



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0016510
(43) 공개일자 2013년02월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B25J 5/00 (2006.01) *F16L 55/26* (2006.01)

F16L 101/30 (2006.01) *B08B 9/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0078500

(22) 출원일자 2011년08월08일

심사청구일자 2011년08월08일

(71) 출원인

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

(72) 발명자

김갑순

경상남도 진주시 석갑로 45, 들말홍한아파트 110동 304호 (평거동)

(74) 대리인

권혁수, 오세준, 송윤호

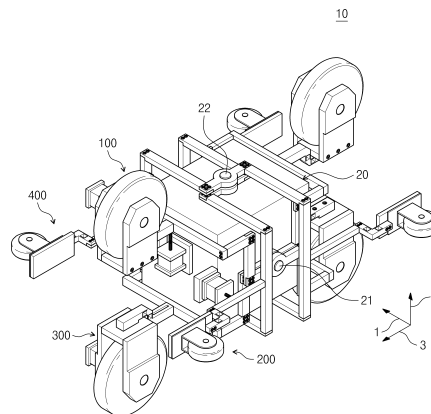
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 관 탐사 로봇

(57) 요약

관 탐사 로봇이 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 관 탐사 로봇은 일 측면에 제1회전축이 형성된 바디; 상기 바디의 전방에 위치하며, 제1 전방 바퀴를 가지는 제1 전방 바퀴부; 상기 바디의 후방에 위치하며, 상기 제1회전축을 중심으로 상기 제1 전방 바퀴와 대칭되는 제1 후방 바퀴를 가지는 제1 후방 바퀴부; 상기 제1 전방 바퀴부와 상기 제1 후방 바퀴부를 지지하며, 상기 제1회전축을 중심으로 회전가능한 제1프레임; 상기 바디에 설치되며, 상기 제1회전축을 중심으로 상기 제1프레임을 회전시키는 제1회전 구동부; 상기 제1 전방 바퀴부 및 상기 제1 후방 바퀴부 중 적어도 어느 하나와 상기 제1프레임을 연결하며, 상기 제1 전방 바퀴 또는 상기 제1 후방 바퀴에 가해지는 힘의 크기를 측정하는 제1 힘 측정부; 및 상기 제1 힘 측정부에서 측정된 힘의 크기와 기준 크기를 비교하여 상기 제1프레임이 회전되도록 상기 제1회전 구동부를 제어하는 제어부를 포함한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

일 측면에 제1회전축이 형성된 바디;

상기 바디의 전방에 위치하며, 제1 전방 바퀴를 가지는 제1 전방 바퀴부;

상기 바디의 후방에 위치하며, 상기 제1회전축을 중심으로 상기 제1 전방 바퀴와 대칭되는 제1 후방 바퀴를 가지는 제1 후방 바퀴부;

상기 제1 전방 바퀴부와 상기 제1 후방 바퀴부를 지지하며, 상기 제1회전축을 중심으로 회전가능한 제1프레임;

상기 바디에 설치되며, 상기 제1회전축을 중심으로 상기 제1프레임을 회전시키는 제1회전 구동부;

상기 제1 전방 바퀴부 및 상기 제1 후방 바퀴부 중 적어도 어느 하나와 상기 제1프레임을 연결하며, 상기 제1 전방 바퀴 또는 상기 제1 후방 바퀴에 가해지는 힘의 크기를 측정하는 제1 힘 측정부; 및

상기 제1 힘 측정부에서 측정된 힘의 크기와 기준 크기를 비교하여 상기 제1프레임이 회전되도록 상기 제1회전 구동부를 제어하는 제어부를 포함하는 관 탐사 로봇.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 회전 구동부는,

상기 제1회전축에 수직 방향으로 배치되며, 그 끝단이 상기 제1프레임과 접촉하는 제1이동 로드;

상기 제1이동 로드를 그 길이방향으로 이동시키는 제1이동 로드 구동부를 포함하는 관 탐사 로봇.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제1 힘 측정부는

상기 제1 전방 바퀴부와 상기 제1 후방 바퀴부 중 적어도 어느 하나와 상기 제1프레임을 연결하는 힘 측정 블럭; 및

상기 힘 측정 블럭에 설치되며, 상기 힘 측정 블럭의 변형량을 측정하는 센서를 포함하되,

상기 센서에서 측정된 상기 힘 측정 블럭의 변형량은 상기 제1 전방 바퀴 또는 상기 제1 후방 바퀴에 가해지는 힘의 크기를 측정하는 데이터로 제공되는 관 탐사 로봇.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 힘 측정 블럭은

상기 제1프레임과 일단이 연결되며, 상기 제1회전축과 나란한 방향으로 양 측면을 관통하는 제1관통홀이 형성된 제1 측정 블럭; 및

상기 제1 측정 블럭의 타단으로부터 상기 제1측정 블럭의 길이방향에 수직하게 연장되며, 상기 제1관통홀과 동일한 방향으로 양 측면을 관통하는 제2관통홀이 형성된 제2 측정 블럭을 포함하며,

상기 제1관통홀을 사이에 두고 마주하여 상기 제1측정 블럭의 양 측면에 배치되는 제1센서들; 및

상기 제2관통홀을 사이에 두고 마주하여 상기 제2측정 블럭의 양 측면에 배치되는 제2센서들을 포함하는 관 탐사 로봇.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 전방 바퀴부는,

상기 제1회전축과 나란한 축을 중심으로 상기 제1전방 바퀴가 회전가능하도록 상기 제1전방 바퀴를 지지하며, 상기 힘 측정 블록에 연결되는 제1전방 바퀴 지지 블록; 및

상기 제1전방 바퀴 지지 블록에 결합하며, 상기 제1전방 바퀴를 회전시키는 구동 모터를 포함하는 관 탐사 로봇.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제1회전축이 형성된 상기 바디의 일 측면과 수직한 상기 바디의 타 측면에는 상기 제1회전축에 수직 방향으로 제2회전축이 형성되며,

상기 바디의 전방에 위치하고, 제2 전방 바퀴를 가지는 제2 전방 바퀴부;

상기 바디의 후방에 위치하며, 상기 제2회전축을 중심으로 상기 제2 전방 바퀴와 대칭되는 제2 후방 바퀴를 가지는 제2 후방 바퀴부;

상기 제2 전방 바퀴부와 상기 제2 후방 바퀴부를 지지하며, 상기 제2회전축을 중심으로 회전가능한 제2프레임;

상기 제2 전방 바퀴부 및 상기 제2 후방 바퀴부 중 적어도 어느 하나와 상기 제2프레임을 연결하며, 상기 제2 전방 바퀴 또는 상기 제2 후방 바퀴에 가해지는 힘의 크기를 측정하는 제2 힘 측정부를 더 포함하되,

상기 제어부는 제2 힘 측정부에서 측정된 힘의 크기와 기준 크기를 비교하여 상기 제2프레임이 회전되도록 상기 제2회전 구동부를 제어하며,

상기 제2전방 바퀴의 회전축은 상기 제1전방 바퀴의 회전축에 수직 방향으로 배치되고,

상기 제2후방 바퀴의 회전축은 상기 제1후방 바퀴의 회전축에 수직 방향으로 배치되는 관 탐사 로봇.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제2 회전 구동부는

상기 제1 회전축과 나란하게 배치되며, 그 끝단이 상기 제2프레임과 접촉하는 제2이동 로드; 및

상기 제2이동 로드를 그 길이방향으로 이동시키는 제2이동 로드 구동부를 포함하는 관 탐사 로봇.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제2 힘 측정부는

상기 제2 전방 바퀴부와 상기 제2 후방 바퀴부 중 적어도 어느 하나와 상기 제2프레임을 연결하며, 상기 제2회전축과 나란한 방향으로 양 측면을 관통하는 관통홀이 형성된 힘 측정 블록; 및

상기 관통홀을 사이에 두고 상기 힘 측정 블록의 양 측면에 설치되며, 상기 힘 측정 블록이 변형량을 측정하는 센서들을 포함하되,

상기 센서에서 측정된 상기 힘 측정 블록의 변형량은 상기 제2 전방 바퀴 또는 상기 제2 후방 바퀴에 가해지는 힘의 크기를 측정하는 데이터로 제공되는 관 탐사 로봇.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 제1전방 바퀴의 하부에 위치하는 제3전방 바퀴를 가지는 제3전방 바퀴부;

상기 제1후방 바퀴의 상부에 위치하는 제3후방 바퀴를 가지는 제3후방 바퀴부; 및

상기 제3 전방 바퀴부와 상기 제3 후방 바퀴부를 지지하며, 상기 제1프레임과 상기 바디 사이에 위치하는, 그리고 상기 제1회전축을 중심으로 회전가능한 제3프레임을 더 포함하는 관 탐사 로봇.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 관 탐사 로봇에 관한 것으로, 보다 상세하게는 관 내부를 탐사할 수 있는 로봇에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 배관은 상하수도관, 도시가스관, 석유화학공장의 플랜트관 등 여러 산업분야에서 다양하게 사용된다. 배관은 노후화나 부식, 그리고 외부 충격등으로 손상이 발생될 수 있다. 배관의 손상은 그 내부를 흐르는 가연성 물질이나 유독성 물질의 누수를 유발하여 인명 및 재산의 손실을 유발할 수 있다. 따라서, 배관의 유지 보수에는 일정 기간마다 배관의 내부상태 및 균열 발생 여부의 확인이 요구된다.

[0003] 배관은 내부 폭이 좁고, 지하에 매설된 경우가 많아 작업자의 접근이 용이하지 않다. 따라서, 배관의 유지 보수를 위하여 배관을 따라 이동하며 배관 내를 검사할 수 있는 검사 로봇이 많이 사용되고 있다. 배관 검사 로봇의 일 예로 대한민국 특허등록 제10-097166에는 배관 내부를 탐사할 수 있는 로봇이 개시된다.

[0004] 종래의 배관 탐사 로봇은 배관의 내경이 변경되는 구간에서 주행이 원활하지 못하다. 또한, 배관의 내경이 달라짐에 따라 배관 탐사 로봇의 바퀴들이 충분한 힘으로 배관 내벽에 밀착되지 않는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 실시예들은 내경이 변경되는 배관에서 주행할 수 있는 관 탐사 로봇을 제공한다.

[0006] 또한, 본 발명의 실시예들은 배관의 내벽과 바퀴가 충분한 힘으로 밀착될 수 있는 관 탐사 로봇을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 측면에 따르면, 관 탐사 로봇은 일 측면에 제1회전축이 형성된 바디; 상기 바디의 전방에 위치하며, 제1 전방 바퀴를 가지는 제1 전방 바퀴부; 상기 바디의 후방에 위치하며, 상기 제1회전축을 중심으로 상기 제1 전방 바퀴와 대칭되는 제1 후방 바퀴를 가지는 제1 후방 바퀴부; 상기 제1 전방 바퀴부와 상기 제1 후방 바퀴부를 지지하며, 상기 제1회전축을 중심으로 회전가능한 제1프레임; 상기 바디에 설치되며, 상기 제1회전축을 중심으로 상기 제1프레임을 회전시키는 제1회전 구동부; 상기 제1 전방 바퀴부 및 상기 제1 후방 바퀴부 중 적어도 어느 하나와 상기 제1프레임을 연결하며, 상기 제1 전방 바퀴 또는 상기 제1 후방 바퀴에 가해지는 힘의 크기를 측정하는 제1 힘 측정부; 및 상기 제1 힘 측정부에서 측정된 힘의 크기와 기준 크기를 비교하여 상기 제1프레임이 회전되도록 상기 제1회전 구동부를 제어하는 제어부를 포함한다.

[0008] 또한, 상기 제1 회전 구동부는, 상기 제1회전축에 수직 방향으로 배치되며, 그 끝단이 상기 제1프레임과 접촉하는 제1이동 로드; 상기 제1이동 로드를 그 길이방향으로 이동시키는 제1이동 로드 구동부를 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 제1 힘 측정부는 상기 제1 전방 바퀴부와 상기 제1 후방 바퀴부 중 적어도 어느 하나와 상기 제1프레임을 연결하는 힘 측정 블럭; 및 상기 힘 측정 블럭에 설치되며, 상기 힘 측정 블럭의 변형량을 측정하는 센서를 포함하되, 상기 센서에서 측정된 상기 힘 측정 블럭의 변형량은 상기 제1 전방 바퀴 또는 상기 제1 후방 바퀴에 가해지는 힘의 크기를 측정하는 데이터로 제공될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 힘 측정 블럭은 상기 제1프레임과 일단이 연결되며, 상기 제1회전축과 나란한 방향으로 양 측면을 관통하는 제1관통홀이 형성된 제1 측정 블럭; 및 상기 제1 측정 블럭의 타단으로부터 상기 제1측정 블럭의 길이 방향에 수직하게 연장되며, 상기 제1관통홀과 동일한 방향으로 양 측면을 관통하는 제2관통홀이 형성된 제2 측정 블럭을 포함하며, 상기 제1관통홀을 사이에 두고 마주하여 상기 제1측정 블럭의 양 측면에 배치되는 제1센서들; 및 상기 제2관통홀을 사이에 두고 마주하여 상기 제2측정 블럭의 양 측면에 배치되는 제2센서들을 포함할 수 있다.

- [0011] 상기 제 1 전방 바퀴부는, 상기 제1회전축과 나란한 축을 중심으로 상기 제1전방 바퀴가 회전가능하도록 상기 제1전방 바퀴를 지지하며, 상기 힘 측정 블럭에 연결되는 제1전방 바퀴 지지 블럭; 및 상기 제1전방 바퀴 지지 블럭에 결합하며, 상기 제1전방 바퀴를 회전시키는 구동 모터를 포함할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 제1회전축이 형성된 상기 바디의 일 측면과 수직한 상기 바디의 타 측면에는 상기 제1회전축에 수직 방향으로 제2회전축이 형성되며, 상기 바디의 전방에 위치하고, 제2 전방 바퀴를 가지는 제2 전방 바퀴부; 상기 바디의 후방에 위치하며, 상기 제2회전축을 중심으로 상기 제2 전방 바퀴와 대칭되는 제2 후방 바퀴를 가지는 제2 후방 바퀴부; 상기 제2 전방 바퀴부와 상기 제2 후방 바퀴부를 지지하며, 상기 제2회전축을 중심으로 회전 가능한 제2프레임; 상기 제2 전방 바퀴부 및 상기 제2 후방 바퀴부 중 적어도 어느 하나와 상기 제2프레임을 연결하며, 상기 제2 전방 바퀴 또는 상기 제2 후방 바퀴에 가해지는 힘의 크기를 측정하는 제2 힘 측정부를 더 포함하되, 상기 제어부는 제2 힘 측정부에서 측정된 힘의 크기와 기준 크기를 비교하여 상기 제2프레임이 회전되도록 상기 제2회전 구동부를 제어하며, 상기 제2전방 바퀴의 회전축은 상기 제1전방 바퀴의 회전축에 수직 방향으로 배치되고, 상기 제2후방 바퀴의 회전축은 상기 제1후방 바퀴의 회전축에 수직 방향으로 배치될 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 제2 회전 구동부는 상기 제1 회전축과 나란하게 배치되며, 그 끝단이 상기 제2프레임과 접촉하는 제2이동 로드; 및 상기 제2이동 로드를 그 길이방향으로 이동시키는 제2이동 로드 구동부를 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 제2 힘 측정부는 상기 제2 전방 바퀴부와 상기 제2 후방 바퀴부 중 적어도 어느 하나와 상기 제2프레임을 연결하며, 상기 제2회전축과 나란한 방향으로 양 측면을 관통하는 관통홀이 형성된 힘 측정 블럭; 및 상기 관통홀을 사이에 두고 상기 힘 측정 블럭의 양 측면에 설치되며, 상기 힘 측정 블럭이 변형량을 측정하는 센서들을 포함하되, 상기 센서에서 측정된 상기 힘 측정 블럭의 변형량은 상기 제2 전방 바퀴 또는 상기 제2 후방 바퀴에 가해지는 힘의 크기를 측정하는 데이터로 제공될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 제1전방 바퀴의 하부에 위치하는 제3전방 바퀴를 가지는 제3전방 바퀴부; 상기 제1후방 바퀴의 상부에 위치하는 제3후방 바퀴를 가지는 제3후방 바퀴부; 및 상기 제3 전방 바퀴부와 상기 제3 후방 바퀴부를 지지하며, 상기 제1프레임과 상기 바디 사이에 위치하는, 그리고 상기 제1회전축을 중심으로 회전가능한 제3프레임을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 실시예들은 변경되는 배관의 내경에 따라 바퀴들간의 거리가 조절되므로, 배관을 용이하게 주행할 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명의 실시예들은 배관의 내벽으로부터 바퀴에 가해지는 힘의 크기를 측정하므로, 바퀴는 충분한 힘으로 배관 내벽에 밀착될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 관 탐사 로봇을 나타내는 사시도이다.
- 도 2은 도 1의 제1이동부를 나타내는 사시도이다.
- 도 3은 도 2의 제1힘 측정부를 나타내는 사시도이다.
- 도 4는 도 1의 제2이동부를 나타내는 사시도이다.
- 도 5는 도 4의 제2힘 측정부를 나타내는 사시도이다.
- 도 6은 도 1의 제3이동부를 나타내는 사시도이다.
- 도 7은 도 1의 제4이동부를 나타내는 사시도이다.
- 도 8은 제1구간에서 제1 및 제3 이동부의 이동모습을 나타내는 도면이다.
- 도 9는 제1구간에서 제2 및 제4 이동부의 이동모습을 나타내는 도면이다.
- 도 10은 제3구간에서 제1 및 제3 이동부의 이동모습을 나타내는 도면이다.

도 11은 제3구간에서 제2 및 제4 이동부의 이동모습을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 관 탐사 로봇을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 관 탐사 로봇을 나타내는 사시도이다. 관 탐사 로봇(10)은 관(pipe) 내부를 따라 이동하며 관의 파손 막힘 등을 관찰할 수 있는 로봇이다. 관 탐사 로봇(10)은 송유관, 수도관, 그리고 하수관등을 탐사할 수 있다. 관은 원통 관 및 다각형 관을 포함할 수 있다. 도 1을 참조하면, 관 탐사 로봇(10)은 바디(20), 제1 내지 제4 이동부(100 내지 400), 제어부(미도시), 그리고 무선 카메라(미도시)를 포함할 수 있다. 제1 내지 제4 이동부(100 내지 400)는 관 탐사 로봇이 이동할 수 있는 이동 수단으로 제공되고, 제어부는 제1 내지 제4 이동부(100 내지 400)를 제어한다. 그리고, 무선 카메라는 관 탐사 로봇(10)이 관을 따라 이동하는 동안 관 내부를 촬영한다.
- [0022] 바디(20)는 육면체 형상의 블록으로 제공되며, 내부에 공간이 형성된다. 바디(20)의 내부에는 각종 전장 장치(미도시)가 위치될 수 있다. 전장 장치는 관 탐사 로봇(10)에 설치된 각종 구동 모터에 동력을 전달하는 배터리, 그리고 제어부 및 무선 카메라가 위치될 수 있다. 바디(20)는 측면들 중 어느 하나에는 윈도우(미도시)가 제공될 수 있다. 윈도우는 무선 카메라가 관 내부를 촬영하는 창으로 제공된다.
- [0023] 바디(10)에는 제1회전축(21)과 제2회전축(22)이 형성된다. 제1회전축(21)은 서로 마주하는 바디(10)의 양 측면에 각각 형성되며, 동일 선상에 위치한다. 제1회전축(21)은 바디(20)의 양 측면 중심부에 형성된다. 제1회전축(21)은 각각 그 끝단이 바디(20)의 외측에 위치한다. 제2회전축(22)은 제1회전축(21)에 수직 방향으로 바디(20)에 형성된다. 제2회전축(22)은 바디(20)의 상면과 하면에 각각 형성될 수 있다. 제2회전축(22)은 바디(20)의 상면과 하면의 중심부에 형성된다. 제2회전축(22)은 동일 선상에 위치한다. 제2회전축(22)은 각각 그 끝단이 바디(20)의 상부 및 하부에 위치한다. 제1회전축(21)에는 제1이동부(100)와 제3이동부(300)가 연결되고, 제2회전축(22)에는 제2이동부(200)와 제4이동부(400)가 연결된다. 이하, 제1회전축(21)이 배치되는 방향을 제1방향(1)이라 하고, 제2회전축(22)이 배치되는 방향을 제2방향(2)이라 한다. 제2방향(2)은 상하방향과 나란한 방향이다. 제3방향(3)은 제1방향(1) 및 제2방향(2)에 수직 방향이다.
- [0024] 도 2은 도 1의 제1이동부를 나타내는 사시도이다. 도 2에는 제1이동부(100)와 바디(20)의 관계를 나타내기 위하여 바디(20)를 2점 채선으로 도시하였다.
- [0025] 도 1 및 도 2를 참조하면, 제1이동부(100)는 관 탐사 로봇(10)이 이동할 수 있는 이동 수단들 중 하나로 제공된다. 제1이동부(100)는 제1프레임(110), 제1전방 바퀴부(120), 제1후방 바퀴부(130), 제1힘 측정부(140), 그리고 제1회전 구동부(150)를 포함한다.
- [0026] 제1 프레임(110)은 복수개의 로드들이 서로 조합되어 대체로 사각 형상의 프레임을 구성한다. 전방 로드(111)는 제1방향(1)으로 배치되며, 바디(20)의 전단 상부에 위치한다. 후방 로드(112)는 전방 로드(111)와 나란하게 배치되며, 바디(20)의 후단 하부에 위치한다. 사이드 로드(113, 114)는 제1방향(1)을 따라 바디(20)의 양 측에 각각 위치하며, 전방 로드(111)의 끝단과 후방 로드(112)의 끝단을 각각 연결한다. 사이드 로드(113, 114)의 중심부에는 제1회전축(21)이 각각 삽입된다. 사이드 로드(113, 114)는 제1회전축(21)을 중심으로 회전가능한 구조로 제1회전축(21)과 연결된다. 사이드 로드(113, 114)는 복수회 절곡된 구조로 제공될 수 있다. 제1회전축(21)으로부터 사이드 로드(113, 114)의 양 끝단은 동일 거리에 위치될 수 있다. 이에 의해, 전방 로드(111)와 후방 로드(112)는 동일한 회전 반경을 가질 수 있다. 전방 로드(111)의 중심영역에는 제1 전방 연결 로드(115)가 연결된다. 제1 전방 연결 로드(115)는 전방 로드(111)의 전방에 위치하며, 제3방향(3)으로 배치된다. 후방 로드(112)의 중심영역에는 제1 후방 연결 로드(116)가 연결된다. 제1 후방 연결 로드(116)는 후방 로드(112)의 후방에 위치하며, 제3방향(3)으로 배치된다.
- [0027] 제1전방 바퀴부(120)는 바디(20)의 전방 상부에 위치한다. 제1전방 바퀴부(120)는 제1전방 바퀴 지지 블록(121), 제1전방 바퀴(122), 그리고 구동 모터(123)를 포함한다. 제1전방 바퀴 지지 블록(121)은 전방 연결 로드(115)의 끝단과 연결되며, 제1전방 바퀴(122)를 지지한다. 제1전방 바퀴(122)는 회전축(122a)이 제1방향(1)과 나란하게 배치된다. 제1전방 바퀴(122)는 바닥면이 관의 내측면과 접촉되며, 관의 내측면을 따라 구른다. 제1전

방 바퀴(122)는 바디(20)의 전방 영역에서 관의 내부 천장면과 주로 접촉한다. 구동 모터(123)는 제1전방 바퀴 지지 블록(121)에 연결되며, 제1전방 바퀴(122)의 회전축(122a)을 회전시킨다. 구동 모터(123)는 관 탐사 로봇(10)이 이동하는 동력을 제공한다.

[0028] 제1후방 바퀴부(130)는 바디(20)의 후방 하부에 위치한다. 제1후방 바퀴부(130)는 제1회전축(21)을 중심으로 제1전방 바퀴부(120)와 대칭된다. 제1후방 바퀴부(130)는 제1후방 바퀴 지지 블록(131)과 제1후방 바퀴(132)를 포함한다. 제1후방 바퀴 지지 블록(131)은 제1후방 바퀴(132)를 지지한다. 제1후방 바퀴(132)는 회전축(132a)이 제1방향(1)과 나란하게 배치된다. 제1후방 바퀴(132)는 바닥면이 관의 내측면과 접촉되며, 관의 내측면을 따라 구른다. 제1후방 바퀴(132)는 바디(20)의 후방 영역에서 관의 내부 바닥면과 주로 접촉한다. 제1후방 바퀴(132)는 제1회전축(21)을 중심으로 제1전방 바퀴(122)와 대칭된다.

[0029] 제1힘 측정부(140)는 제1프레임(100)과 제1후방 바퀴부(130)를 연결한다. 제1 힘 측정부(140)는 제1후방 바퀴(132)에 가해지는 힘의 크기를 측정한다. 제1 힘 측정부(140)는 힘 측정 블록(141)과 센서(145, 146)들을 포함한다. 힘 측정 블록(141)은 제1 후방 연결 로드(116)와 제1후방 바퀴 지지 블록(131)을 연결한다.

[0030] 도 3은 도 2의 제1힘 측정부를 나타내는 사시도이다. 도 2 및 도 3를 참조하면, 힘 측정 블록(141)은 제1측정 블록(142)과 제2측정 블록(143)을 포함한다. 제1측정 블록(142)은 일단이 제1 후방 연결 로드(116)에 연결된다. 제1측정 블록(142)에는 제1관통홀(142a)이 형성된다. 제1관통홀(142a)은 제1방향(1)으로 제1측정 블록(142)의 양 측면을 관통하여 형성된다. 제2측정 블록(143)은 제1측정 블록(142)의 타단으로부터 제3방향(3)으로 연장된다. 제2측정 블록(143)에는 제2관통홀(143a)이 형성된다. 제2관통홀(143a)은 제1방향(1)으로 제2측정 블록(143)의 양 측면을 관통하여 형성된다.

[0031] 센서(145, 146)들을 복수개 제공되며, 제1 및 제2 측정 블록(142, 143)에 각각 제공된다. 센서(145, 146)들은 제1 및 제2측정 블록(142, 143)의 변형량을 측정한다. 제1센서(145)들은 제1관통홀(142a)을 사이에 두고 제1측정 블록(142)의 양 측면에 각각 제공된다. 제1센서(145)는 네 개 제공되며, 제1측정 블록(142)의 양 측면에 각각 두 개씩 제공될 수 있다. 제1센서(145)들은 제3방향(3)으로 제1측정 블록(142)의 변형량을 측정한다. 제1센서(145)에서 측정된 변형량은 제어부에 전송되며, 제1후방 바퀴(132)에 가해진 하중 중 제3방향(3)으로 작용하는 힘의 크기를 알 수 있는 데이터가 된다. 제2센서(146)들은 제2관통홀(143a)을 사이에 두고 제2측정 블록(143)의 양 측면에 각각 제공된다. 제2센서(146)들은 네 개 제공되며, 제2측정 블록(143)의 상면 및 저면에 각각 두 개씩 제공될 수 있다. 제2센서(146)들은 제2방향(2)으로 제2측정 블록(143)의 변형량을 측정한다. 제2센서(146)에서 측정된 변형량은 제어부로 전송되며, 제1후방 바퀴(132)에 가해진 하중 중 제2방향(2)으로 작용하는 힘의 크기를 알 수 있는 데이터가 된다.

[0032] 제1후방 바퀴(132)는 바닥면이 관 내측면과 접촉되므로, 관 내측면으로부터 일정한 크기의 힘을 지속적으로 받는다. 그리고, 관 탐사 로봇(10)이 관을 따라 이동하는 동안 관 직경이 달라지면, 제1후방 바퀴(132)에 작용하는 힘의 크기가 변경되며, 이 때 힘 측정 블록(141)에 변형이 발생한다. 상술한 센서(145, 146)들은 힘 측정 블록(141)에 발생된 변형량을 측정하며, 제어부는 측정된 데이터로부터 제1후방 바퀴(132)에 작용하는 힘의 변화를 산출한다. 제어부는 산출된 힘의 변화로부터 관의 직경이 커졌는지 또는 작아졌는지를 판단한다.

[0033] 제1회전 구동부(150)는 바디(20)의 전방에 설치된다. 제1회전 구동부(150)는 제1이동 로드(151)와 제1이동 로드 구동부(152)를 포함한다. 제1이동 로드(151)는 그 길이방향이 제2방향(2)과 나란하게 배치된다. 제1이동 로드(151)의 끝단은 제1 전방 연결 로드(115)와 접촉된다. 제1이동 로드(151)의 끝단은 제1 전방 연결 로드(115)의 저면에 형성된 홈(미도시)에 삽입될 수 있다. 홈은 제1전방 연결 로드(115)의 길이방향을 따라 슬릿 형상을 가질 수 있다. 제1이동 로드 구동부(152)는 바디(20)의 전방면에 고정 설치되며, 제1이동 로드(151)를 제2방향(2)으로 이동시킨다. 제1이동 로드(151)의 직선 이동은 제1프레임(110)에 제2방향(2) 토크(torque)로 작용하여, 제1프레임(110)이 제1회전축(21)을 중심으로 회전된다. 제1이동 로드 구동부(152)는 제어부에 의해 제어된다. 제1이동 로드 구동부(152)는 제1전방 바퀴(122)와 제1후방 바퀴(132)가 일정한 힘으로 관의 내측면과 접촉되도록 제1프레임(110)을 회전 및 지탱한다. 또한, 제1이동 로드 구동부(152)는 관 탐사 로봇(10)의 이동 중에 관의 직경이 변경되는 경우, 제1전방 바퀴(122)와 제1후방 바퀴(132)의 바닥면이 관의 내측면과 접촉되도록 제1이동 로드(151)를 이동시킨다.

[0034] 상술한 실시예에서는 제1힘 측정부(140)가 제1프레임(110)과 제1후방 바퀴부(130)를 연결하는 것으로 설명하였으나, 이와 달리 제1힘 측정부(140)는 제1프레임(110)과 제1전방 바퀴부(120)를 연결하여 제1전방 바퀴(122)에 작용하는 하중을 측정할 수 있다. 또한, 제1힘 측정부(140)는 복수개 제공되어, 제1프레임(110)과 제1전방 바퀴부(120)를, 그리고 제1프레임(110)과 제1후방 바퀴부(130)를 연결할 수 있다.

- [0035] 도 4는 도 1의 제2이동부를 나타내는 사시도이다. 도 4에는 제2이동부(200)와 바디(20)와의 관계를 나타내기 위하여 바디(20)를 2점 쇄선으로 도시하였다.
- [0036] 도 1 및 도 4를 참조하면, 제2이동부(200)는 관 탐사 로봇이 이동할 수 있는 이동 수단들 중 하나로 제공된다. 제2이동부(200)는 제2프레임(210), 제2전방 바퀴부(220), 제2후방 바퀴부(230a, 230b), 제2힘 측정부(240), 그리고 제2회전 구동부(250)를 포함한다.
- [0037] 제2프레임(210)은 복수개의 로드들이 서로 조합되어 대체로 사각 형상의 프레임을 구성한다. 사이드 로드(211, 212)는 제1방향(1)을 따라 바디(20)의 양측에 각각 위치한다. 사이드 로드(211, 212)는 그 길이방향이 제2방향(2)과 나란하게 배치된다. 상부 로드(213)는 바디(20)의 상부에 위치하며, 사이드 로드(211, 212)들의 상단을 연결한다. 상부 로드(213)의 중심부에는 제2회전축(22)이 삽입된다. 상부 로드(213)는 복수회 절곡된 구조로 제공될 수 있다. 하부 로드(214)는 바디(20)의 하부에 위치하며, 사이드 로드(211, 212)들의 하단을 연결한다. 하부 로드(214)의 중심부에는 제2회전축(22)이 삽입된다. 하부 로드(214)는 상부 로드(213)와 동일한 형상을 갖는다. 상부 로드(213)의 양 끝단과 하부 로드(214)의 양 끝단은 제2회전축(22)으로부터 동일 거리에 위치될 수 있다. 이에 의해, 양 사이드 로드(211, 212)는 동일한 회전 반경을 가질 수 있다. 바디(20)의 일측에 위치한 사이드 로드(211)의 중심영역에는 제2 전방 연결 로드(215)가 연결된다. 제2 전방 연결 로드(215)는 사이드 로드(211)의 전방에 위치하며, 제3방향(3)으로 배치된다. 바디(20)의 타측에 위치한 사이드 로드(212)의 중심영역에는 제4연결 로드(216)가 연결된다. 제4연결 로드(216)는 사이드 로드(212)의 후방에 위치하며, 제3방향(3)으로 배치된다.
- [0038] 제2전방 바퀴부(220)는 바디(20)의 전방 일측에 위치한다. 제2전방 바퀴부(220)는 제2전방 바퀴 지지 블록(221)과 제2전방 바퀴(222)를 포함한다. 제2전방 바퀴 지지 블록(221)은 회전가능하도록 제2전방 바퀴(222)를 지지한다. 제2전방 바퀴(222)는 회전축(222a)이 제2방향(2)과 나란하게 배치된다. 제2전방 바퀴(222)는 바닥면이 관의 내측면과 접촉되며, 관의 내측면을 따라 구른다. 제2전방 바퀴(222)의 바닥면은 관의 내부 측면영역을 따라 구른다.
- [0039] 제2후방 바퀴부(230)는 바디(20)의 후방 일측에 위치한다. 제2후방 바퀴부(230)는 제2회전축(22)을 중심으로 제2전방 바퀴부(220)와 대칭된다. 제2후방 바퀴부(230)는 제2전방 바퀴부(220)와 동일한 구조로 제공된다. 제2후방 바퀴부(230)는 제2후방 바퀴 지지 블록(231)과 제2후방 바퀴(232)를 포함한다. 제2후방 바퀴(232)의 바닥면은 관의 내부 측면영역을 따라 구른다.
- [0040] 제2힘 측정부(240a, 240b)는 제2프레임(210)과 제2전방 바퀴부(220), 그리고 제2프레임(210)과 제2후방 바퀴부(230)를 연결한다. 각각의 제2힘 측정부(240a, 240b)는 동일한 구조로 제공된다. 이하, 제2프레임(210)과 제2전방 바퀴부(220)를 연결하는 제2힘 측정부(240a)를 예를 들어 설명한다.
- [0041] 도 5는 도 4의 제2힘 측정부를 나타내는 사시도이다. 제2힘 측정부(240a)는 힘 측정 블록(241a)과 센서(245, 246)를 포함한다. 힘 측정 블록(241a)은 제1측정 블록(242)과 제2측정 블록(243)을 가진다. 제1측정 블록(242)은 제1방향(1)으로 배치되고, 제2측정 블록(243)은 제1측정 블록(242)의 일단으로부터 제3방향(3)으로 연장된다. 제1측정 블록(242)에는 제1관통홀(241a)이 제2방향(2)을 따라 양 측면을 관통하여 형성된다. 제2측정 블록(243)에는 제2관통홀(242a)이 제2방향(2)을 따라 양 측면을 관통하여 형성된다. 센서(245, 246)는 제1 및 제2 측정 블록(242, 243)에 각각 제공된다. 제1센서(245)는 제1관통홀(242a)을 사이에 두고 제1측정 블록(242)의 양 측면에 각각 제공되고, 제2센서(246)는 제2관통홀(243a)을 사이에 두고 제2측정 블록(243)의 양 측면에 각각 제공된다. 제1센서(245)는 제3방향(3)으로 제1측정 블록(242)의 변형량을 측정하고, 제2센서(246)는 제1방향(1)으로 제2측정 블록(243)의 변형량을 측정한다. 제2전방 바퀴(222)에 가해지는 하중은 힘 측정 블록(241a)을 변형시킨다. 센서(245, 246)는 힘 측정 블록(241a)의 변형량을 측정하고, 측정된 변형량은 제어부에 전송된다. 제어부는 전송된 변형량을 토대로 제2전방 바퀴(222)에 가해지는 힘의 크기를 산출한다.
- [0042] 제2후방 바퀴부(230)와 제2프레임(210)을 연결하는 힘 측정 블록(241b)은 제2후방 바퀴(232)에 가해지는 하중에 의해 변형이 발생한다. 센서에서 측정된 힘 측정 블록(241b)의 변형량은 제어부에 전송된다. 제어부는 전송된 변형량을 토대로 제2후방 바퀴(232)에 가해지는 힘의 크기를 산출한다.
- [0043] 제2회전 구동부(250)는 바디(20)의 전방에 설치된다. 제2회전 구동부(250)는 제2이동 로드(251)와 제2이동 로드 구동부(252)를 포함한다. 제2이동 로드(251)는 그 길이방향이 제1방향(1)과 나란하게 배치된다. 제2이동 로드(251)의 끝단은 제2 전방 연결 로드(215)와 접촉된다. 제2이동 로드 구동부(252)는 바디(20)의 전방면에 고정

설치되며, 제2이동 로드(251)를 제1방향(1)으로 이동시킨다. 제2이동 로드(251)의 이동은 제2프레임(210)에 토크로 작용하며, 제2회전축(22)을 중심으로 제2프레임(210)을 회전시킨다. 제2이동 로드 구동부(252)는 제어부에 의해 제어된다. 제2이동 로드 구동부(252)는 제2전방 바퀴(222)와 제2후방 바퀴(232)가 일정한 힘으로 관의 내측면과 접촉되도록 제2프레임(210)을 회전 및 지탱한다. 또한, 제2이동 로드 구동부(252)는 관 탐사 로봇(10)의 이동 중에 관의 직경이 변경되는 경우, 제2전방 바퀴(222)와 제2후방 바퀴(232)의 바닥면이 관의 내측면과 접촉되도록 제2이동 로드(251)를 이동시킨다.

- [0044] 도 6은 도 1의 제3이동부를 나타내는 사시도이다. 도 5에서는 제3이동부(300)와 바디(20)의 관계를 나타내기 위하여 바디(20)를 2점 채선으로 도시하였다.
- [0045] 도 1 및 도 6을 참조하면, 제3이동부(300)는 관 탐사 로봇(10)이 이동할 수 있는 이동 수단들 중 하나로 제공된다. 제3이동부(300)는 제3프레임(310), 제3전방 바퀴부(320), 제1후방 바퀴부(330), 제3힘 측정부(340), 그리고 제3회전 구동부(350)를 포함한다.
- [0046] 제3프레임(310)은 제1프레임(도 2의 110)과 동일한 형상으로 제공된다. 제3프레임(310)은 바디(20)와 제1프레임(110) 사이에 위치한다. 제3프레임(310)은 제1회전축(21)을 중심으로 회전가능하다. 제3프레임(310)의 전방 로드(311)는 바디(20)의 전단 하부에 위치하고, 후방 로드(312)는 바디(20)의 후단 상부에 위치한다. 사이드 로드(313, 314)는 전방 로드(311)와 후방 로드(312)의 양 끝단을 각각 연결한다. 사이드 로드(313, 314)는 중심부가 제1회전축(21)에 삽입되어, 제1회전축(21)을 중심으로 회전가능하다. 제3 전방 연결 로드(315)는 전방 로드(311)의 중심부와 연결되고 제3 후방 연결 로드(316)는 후방 로드(312)의 중심부와 연결된다. 제3 및 제4연결 로드(315, 316)는 제3방향(3)으로 배치된다.
- [0047] 제3전방 바퀴부(320)는 제1전방 바퀴부(도 2의 120)의 하부에 위치한다. 제3전방 바퀴부(320)는 제1전방 바퀴부(120)와 동일한 구조를 가질 수 있다. 제3전방 바퀴부(320)는 제3전방 바퀴 지지 블록(321), 제3전방 바퀴(322), 그리고 구동 모터(323)를 포함한다. 제3전방 바퀴(322)는 바디(20)의 전방에서 관의 내부 바닥면과 접촉한다.
- [0048] 제3후방 바퀴부(330)는 제1후방 바퀴부(도 1의 130)의 상부에 위치한다. 제3후방 바퀴부(330)는 제1후방 바퀴부(130)와 동일한 구조를 가질 수 있다. 제3후방 바퀴부(330)는 제3후방 바퀴 지지 블록(331)과 제3후방 바퀴(332)를 포함한다. 제3후방 바퀴(332)는 바디(20)의 후방 영역에서 관의 내부 천장면과 접촉한다.
- [0049] 제3힘 측정부(340)는 제3 후방 연결 로드(316)와 제1후방 바퀴 지지 블록(331)을 연결한다. 제3힘 측정부(340)는 제3후방 바퀴(332)에 가해지는 힘의 크기를 측정한다. 제3힘 측정부(340)는 제1힘 측정부(도 2의 140)와 동일한 구조를 가진다. 제3힘 측정부(340)는 힘 측정 블록(341)와 센서(342)들을 포함한다.
- [0050] 제3회전 구동부(350)는 바디(20)의 후방에 설치된다. 제3회전 구동부(350)는 제1회전 구동부(도 2의 150)와 동일한 구조를 갖는다. 제3회전 구동부(350)는 제3이동 로드(351)와 제3이동 로드 구동부(352)를 포함한다. 제3이동 로드(351)는 그 길이방향이 제2방향(2)과 나란하게 배치되며, 그 끝단이 제3 후방 연결 로드(316)와 접촉된다. 제3이동 로드 구동부(352)는 제3이동 로드(351)를 제2방향(2)으로 이동시킨다.
- [0051] 도 7은 도 1의 제4이동부를 나타내는 사시도이다. 도 7에는 제4이동부(400)와 본체(20)의 관계를 나타내기 위하여 본체를 2점 채선으로 도시하였다.
- [0052] 도 1 및 도 7을 참조하면, 제4이동부(400)는 관 탐사 로봇(10)이 이동할 수 있는 이동 수단들 중 하나로 제공된다. 제4이동부(400)는 제4프레임(410), 제4전방 바퀴부(420), 제4후방 바퀴부(430), 제4힘 측정부(440), 그리고 제4회전 구동부(450)를 포함한다.
- [0053] 제4프레임(410)은 제2프레임(도 4의 210)과 동일한 형상으로 제공된다. 제4프레임(410)은 바디(20)와 제2프레임(210) 사이에 위치한다. 제4프레임(410)은 제2회전축(22)을 중심으로 회전가능하다. 제4프레임(410)의 사이드 로드(411, 412)는 바디(20)의 양측에 각각 위치한다. 사이드 로드(411, 412)들은 제2방향(2)으로 배치된다. 상부 로드(413)는 바디(20)의 상부에 위치하며, 사이드 로드(411, 412)들의 상단을 연결한다. 제4프레임(410)의 상부 로드(413)는 제3프레임(도 4의 210)의 상부 로드(도 4의 213)와 바디(20) 사이에 위치한다. 하부 로드(414)는 바디(20)의 하부에 위치하며, 사이드 로드(411, 412)들의 하단을 연결한다. 제4프레임(410)의 하부 로드(414)는 제2프레임(도 4의 210)의 하부 로드(도 4의 214)와 바디(20) 사이에 위치한다. 상부 로드(413)의 중

심부와 하부 로드(414)의 중심부에는 제2회전축(22)이 각각 삽입된다. 상부 로드(413)와 하부 로드(414)는 제2회전축(22)을 중심으로 회전가능하다. 바디(20)의 일측에 위치한 사이드 로드(412)의 중심영역에는 제4 전방 연결 로드(415)가 연결된다. 제4 전방 연결 로드(415)는 사이드 로드(412)의 전방에 위치하며, 제3방향으로 배치된다. 바디(20)의 타측에 위치한 사이드 로드(416)의 중심영역에는 제4 후방 연결 로드(416)가 연결된다. 제4 후방 연결 로드(416)는 사이드 로드(411)의 후방에 위치하며, 제3방향(3)으로 배치된다.

[0054] 제4전방 바퀴부(420)는 바디(20)의 전방 타측에 위치한다. 제4전방 바퀴부(420)는 제1 방향(1)을 따라 제2전방 바퀴부(도 4의 220)와 동일 선상에 위치한다. 제4전방 바퀴부(420)는 제2전방 바퀴부(220)와 동일한 구조로 제공된다. 제4전방 바퀴부(420)는 제4전방 바퀴 지지 블록(421)과 제4전방 바퀴(422)를 포함한다. 제4전방 바퀴(422)의 바닥면은 관의 내부 측면영역과 접촉한다.

[0055] 제4후방 바퀴부(430)는 바디(20)의 후방 일측에 위치한다. 제4후방 바퀴부(430)는 제2회전축(22)을 중심으로 제4전방 바퀴부(420)와 대칭되도록 위치한다. 제4후방 바퀴부(430)는 제1 방향(1)을 따라 제2후방 바퀴부(도 4의 230)와 동일 선상에 위치한다. 제4후방 바퀴부(430)는 제2후방 바퀴부(도 4의 230)와 동일한 구조로 제공된다. 제4후방 바퀴부(430)는 제4후방 바퀴 지지 블록(431)과 제4후방 바퀴(432)를 포함한다. 제4후방 바퀴(432)의 바닥면은 관의 내부 일 측면영역과 접촉한다.

[0056] 제4힘 측정부(440a, 440b)는 제4프레임(410)과 제4전방 바퀴부(420)를, 그리고 제4프레임(410)과 제4후방 바퀴부(430)를 각각 연결한다. 제4힘 측정부(440a, 440b)는 제4전방 바퀴(422)와 제4 후방 바퀴(432)에 가해지는 힘의 크기를 측정한다. 제4힘 측정부(440a, 440b)는 제2힘 측정부(도 4의 240a, 240b)와 동일한 구조로 제공된다. 제4힘 측정부(440a, 440b)는 힘 측정 블록(441)과 센서(445)들을 포함한다.

[0057] 제4회전 구동부(450)는 바디(20)의 후방에 설치된다. 제4회전 구동부(450)는 제2회전 구동부(도 4의 250)와 동일한 구조를 갖는다. 제4회전 구동부(450)는 제4이동 로드(451)와 제4이동 로드 구동부(452)를 포함한다. 제4이동 로드(451)는 그 길이방향이 제1방향(1)과 나란하게 배치되며, 그 끝단이 제4 후방 연결 로드(416)와 접촉된다. 제4이동 로드 구동부(452)는 제4이동 로드(451)를 제1방향(1)으로 이동시킨다.

[0058] 제어부는 각 이동부(100 내지 400)의 회전 구동부(150 내지 450)를 제어한다. 제어부에는 각 센서들에서 측정된 힘 측정 블록의 변형량이 전송된다. 제어부는 힘 측정 블록의 변형량을 통해 바퀴들에 가해지는 힘의 크기를 산출한다. 산출된 힘의 크기를 기준 크기와 비교하여 각 프레임을 회전시킨다.

[0059] 도 8 내지 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 관 탐사 로봇이 관을 탐사하는 모습을 나타내는 도면이다. 관 탐사 로봇(10)은 제1구간(S1), 제2구간(S2), 그리고 제3구간(S3)을 순차적으로 이동한다. 관(P)은 제1구간(S1)에서 제1직경(D1)을 가지고, 제3구간(S3)에서 제2직경(D2)을 가진다. 제2구간(S2)은 관(P)의 직경이 제1직경(D1)에서 제2직경(D2)으로 점차적으로 작아진다.

[0060] 도 8은 제1구간에서 제1 및 제3 이동부의 이동모습을 나타내는 도면이고, 도 9는 제1구간에서 제2 및 제4 이동부의 이동모습을 나타내는 도면이다.

[0061] 먼저, 도 8 및 도 9를 참조하면, 제1구간(S1)에서 제1 내지 제4 전방 바퀴(122, 222, 322, 422), 그리고 제1 내지 제4 후방 바퀴(132, 232, 332, 432)에는 일정한 크기의 힘이 작용한다. 관 탐사 로봇(10)이 제2구간(S2)으로 진입하는 순간부터 관(P)의 직경이 점차적으로 작아지며 제1 내지 제4 전방 바퀴(122, 222, 322, 422)에 작용하는 힘의 크기가 변화한다. 제1 내지 제4 전방 바퀴(122, 222, 322, 422)에 작용하는 힘의 크기는 힘 측정 블록(141, 241, 341, 441)들을 변형시키고, 힘 측정 블록(141, 241, 341, 441)들의 변형량은 센서(미도시)들에 의해 측정된다. 센서에서 측정된 힘 측정 블록(141, 241, 341, 441)들의 변형량은 제어부에 전달된다. 제어부는 센서들로부터 전달된 데이터를 토대로 제1 내지 제4 전방 바퀴((122, 222, 322, 422)에 작용하는 힘의 방향 및 힘의 크기를 산출한다. 제어부는 산출된 힘의 방향 및 힘의 크기로부터 관(P)의 직경이 변경되는 정도를 판단한다. 본 실시예의 경우, 제1 내지 제4 전방 바퀴(122, 222, 322, 422)에는 대체로 관(P)의 중심을 향하는 방향으로 힘의 변경이 발생하며, 제어부는 제1 내지 제4 전방 바퀴(122, 222, 322, 422)에 작용하는 힘으로부터 제2구간(S2)에서 관(P)의 직경이 점차적으로 감소하는 것으로 판단한다. 제어부는 관(P)의 직경이 감소하는 정도에 따라 제1 내지 제4 이동로드(151, 251, 351, 451)가 이동되도록 제1 내지 제4 이동 로드 구동부(152, 252, 352, 452)를 제어한다. 이동 로드 구동부(152, 252, 352, 452)의 제어에 의해 제1이동 로드(151)와 제3이동 로드(351)는 제2방향(2)으로 점진적으로 이동되어 제1프레임(110)이 제1회전축(21)을 중심으로 시계방향으로 회전되고, 제3프레임(310)이 제1회전축(21)을 중심으로 반 시계방향으로 회전된다. 그리고, 제2이동 로드(251)와 제

4이동 로드(451)는 제1방향(1)으로 점진적으로 이동되어 제2프레임(210)이 제2회전축(22)을 중심으로 시계방향으로 회전되고, 제4프레임(410)이 제2회전축(22)을 중심으로 반 시계방향으로 회전된다. 상술한 과정에 의해, 제1전방 바퀴(122)와 제3전방 바퀴(322)의 간격이 점점 감소되고, 제2전방 바퀴(222)와 제4전방 바퀴(422)의 간격이 점점 감소하면서 제1 내지 제4 전방 바퀴(122, 222, 322, 422)는 제2구간(S2)으로 진입한다.

[0062] 도 10은 제3구간에서 제1 및 제3 이동부의 이동모습을 나타내는 도면이고, 도 11은 제3구간에서 제2 및 제4 이동부의 이동모습을 나타내는 도면이다.

[0063] 도 10 및 도 11을 참조하면, 관 탐사 로봇(10)이 제3구간(S3)으로 진입되면, 제1 내지 제4 전방 바퀴(122, 222, 322, 422)에 작용하는 힘의 크기가 일정해진다. 제어부는 제1 내지 제4 전방 바퀴(122, 222, 322, 422)에 작용하는 힘의 크기가 일정한 것을 토대로 관(P)의 직경에 변화가 없는 것으로 판단한다. 제어부는 제1 내지 제4 이동로드(151, 251, 351, 451)가 고정 위치되도록 제1 내지 제4 이동 로드 구동부(152, 252, 352, 452)를 제어한다. 제1 내지 제4 프레임(110, 210, 310, 410)들은 각각 제1 내지 제4 이동로드(151, 251, 351, 451)에 고정 지지되어 회전이 제한된다. 관 탐사 로봇(10)은 이러한 상태를 유지하며 제3구간(S3)을 따라 이동한다.

[0064] 상술한 바와 같이 관(P)이 직경이 변경되는 구간에서 관 탐사 로봇(10)은 제어부의 제어에 의해 제1 내지 제4 전방 바퀴(122, 222, 322, 422)들 간의 간격 및 제1 내지 제4 후방 바퀴(132, 232, 332, 432)들의 간격을 자동으로 조절하므로, 관(P) 내부를 용이하게 주행할 수 있다.

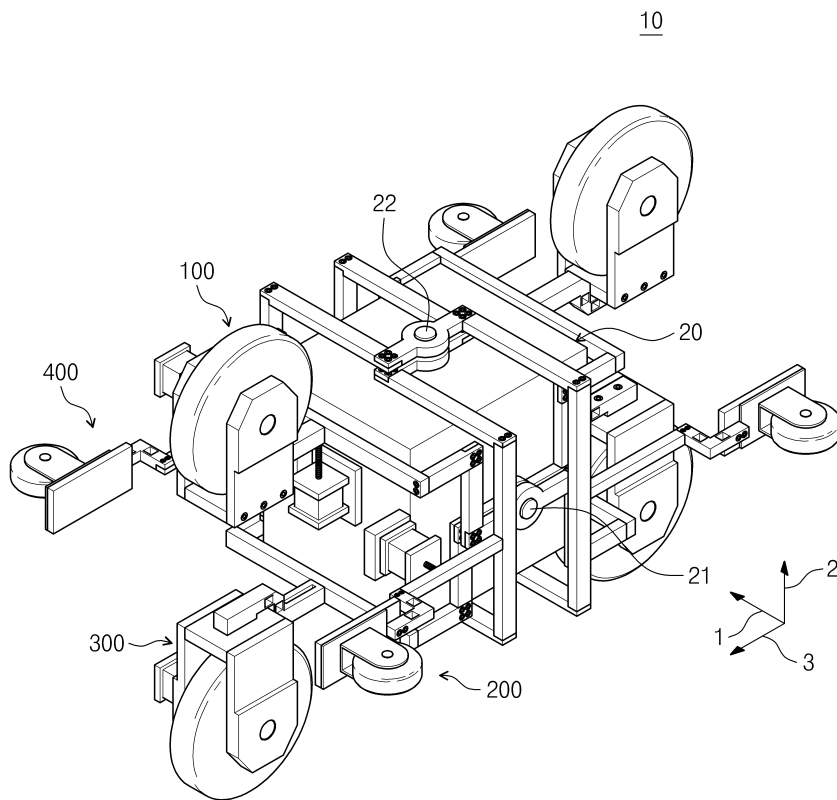
[0065] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

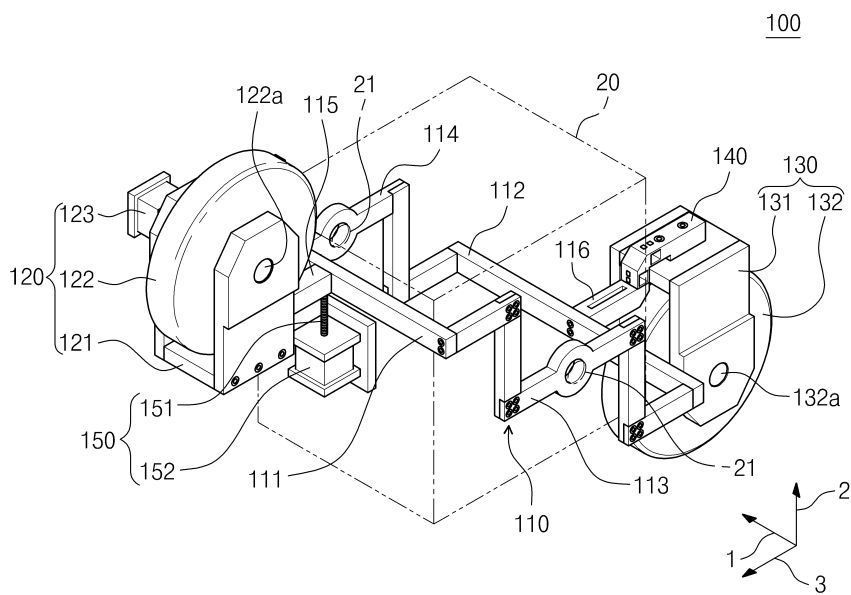
[0066] 10: 관 탐사 로봇
100 내지 400: 제1 내지 제4 이동부
110, 210, 310, 410: 프레임
120, 220, 320, 420: 전방 바퀴부
130, 230, 330, 430: 후방 바퀴부
140, 240, 340, 440: 힘 측정부
150, 250, 350, 450: 회전 구동부

도면

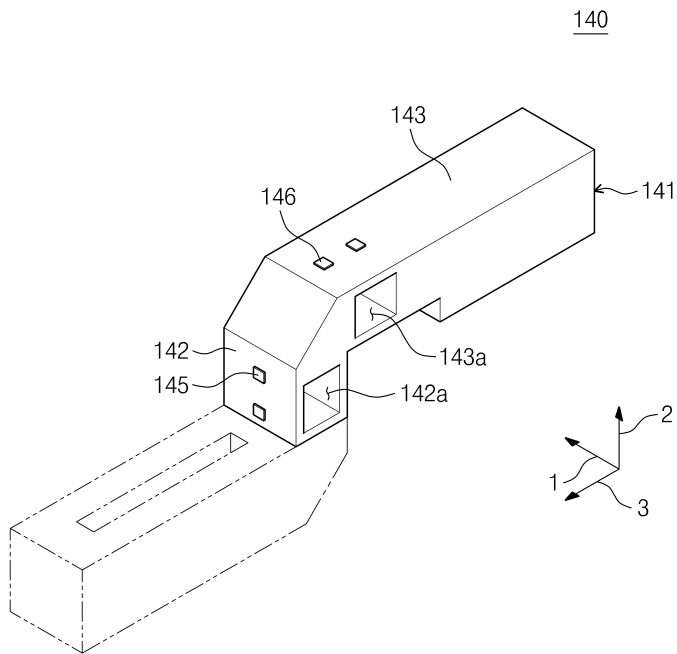
도면1



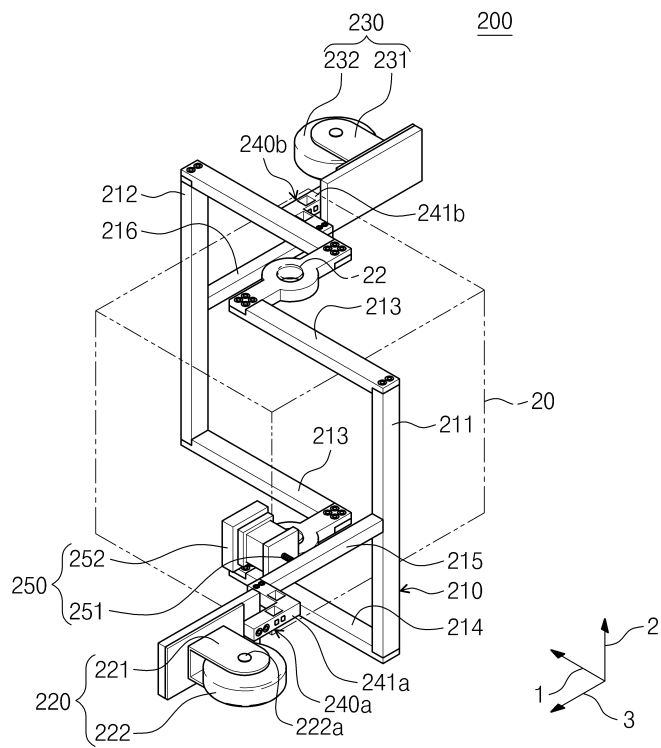
도면2



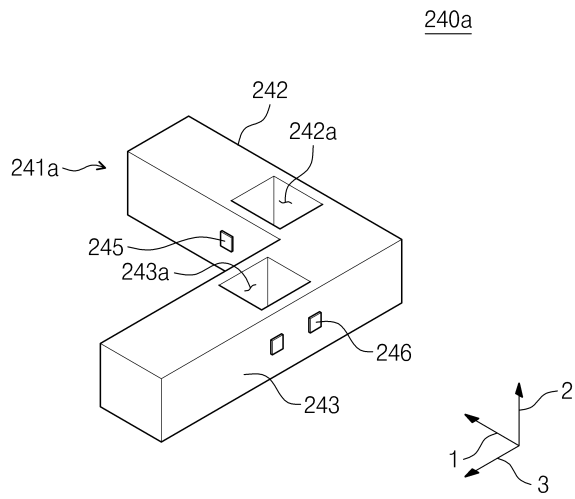
도면3



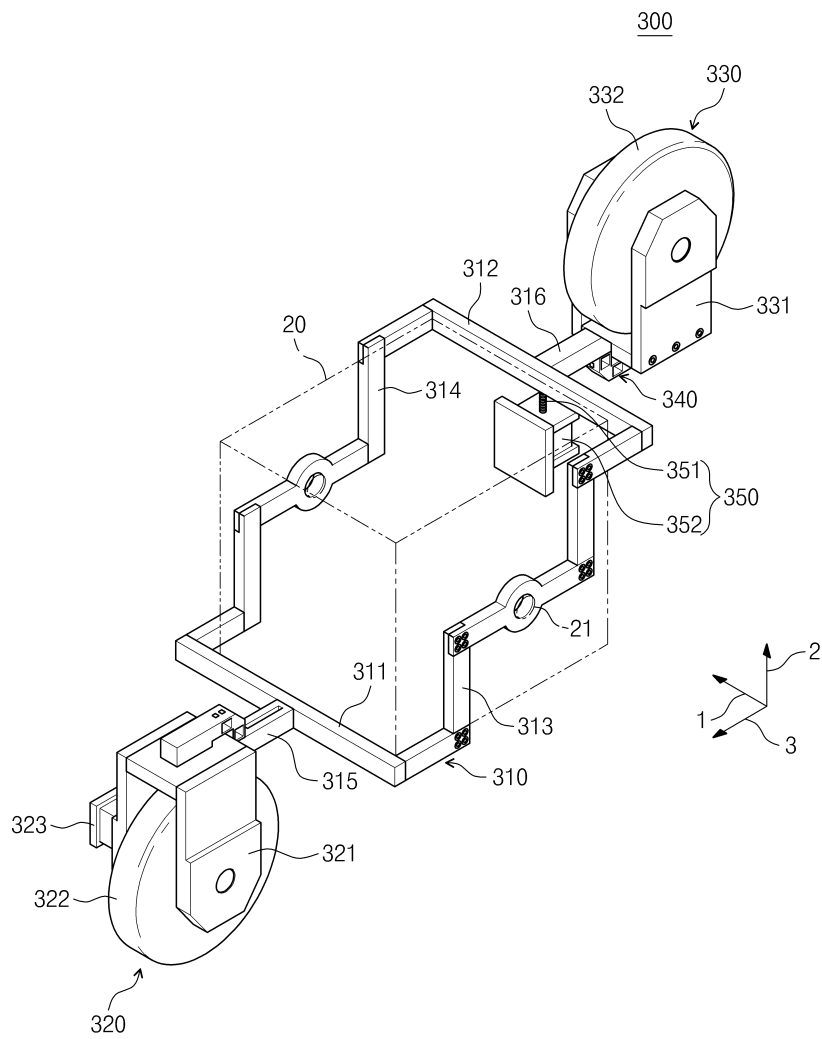
도면4



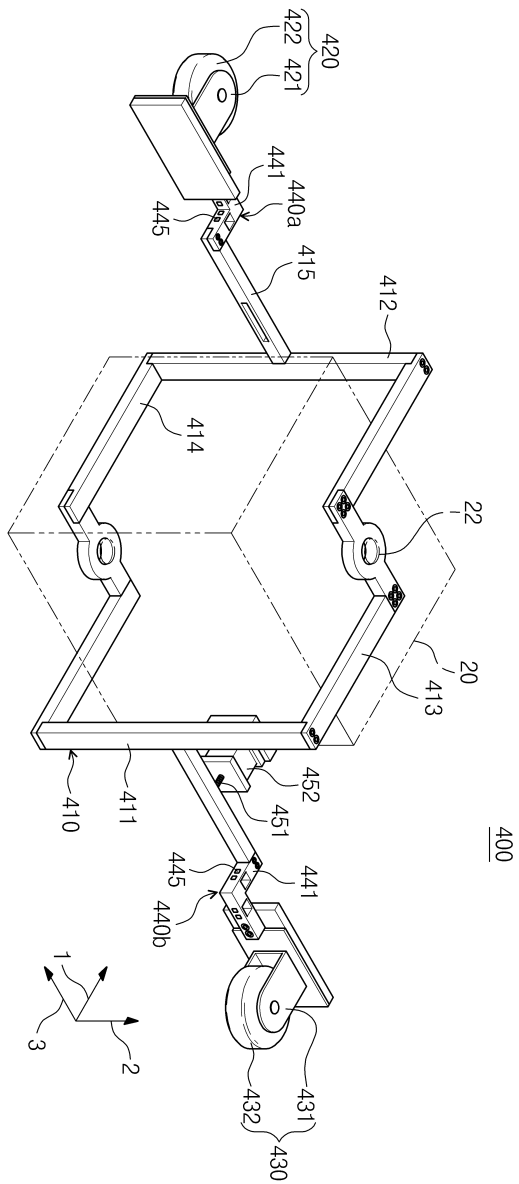
도면5



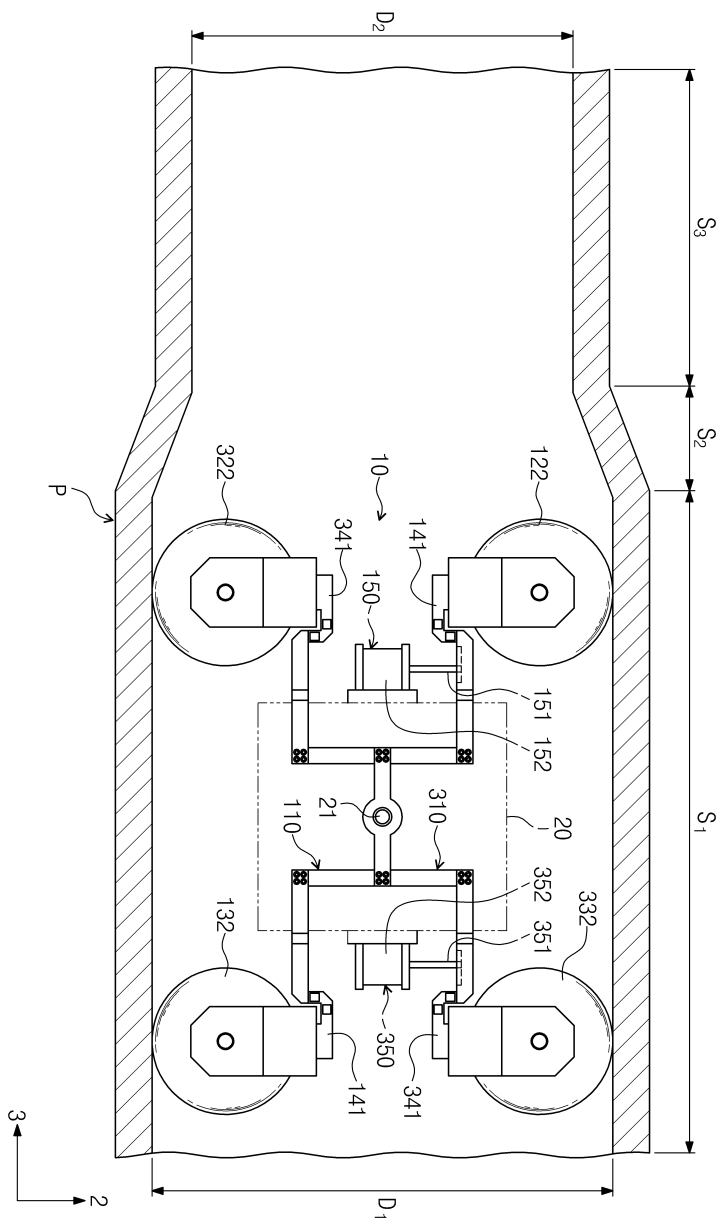
도면6



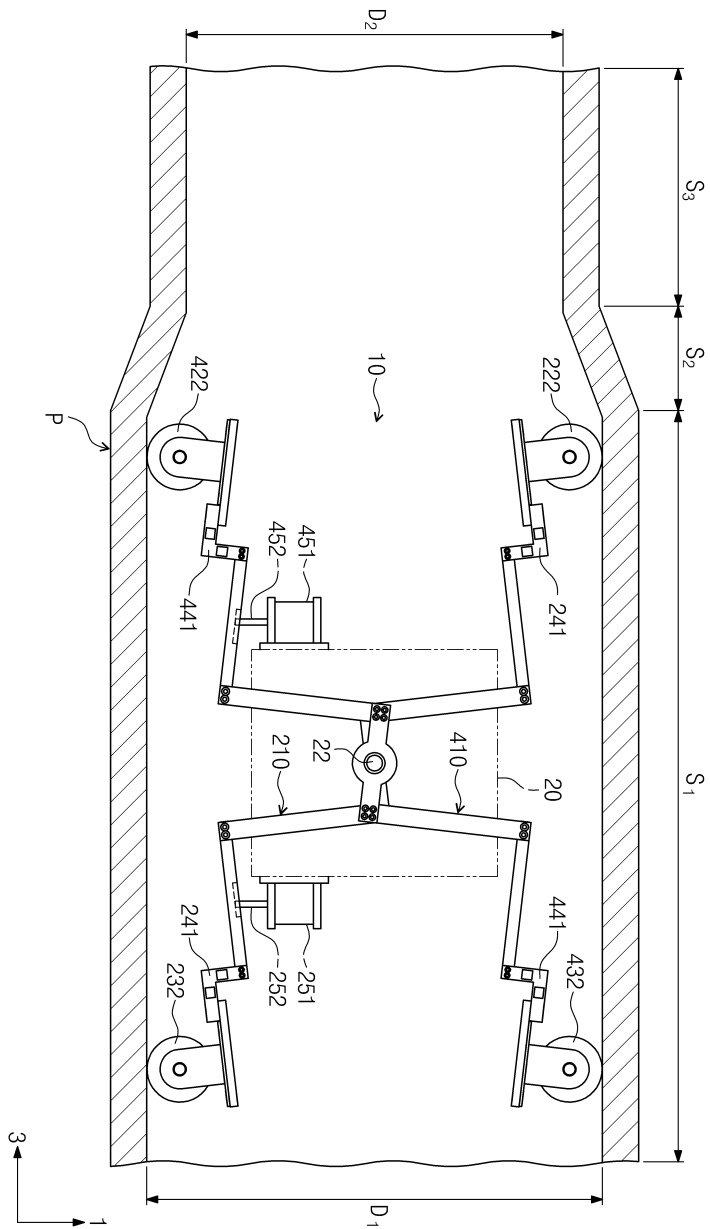
도면7



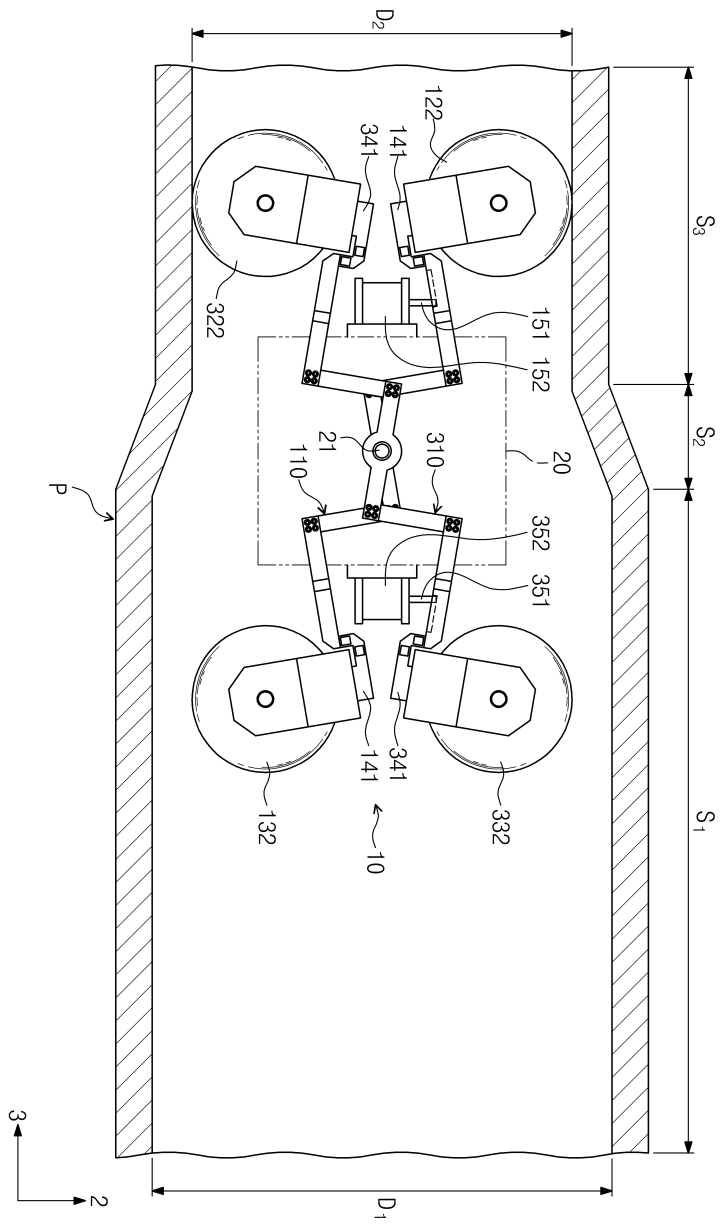
도면8



도면9



도면10



도면11

