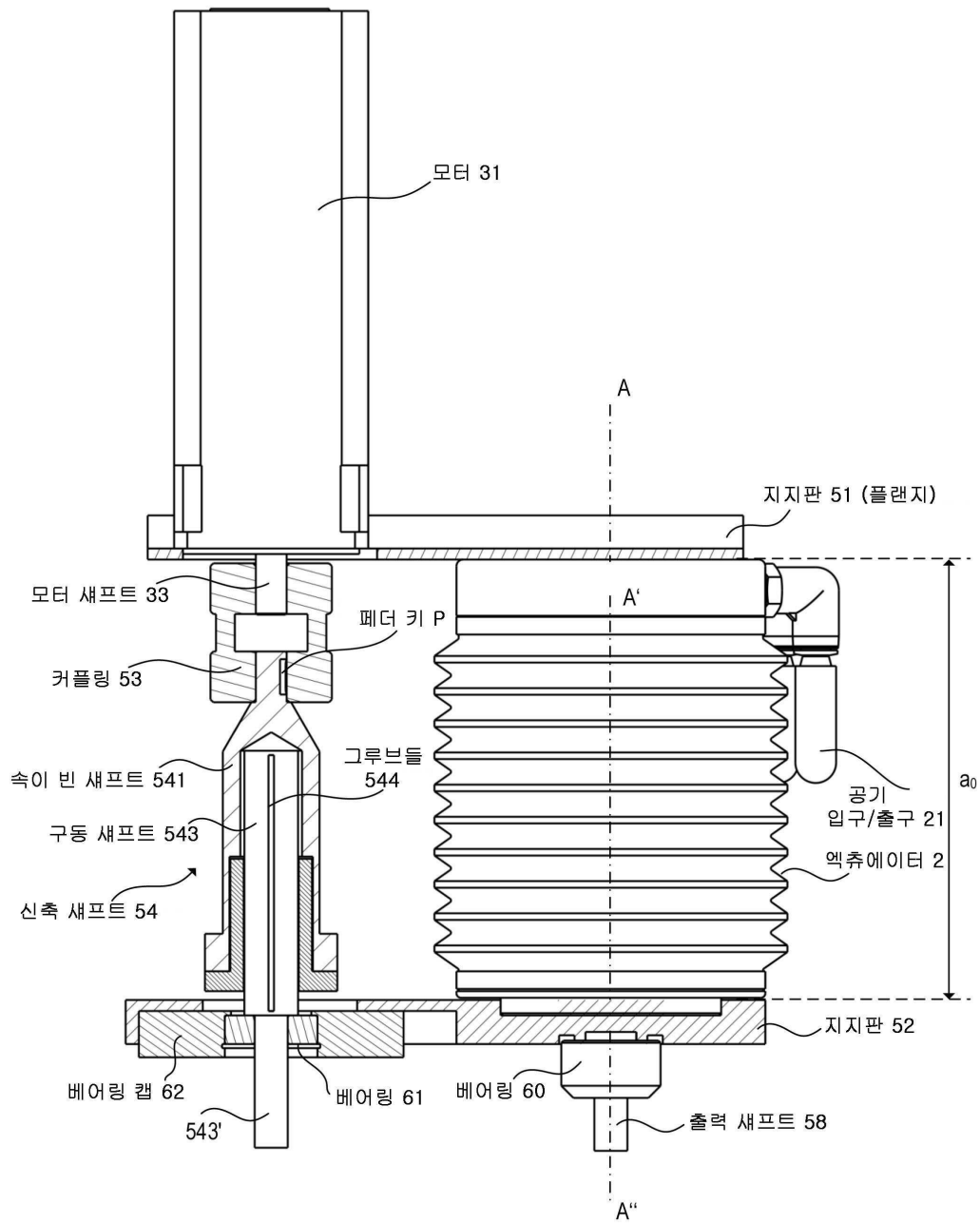
### 도면1



도면2



도면3



도면4

