

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

WO 2012/018224 A2

PCT

(43) 국제공개일
2012년 2월 9일 (09.02.2012)

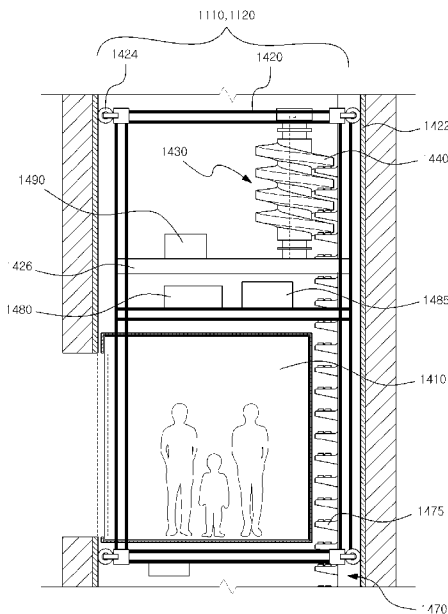
- (51) 국제특허분류: B66B 9/02 (2006.01) B66B 9/10 (2006.01)
B66B 11/02 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/005704
- (22) 국제출원일: 2011년 8월 3일 (03.08.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2010-0075930 2010년 8월 6일 (06.08.2010) KR
10-2010-0080631 2010년 8월 20일 (20.08.2010) KR
10-2011-0005455 2011년 1월 19일 (19.01.2011) KR
10-2011-0042267 2011년 5월 4일 (04.05.2011) KR
10-2011-0052452 2011년 5월 31일 (31.05.2011) KR
- (72) 발명자; 겸
- (71) 출원인 : 김남영 (KIM, Nam Young) [KR/KR]; 서울특별시 강서구 가양동 1481 도시개발아파트 516 동 1308 호, 157-200 Seoul (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US에 한하여): 주성준 (JU, Sung Jun) [KR/KR]; 인천광역시 남구 학익동 624-15, 402-040 Incheon (KR). 지현조 (JI, Hyon Jo) [KR/KR]; 서울특별시 서초구 잠원동 74-2 신반포한신 6차 아파트 214 동 1101 호, 137-030 Seoul (KR).
- (74) 대리인: 지현조 (JI, Hyon-Jo); 서울특별시 관악구 인현동 1659-2 청동빌딩 301 호, 151-832 Seoul (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, 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 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: WORM GEAR-TYPE DRIVING UNIT, AND ELEVATOR AND ELEVATOR SYSTEM USING WORM GEAR-TYPE DRIVING UNIT

(54) 발명의 명칭 : 웜기어형 구동부, 웜기어형 구동부를 이용한 엘리베이터 및 엘리베이터 시스템

[Fig. 16]



(57) Abstract: A lifting device moving along a lifting space within a building comprises: a car unit which moves along a lifting space; a worm driving unit which moves together with the car unit, and in which a rotational shaft is aligned with a moving path of the car unit; and a plurality of worm support units which are provided within the lifting space along the moving path of the car unit on a teeth-interval cycle of the worm driving unit. The lifting device is capable of being lifted by an operation of the worm driving unit relative to the worm support units, and the worm driving unit and the worm support units reduce friction of the lifting device by maintaining low resistance contact, and improve the lifting efficiency.

(57) 요약서: 건축물 내의 승강공간을 따라 이동하는 승강장치는, 승강공간을 따라 이동하는 객실부(car), 객실부와 함께 이동하며 회전축이 객실부의 이동경로와 나란한 웜 구동부, 및 웜 구동부의 치(teeth) 간격을 주기로 객실부의 이동경로를 따라 승강공간 내에 제공되는 다수의 웜 지지부를 구비한다. 승강장치는 웜 지지부에 대한 웜 구동부의 작동에 의해서 승강할 수 있으며, 웜 구동부와 웜 지지부는 저저항 접촉을 유지하여 승강장치의 마찰을 줄이고 승강 효율을 향상시킬 수 있다.

WO 2012/018224 A2



SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **공개:**

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: 웹기어형 구동부, 웹기어형 구동부를 이용한 엘리베이터 및 엘리베이터 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 엘리베이터 또는 기타 리프팅(lifting) 장치에 관한 것으로서, 보다 자세하게는, 와이어나 로프 없이 엘리베이터의 객실(car)을 이동시킬 수 있는 엘리베이터에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 엘리베이터(Elevator)는 사람 또는 화물을 중력에 대응하여 상하 수직으로 운반하는 장치로서, 고층 건물은 물론 저층 건물에서 두루 사용되고 있다. 일반적으로 엘리베이터는 그 구동방식에 따라 로프식 엘리베이터와 유압식 엘리베이터가 있으며, 그 외에도 스크류식, 랙앤피니언식 등이 있고, 권상기 대신 리니어모터를 사용한 엘리베이터도 등장하였다.
- [3] 로프식 엘리베이터는 최상층에 엘리베이터를 구동시키는 기계실이 마련되며, 기계실의 권상기(traction machine)는 객실(car)과 균형추(balance weight)를 로프로 연결하여 객실을 상하로 이동시킨다. 이러한 기계실은 높이 제한과 같이 몇몇 이유로 건축물에 불리하게 작용할 수가 있다.
- [4] 최근 초고층 건물들의 건설 붐과 함께 고성능 엘리베이터가 등장하여 약 60km/h(1000m/min)이상의 빠른 속도로 움직이는 초고속 엘리베이터가 개발되고 있다. 또한 엘리베이터 2대가 상하로 연결되어 수송능력을 향상시킨 더블데크 엘리베이터도 있으며, 하나의 엘리베이터 통로에 2대의 엘리베이터가 독립적으로 동작하는 트윈 엘리베이터도 있다.
- [5] 초고층 건물들은 수직 동선의 수송을 원활하게 하기 위하여 더욱 더 빠르게 움직이는 엘리베이터를 요구하고 있다. 엘리베이터의 속도를 높이려면 속도의 제곱에 비례하는 장력이 와이어에 가해지며, 고속 엘리베이터일수록 큰 장력을 지탱할 수 있어야 한다. 따라서 로프의 단면적이 더 커지게 되고 로프의 무게도 늘어나게 된다. 게다가 초고층빌딩의 긴 이동거리만큼 로프의 길이도 길어져야 하기 때문에, 속도 외에도 로프 자신의 무게의 증가로 로프는 더욱 굵어져야 한다. 초고층 건물에서는 결국 엘리베이터의 객실보다 로프가 더 무거울 수도 있다.
- [6] 참고로, 엘리베이터는 45m/min 이하로 이동하는 저속 엘리베이터, 60~105m/min으로 이동하는 중속(normal) 엘리베이터, 약 120~300m/min으로 이동하는 고속 엘리베이터, 및 약 360m/min 이상으로 이동하는 초고속 엘리베이터로 구분될 수 있다.
- [7] 실제로 버즈두바이 빌딩에 설치된 초고속 엘리베이터 중에는 로프 무게만 20톤(t)에 달한다. 게다가 체인과 균형추의 중량까지 더해지므로 엘리베이터를

- 고속으로 가속시키는 데는 의외로 큰 동력을 필요로 하게 된다. 결국 로프로 인해 잔뜩 무거워진 엘리베이터를 초고속으로 가속하여야 하기 때문에, 권상기의 모터 역시 일반 모터보다 현저히 큰 용량으로 제공되어야 한다.
- [8] 또한, 로프가 수 백 미터 이상 길어지게 되면 로프가 닳는 정도나 온도변화에 따라 로프의 길이가 달라지므로 정확한 위치에 정지하기 어려워진다. 따라서 와이어로프의 특성이 더욱 까다로워지고 그 제어방법도 복잡하게 된다.
- [9] 종래의 스크류식 엘리베이터는 나사가공을 한 긴 지주를 세우고 너트에 상당하는 슬리브를 객실에 설치하는 구조를 이용하고 있다. 스크류식 엘리베이터에서는 지주가 회전하는 것에 의해 객실을 승강시키기 때문에, 소형의 간이 엘리베이터에 이용되거나 유체의 이동이 어려울 때 사용하고 있다.
- [10] 이미 100층 이상의 초고층 빌딩에서는 기존의 로프식 엘리베이터 대신 로프리스(ropeless) 엘리베이터가 이용될 것이라는 예상도 있으며, 이와 관련하여 미국특허 제5234079호에는 리니어모터를 이용한 엘리베이터가 개시되어 있다. 하지만, 이들 리니어식 엘리베이터는 로프 없이 허공에 뜬 상태로 이동하기 때문에, 안전장치를 3중 4중으로 견고히 하여야 하며, 물리적 접촉이 없어 수평 이동이 가능하다고 하지만 상용화를 위해서는 고객의 인식과 경제성 등 풀어야 할 요소가 적지 않아 매우 극복하기 어렵다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명은 로프리스 승강장치를 제공한다.
- [12] 본 발명은 물리적 접촉을 이용하여 객실부를 안전하게 지지할 수 있으며, 마찰 없이 승강기 효율을 증가시킬 수 있는 승강장치를 제공한다.
- [13] 본 발명은 실제 구현 가능성이 높으며 에너지 재생효과를 기대할 수 있는 친환경 승강장치를 제공한다.

과제 해결 수단

- [14] 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따르면, 건축물 내의 승강공간을 따라 이동하는 승강장치는, 승강공간을 따라 이동하는 객실부(car), 객실부와 함께 이동하며 회전축이 객실부의 이동경로와 나란한 워م 구동부, 및 워م 구동부의 치(teeth) 간격을 주기로 객실부의 이동경로를 따라 승강공간 내에 제공되는 워م 지지부를 구비한다. 승강장치는 워م 지지부에 대한 워م 구동부의 작동에 의해서 승강할 수 있으며, 워م 구동부와 워م 지지부는 저저항 접촉을 유지하여 승강장치의 마찰을 줄이고 승강 효율을 향상시킬 수 있다. 상기 워م 지지부는 주로 승강공간 내 외벽에 고정될 수 있으며, 워م 구동부의 치에 대응하여 맞물리게 되는 다수의 지지 치(teeth)부분을 포함할 수 있고, 객실부 및 워م 구동부가 중력에 의해 자유 낙하하는 위험을 막아준다.
- [15] 워م 구동부는 워م기어(wormgear) 형태의 워م기어체(wormgear body)를 포함하며, 워م기어체는 등간격으로 배치된 워م 지지부(worm supporting parts)의 지지 치와

맞물려 지지되면서 승강을 위한 힘을 제공할 수 있다. 워프 구동부는 그 자체만으로도 승강에 필요한 힘을 충분히 제공할 수 있으며, 워프 지지부의 지지 치가 약 40cm 간격으로 배열되어 있다고 가정할 때 워프 기어체는 약 900rpm의 회전속도로 초고속 엘리베이터에 적합한 약 360m/min의 속도를 충분히 구현할 수 있다. 물론, 600~1500m/min의 초고속도 역시 충분히 구현이 가능하다.

- [16] 기본적으로 워프 구동부와 워프 지지부 간의 상호 작용에 의해서 객실부를 수직하게 이동시킬 수 있으며, 종래와 같은 로프를 사용하지 않는다. 따라서 초고층 건물에서 사용하여도 로프 무게에 따른 비효율성을 극복할 수 있으며, 수십 톤에 달하는 로프를 움직이지 않아도 되기 때문에 에너지를 효율적으로 사용할 수가 있다.
- [17] 본 발명에서는 워프 구동부 및 워프 지지부 간의 물리적 접촉을 이용하기 때문에, 전력이 차단되는 불상사가 발생하여도 객실부가 아무런 보호장치 없이 떨어지는 사고를 방지할 수 있다. 물론, 기존의 로프리스 엘리베이터에서도 브레이크 장치 등을 사용하지만, 힘이 가해지는 방향에 대한 마찰력(friction force)으로 객실부의 추락을 방지하는 것과 물리적인 지지력(supporting force)으로 추락을 방지하는 것은 구조적으로 큰 차이가 있을 수 있다.
- [18] 다만, 일반적인 워프기어에서는 워프기어와 피니언 간의 마찰력이 존재하지만, 본 발명에서는 워프 구동부와 워프 지지부 간에 롤러(roller)나 휠(wheel)와 같은 회전체(rotating body)를 사용하기 때문에, 마찰에 의한 에너지 손실 없이 사용된 전기 에너지를 고스란히 위치 에너지의 변화로 사용할 수가 있다. 또한, 구름 접촉을 이용하는 경우, 워프 구동부에서 복수개의 치면이 롤러 위를 동시에 미끄러지듯이 이동하기 때문에 소음이나 진동 없이 객실부를 이동시킬 수 있는 것은 물론 부품 간의 마모를 방지하여 부품의 수명을 증가시킬 수도 있다.
- [19] 본 명세서에서, 건축물이라 함은 일반적인 빌딩, 타워, 아파트 등 외에도, 건축물이나 장소를 연결하는 연결 구조를 포함하는 개념으로 이해될 수 있으며, 승강 공간 역시 건축물 내의 폐쇄된 공간만 한정하는 것이 아니라 부분적으로 개방된 공간도 포함할 수 있다.
- [20] 또한, 객실부(car)는 사람이나 화물 등을 지지 및 보호하여 이송하기 위한 것으로서, 객실부 내의 공간이 일시적으로 폐쇄되거나 부분적으로 개방된 상태로 제공될 수 있으며, 객실부를 흔들림 없이 이송하기 위한 구조물이나 레일 등도 함께 제공될 수가 있다.
- [21] 또한, 본 명세서에서 저저항 접촉(low resistant contact)은 직접적인 마찰보다 인공적인 방법을 통해서 마찰력이 감소된 접촉을 의미하는 것으로서, 롤러를 이용하여 구름 접촉을 이루는 경우뿐만 아니라, 회전 베어링이나 공기 베어링과 같이 마찰을 제거하거나 감소시키는 구조도 포함할 수 있으며, 윤활면 형성과 같이 저저항 표면 처리를 하는 구조도 포함할 수 있다. 물론, 롤러를 이용한 구름 접촉은 간단한 구조에서 거의 제로(zero)에 가까운 마찰을 제공하는 것은 물론, 별도의 설비나 처리 없이 간단히 구현할 수가 있다.

- [22] 워프 구동부와 워프 지지부는 상하로 복수개의 치면에서 접하고, 인접한 치면에서도 영구자석이나 전자석을 이용하여 저저항 접촉을 형성할 수 있고, 이 경우, 워프 구동부는 워프 지지부 위에서 저항 없이 원활히 미끄러질 수가 있다.

발명의 효과

- [23] 본 발명의 승강장치는 로프나 와이어를 사용하지 않기 때문에, 로프의 거대한 무게에 따른 비효율성을 개선할 수가 있으며, 초고층 빌딩이나 초고속 엘리베이터일수록 더 큰 에너지 절감 효과를 기대할 수가 있다.
- [24] 또한, 종래의 엘리베이터는 로프 사용에 따라 공간적으로 제약이 많으며, 실질적으로 상하 트윈(twin) 엘리베이터를 구성하는 데에도 많은 제약이 있다. 하지만, 워프 구동부를 사용함으로써, 본 발명에 따른 승강장치는 로프나 균형추에 의해서 차지되는 공간을 활용하거나 절약할 수 있으며, 트윈 엘리베이터, 트리플(triple) 엘리베이터와 같이 다양한 구성 및 다양한 수의 승강 시스템도 구현이 용이하다.
- [25] 본 발명의 승강장치는 수송효율 증가로 승강공간의 개수를 줄일 수 있고, 각 승강공간이 차지하는 자체 면적을 효율적으로 이용할 수 있으므로, 같은 공간 내에서도 주거 또는 생활 공간을 많이 확보할 수 있다. 건물주로서도 동일한 수송량을 유지하면서 분양공간을 더 많이 확보할 수 있으므로 경제적인 효과도 매우 높다고 할 수 있다.
- [26] 또한, 본 발명의 승강장치는 전력이 단전되거나 제동장치가 불능이 되는 최악의 상황이 발생하여도, 객실부가 무력하게 추락하는 사고를 방지할 수 있다. 워프기어의 특성 상, 하강하고 있는 경우라 하더라도 모터 구동이 정지하면 오히려 하강이 원활하게 감속되는 것은 물론, 물리적으로 정지할 수 있으며, 설령 이동하여도 안전한 저속으로 하강 속도가 유지되기 때문에 탑승자 보호에도 탁월하다. 이 경우 제동장치의 안정성에 대한 부담을 경감할 수 있으며, 제동에 대한 새로운 필요성도 적용될 수가 있다.
- [27] 또한, 하강 시 아주 적은 에너지로 객실부를 이동시킬 수 있으며, 유도 발전 등을 이용하여 에너지를 재사용 및 축적할 수가 있다. 특히, 상술한 바와 같이, 사고로 외부 전원이 차단되는 경우, 하강으로 인한 워프 구동부의 회전으로부터 전력을 생성할 수 있으며, 자체 생산되는 전력을 통해 구급 상황에서의 최소한 제어, 최소한의 통신, 최소한의 자력 구제 등에 이용할 수가 있다.
- [28] 특히, 저저항 접촉을 위해 롤러와 같은 회전체를 이용하는 경우, 간단하 구조로 최상의 효과를 얻을 수 있다. 즉, 구름 접촉을 유지하기 때문에 마찰을 유지할 수 있으며, 이를 위해 별도의 전력을 공급할 필요가 없다. 또한, 전반적으로 워프 구동부가 통과할 때만 워프 지지부가 일시적으로 사용되기 때문에 정상적인 상황이라고 가정할 때, 워프 구동부를 제외한 다른 부품의 수명은 반 영구적이라 할 수 있다.
- [29] 종래에서는 빌딩이 고층화될수록 로프의 길이 및 개수가 증가하고, 로프가

길어지고 속도가 높아질수록 복잡하면서도 고가의 첨단기술들이 적용되어야 하며, 그에 따라 기하급수적으로 수많은 문제가 파생될 수 있다. 하지만, 워 구동부를 이용한 본 발명은 워 지지부의 설치로 고층화에 충분히 대응할 수 있으며, 고층화에 계속 진행되어도 설치 비용 및 부담이 증가하지 않는다. 또한, 워 구동부의 회전 속도를 조절하여 저속, 고속, 가속, 감속 등의 제어가 매우 용이하다.

- [30] 본 발명의 승강장치는 최상층의 기계실도 필요 없으며, 최상층에 기계실을 별도로 마련하지 않아도 되기 때문에 건축 설계에 있어서도, 최상층의 활용도를 높일 수 있고, 건축물 높이 제한 등에서도 자유로운 설계가 가능하다.
- [31] 또한, 워 구동부에서 구동모터는 워기어체의 외부 및 내부에 적용될 수가 있는데, 구동모터를 워기어체의 내부에 적용하는 경우, 즉 구동모터의 하우징을 워기어체로 형성하는 경우, 워 구동부의 무게와 부피를 대폭 줄이면서도, 워 구동부의 출력과 효율을 크게 높일 수가 있다.
- [32] 로프가 없는 승강 시스템이 개발되면 하나의 승강로에 여러 대의 객실부가 레일 위를 달리는 열차들처럼 일정 간격을 두고 연속적으로 운행할 수 있으므로 승강로가 차지하는 비중이 대폭 축소되고, 로프로 인한 제약이 없으므로 행정거리의 제한이 없으며, 주기적으로 로프를 교체해야 하는 불편을 제거할 수도 있다.
- [33] 또한, 워 지지부의 배치를 따라 워 구동부 및 객실부가 독립적으로 이동하기 때문에, 반드시 객실부가 수직인 방향이 아닌 경사진 방향으로 이동할 수도 있고, 직선이 아닌 굽어진 경로를 따라 움직이는 것도 가능하며, 적합한 쉬프트(shift) 구조가 개발된다면, 수직 방향뿐만 아니라 수평방향으로도 운행도 구현될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [34] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 승강장치의 구성도이다.
- [35] 도 2는 도 1의 승강장치를 이용한 승강 시스템의 구성도이다.
- [36] 도 3은 도 1의 승강장치에서 워 구동부 및 워 지지부 간의 결합관계를 설명하기 위한 정면도이다.
- [37] 도 4는 도 1의 승강장치에서 워 구동부 및 워 지지부 간의 결합관계를 설명하기 위한 평면도이다.
- [38] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 승강장치의 구성도이다.
- [39] 도 6은 도 5의 승강장치에서 워 구동부와 워 지지부 간의 결합관계를 설명하기 위한 도면이다.
- [40] 도 7은 도 5의 승강장치를 설명하기 위한 평면도이다.
- [41] 도 8은 도 5의 승강장치에서 워 구동부 및 워 지지부 간의 결합관계를 설명하기 위한 평면도이다.
- [42] 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 워 지지부를 설명하기 위한

평면도이다.

- [43] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 워 구동부를 설명하기 위한 단면도이다.
- [44] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 승강장치를 설명하기 위한 평면도이다.
- [45] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 순환식 엘리베이터 시스템의 구성도이다.
- [46] 도 13은 순환식 엘리베이터 시스템을 적용한 건축물의 엘리베이터 시스템을 설명하기 위한 모식도이다.
- [47] 도 14는 도 12의 엘리베이터 시스템에서 상단 부분을 설명하기 위한 확대도이다.
- [48] 도 15는 도 12의 엘리베이터 시스템에서 상단 부분을 설명하기 위한 평면도이다.
- [49] 도 16은 도 12의 로프리스 엘리베이터를 설명하기 위한 구성도이다.
- [50] 도 17은 도 16의 로프리스 엘리베이터의 워 구동부를 설명하기 위한 평면도이다.
- [51] 도 18은 도 16의 워구동부를 설명하기 위한 정면도이다.
- [52] 도 19는 도 16의 엘리베이터를 설명하기 위한 평면도이다.
- [53] 도 20은 워 구동부의 내부를 설명하기 위한 단면도이다.
- [54] 도 21은 본 발명의 다른 실시예에 따른 워 구동부를 설명하기 위한 도면이다.
- [55] 도 22는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 순환식 엘리베이터 시스템을 설명하기 위한 구성도이다.
- [56] 도 23은 도 22의 엘리베이터 시스템의 평면도이다.
- [57] 도 24는 도 22의 엘리베이터 시스템의 상단 부분을 확대하여 도시한 정면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [58] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 참고로, 본 설명에서 동일한 번호는 실질적으로 동일한 요소를 지칭하며, 이러한 규칙 하에서 다른 도면에 기재된 내용을 인용하여 설명할 수 있고, 당업자에게 자명하다고 판단되거나 반복되는 내용은 생략될 수 있다.
- [59] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 승강장치의 구성도이며, 도 2는 도 1의 승강장치를 이용한 승강 시스템의 구성도이다.
- [60] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 승강장치(100)는 객실부(110), 승강 프레임(120), 워 구동부(130) 및 워 지지부(170)를 포함하며, 승강장치(100)의 객실부(110)는 워 구동부(130) 및 워 지지부(170) 간의 상호 작용에 의해서 건축물 내의 승강공간(10)을 따라 이동할 수 있다. 승강장치(100)는 독립적인 제어부(180), 에어컨디셔너(185) 및 무선 통신 모듈(190) 등을 더 포함할 수 있으며, 승강장치(100)의 원활한 구동 및 제어를 실행할 수가 있다.
- [61] 워 구동부(130)는 워기어(wormgear) 형상의 워기어체(140)를 포함하며,

웬기어체(140)의 외면에는 치(teeth)(142)가 형성된다. 웬기어체(140)는 승강장치(100)에 진행 방향과 나란하게 배열된 회전축을 포함하며, 상기 회전축을 중심으로 회전 가능하게 장착된다. 웬기어체(140)의 치(142)에 대응하여 승강공간(10)에는 웬 지지부(170)가 제공되며, 본 실시예에서 웬 지지부(170)는 균일한 간격으로 배치되는 롤러(175)를 포함한다.

- [62] 웬 구동부(130)는 승강장치에서 웬기어체(140)를 회전시키며, 웬기어체(140)의 치면은 웬 지지부(170)의 롤러(175)에 지지되고, 웬기어체(140)의 회전에 따라 웬 지지부(170)의 롤러(175)를 타고 객실부(110)와 함께 미끄러지듯이 상승 또는 하강할 수 있다.
- [63] 객실부(110)는 웬 구동부(130)를 이용하여 승강할 수 있기 때문에, 종래의 로프나 와이어를 사용하지 않으며, 최상층에 권상기나 기계실을 설치할 필요가 없다. 즉, 각 객실부(110)에 상부 또는 하부에 설치되는 웬 구동부(130)를 사용하며, 로프에 의존하지 않고 웬 구동부(130)의 회전을 객실부(110)의 상하 이동으로 전환할 수 있다.
- [64] 따라서, 승강장치(100)의 구동 계통이 간소화되며, 로프를 생략함으로써 초고층 빌딩에 적용되었을 때 거대한 로프의 무게에 대한 부담을 제거할 수가 있다. 또한, 구조적으로도 로프의 원활한 이동 및 균형추가설에 대한 부담도 제거할 수가 있다.
- [65] 효율 면에서도 마찰이 아닌 구름 접촉을 형성하기 때문에, 실질적으로 에너지 손실 없이 회전을 위치에너지로 전환시킬 수 있으며, 반대로 하강 시에는 최소의 에너지만으로도 원하는 속도 및 제어를 실행할 수가 있다. 최초 가속의 경우, 현재 개발된 구동모터로 충분한 기동력을 제공할 수 있으며, 모터 제어를 통해서 초기 가속, 저속 유지, 고속 유지 및 감속 등을 용이하게 수행할 수가 있다.
- [66] 도 2에 도시된 바와 같이, 웬 구동부(130)를 이용한 로프리스 승강장치(100)는 다양하게 적용될 수 있다. 예를 들어, 웬기어체(140)의 일 회전에 대응하여 웬 지지부(170)의 지지 치의 피치(pitch)만큼 이동할 수 있다. 따라서 웬 지지부(170)의 피치가 약 25~40cm 정도라 가정할 때, 웬 구동부(130)는 약 2000rpm의 회전만으로도 약 500~800m/min의 속도를 충분히 제공할 수가 있다. 즉, 좌측에 도시된 바와 같이, 초고속 엘리베이터를 용이하게 구현할 수가 있다.
- [67] 또한, 우측에 도시된 바와 같이, 하나의 승강공간에서 2대 이상의 객실부(110)가 이동할 수 있는 트윈 시스템을 쉽게 구현할 수가 있다. 로프를 사용하지 않기 때문에 2대 이상의 객실부(110)를 동일 공간 내에서 자유롭게 배치할 수 있으며, 상호 객실부(110)에 장착된 무선 통신 모듈(190)을 이용하여 승강장치(100)의 제어를 용이하게 수행할 수가 있다. 특히, 승강공간(10)에는 장애물이 없기 때문에 무선 통신 모듈(190)의 이용이 더 용이할 수 있다.
- [68] 본 실시예에 따른 승강장치(100)는 전력이 단전되거나 제동장치가 불능이 되는 최악의 상황이 발생하여도, 객실부(110)가 무력하게 추락하는 사고를 방지할 수 있다. 웬기어의 특성 상, 하강하고 있는 경우라 하더라도 모터 구동이 정지하면

오히려 하강이 원활하게 감속되는 것은 물론, 물리적으로 정지할 수 있으며, 설령 하강이 계속된다고 하여도 안전한 저속으로 하강 속도가 유지되기 때문에 탑승자를 안전하게 보호할 수 있다.

- [69] 다시 도 1을 참조하면, 객실부(110)는 승강 프레임(120)에 의해서 승강공간 내에서 안정적으로 이동할 수 있으며, 승강 프레임(120)은 코너에 위치한 롤러(124)를 이용하여 승강공간(10) 내에서 흔들림 없이 이동하도록 안내될 수 있다. 본 실시예에서 웹 구동부(130)는 지지 프레임(126) 상에 장착되며, 웹 구동부(130)에 의해서 객실부(110) 및 승강 프레임(120)이 함께 이동할 수 있다. 물론, 종래와 같이 객실부(110)의 이동경로와 나란한 T-자 단면의 레일을 형성하고, 상기 T-자 레일을 따라 객실부(110)가 이동하도록 할 수도 있다.
- [70] 웹 구동부(130)는 웹기어체(140), 구동모터(150) 및 변속기(160)를 포함할 수 있다. 구동모터(150)는 웹기어체(140)의 외부에 위치할 수 있으며, 변속기(160)를 통해 웹기어체(140)를 양방향으로 회전시킬 수 있다. 웹기어체(140)의 상단 및 하단은 베어링에 의해서 지지되며, 구동모터(150)의 구동력을 받아 회전할 수 있다.
- [71] 도 3은 도 1의 승강장치에서 웹 구동부 및 웹 지지부 간의 결합관계를 설명하기 위한 정면도이며, 도 4는 도 1의 승강장치에서 웹 구동부 및 웹 지지부 간의 결합관계를 설명하기 위한 평면도이다.
- [72] 도 3 및 도 4를 참조하면, 웹 지지부(170)는 등간격으로 배치된 롤러(175)를 포함하며, 각 롤러 축에는 하나 또는 2개 이상의 롤러(175)가 배치될 수 있다. 지지 치를 구성하는 롤러(175)는 강체로 형성될 수 있으며, 진동 흡수나 완충을 위해 롤러(175)의 표면은 우레탄 소재 등을 이용한 코팅이 형성될 수도 있다.
- [73] 롤러(175)는 베어링에 의해서 회전하며, 실질적으로 웹기어체(140)의 치면과 구름 접촉을 하기 때문에, 웹 구동부(130)를 수직하게 지지하는 기능을 하며, 웹 구동부(130)의 회전에 방해하지 않는다.
- [74] 또한, 상하로 복수개의 롤러(175)가 각 웹기어체(140)의 치면을 지지하기 때문에 웹기어체(140)의 치에 집중되는 하중을 분산시킬 수 있으며, 전체적으로 롤러(175)들이 웹기어체(140)와 접촉된 상태를 유지하면서 흔들리지 않도록 보조하는 기능을 할 수 있다.
- [75] 또한, 롤러(175)는 웹기어체(140)의 치면 형상에 대응하여 원호 배열을 이루도록 배치될 수 있다. 롤러(175)는 되도록 웹기어체(140)의 치면의 회전 방향, 즉 원주 방향에 나란하도록 배치될 수 있으며, 이때 롤러(175)의 회전축은 웹기어체(140)의 중심을 향하도록 배치될 수 있다. 원활한 회전을 위해 롤러(175)는 원기둥 형상 외에도 단부가 얇은 원반 형상이나 구 형상으로도 제공될 수 있다.
- [76] 본 명세서에서는 웹기어체(140)의 치면이 롤러(175)에 의해 지지되지만, 다르게는 구름 접촉이 가능한 다른 회전체(rotating body)에 의해서도 지지될 수 있다. 예를 들어, 회전축이 고정되지 자유롭게 회전하는 볼 베어링이 이용될 수

있으며, 마찰이 약간 존재하지만 접촉면을 극도로 좁힌 베어링 면을 형성하는 것도 가능하다. 물론, 공기 베어링이나 자기 부상과 같이 직접적인 접촉을 배제하는 저저항 접촉도 이용될 수 있다.

- [77] 본 실시예에서는 워기어체(140)와 롤러(175)가 마찰 없이 접촉하여 열이 발생하지 않으며, 베어링의 품질을 조금 개선함으로써 소음이나 진동도 억제시킬 수가 있다. 또한, 실제로 롤러(175)는 워 구동부(130)가 통과할 때만 회전하기 때문에, 실질적으로 사용되는 빈도는 낮으며, 별다른 예외 없는 정상적인 상황에서 그 수명은 반영구적이라 할 수도 있다.
- [78] 워 구동부(130)의 구동모터(150)는 레일에 마련된 전력공급라인(122)과 전기적으로 연결된 상태를 유지할 수 있으며, 구동모터(150)의 구동을 위한 전력을 지속적으로 공급받을 수 있다. 이 외에도, 승강공간(10)에 전력공급라인을 형성하고, 승강공간(10) 내에서 전력공급라인과 전기적 접촉을 유지하는 접속구를 설치하여 항상 안정된 전력을 공급받을 수 있도록 할 수 있으며, 경우에 따라서는 지속적으로 충전을 통해 구동모터가 작동하도록 할 수도 있다. 이는 외부전력 공급이 끊어지는 비상상황에서도 안전할 수 있다.
- [79] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 승강장치의 구성도이며, 도 6은 도 5의 승강장치에서 워 구동부와 워 지지부 간의 결합관계를 설명하기 위한 도면이고, 도 7은 도 5의 승강장치를 설명하기 위한 평면도이다.
- [80] 도 5 내지 도 7을 참조하면, 본 실시예에 따른 승강장치(200)는 객실부(210), 승강 프레임(220), 워 구동부(230) 및 워 지지부(270)를 포함하며, 승강장치(200)의 객실부(210)는 워 구동부(230) 및 워 지지부(270) 간의 상호 작용에 의해서 건축물 내의 승강공간(20)을 따라 이동할 수 있다. 승강장치(200)는 독립적인 제어부(280), 에어컨디셔너(285) 및 무선 통신 모듈(290) 등을 더 포함할 수 있으며, 승강장치(200)의 원활한 구동 및 제어를 실행할 수가 있다.
- [81] 워 구동부(230)는 워기어체(240)를 포함하며, 워기어체(240)의 외면에는 치(teeth)(242)가 형성된다. 워기어체(240)는 승강장치(200)에 진행 방향과 나란하게 배열된 회전축을 포함하며, 상기 회전축을 중심으로 회전 가능하게 장착된다.
- [82] 워기어체(240)의 치(242)에 대응하여 승강공간(20)에는 워 지지부(270)의 지지 치가 제공되며, 워 지지부(270)는 워기어체(240)에 대응하는 랙 형상으로 형성됨으로써 랙 지지부(rack supporting part)로서의 기능을 할 수 있다. 본 실시예에서 랙 지지부로서의 워 지지부(270)의 지지 치는 균일한 간격으로 배치되는 지지 구조(272)를 포함하며, 지지 구조(272)는 롤러(275)의 상부가 노출되도록 롤러 축의 양단을 수용하는 구조를 가진다.
- [83] 워기어체(240)는 그 내부에 구동력을 발생시킬 수 있는 모터 구조를 포함할 수 있다. 이를 위해 워기어체(240)는 중공형으로 제공될 수 있으며, 워기어체(240)의 양단은 회전축에서 베어링을 이용하여 회전 가능하게 장착될 수 있다. 또한,

구동을 위해 회전축에 고정되는 고정자(252) 및 웜기어체(240)의 내면에 장착되는 회전자(254)를 포함할 수 있으며, 고정자(252)와 회전자(254)는 자석과 코일의 조합, 코일과 코일의 조합 등을 통해서 제공될 수 있다.

- [84] 웜기어체(240)의 치면은 지지 구조(272)의 상면으로 노출된 롤러(275)에 지지되고, 웜기어체(240)의 회전에 따라 웜 지지부(270)의 롤러(275)를 타고 객실부(210)와 함께 미끄러지듯이 상승 또는 하강할 수 있다.
- [85] 본 실시예에 따른 승강장치(200)는 전력이 단전되거나 제동장치가 불능이 되는 최악의 상황이 발생하여도, 객실부(210)가 무력하게 추락하는 사고를 방지할 수 있다. 웜기어의 특성 상, 하강하고 있는 경우라 하더라도 모터 구동이 정지하면 오히려 하강이 원활하게 감속되는 것은 물론, 물리적으로 정지할 수 있으며, 설령 하강이 계속된다고 하여도 안전한 저속으로 하강 속도가 유지되기 때문에 탑승자를 안전하게 보호할 수 있다.
- [86] 웜 구동부(230)는 자체적으로 모터 구조를 내부에 포함하는 웜기어체(240)를 포함하며, 변속기나 감속기 없이 정지에서부터 출발, 가속, 정속, 감속 및 정지를 원활하게 할 수 있고, 감속기 등이 없기 때문에 소음 발생도 최소로 할 수가 있다.
- [87] 도 8은 도 5의 승강장치에서 웜 구동부 및 웜 지지부 간의 결합관계를 설명하기 위한 평면도이다.
- [88] 도 6 내지 도 8을 참조하면, 웜 지지부(270)의 지지 치는 등간격으로 배치된 지지 구조(272) 및 지지 구조(272)에 설치된 롤러(275)를 포함하며, 각 롤러 축에는 복수개의 롤러(275)가 배치될 수 있다. 또한, 롤러(275)는 강체로 형성될 수 있으며, 진동 흡수나 완충을 위해 롤러(275)의 표면은 우레탄 소재 등을 이용한 코팅이 형성될 수도 있다.
- [89] 복수개의 롤러 쌍들은 웜기어체(240)의 치면 경사에 맞게 경사진 방향으로 배치될 수 있으며, 이에 따라 이웃하는 롤러 쌍들 역시 약간의 높이 차를 두고 배치될 수가 있다. 각 롤러(275)는 베어링에 의해서 회전하며, 실질적으로 웜기어체(240)의 치면과 구름 접촉을 하기 때문에, 웜 구동부(230)를 수직하게 지지하는 기능을 하며, 웜 구동부(230)의 회전에 마찰력을 제공하지 않는다.
- [90] 상하 및 좌우로 복수개의 롤러(275)가 각 웜기어체(240)의 치면을 지지하기 때문에 웜기어체(240)의 치에 집중되는 하중을 분산시킬 수 있으며, 전체적으로 롤러(275)들이 웜기어체(240)와 접촉된 상태를 유지하면서 흔들리지 않도록 보조하는 기능을 할 수 있다.
- [91] 또한, 롤러 축에 판 스프링 또는 댐핑 구조를 삽입하여 롤러(275)가 탄성적으로 지지되도록 할 수가 있으며, 롤러(275)는 웜기어체(240)의 치면 형상에 대응하여 원호 배열을 이루도록 배치하여 최대한 소음 및 진동 발생을 제한할 수 있다. 원활한 회전을 위해 롤러(275)는 원기둥 형상 외에도 단부가 얇은 원반 형상이나 구 형상으로도 제공될 수 있다. 물론, 웜기어체(240)의 치면은 롤러 이외에도 구름 접촉이 가능한 다른 회전체(rotating body)에 의해서도 지지될 수 있다.
- [92] 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 웜 지지부를 설명하기 위한

평면도이다.

- [93] 도 9를 참조하면, 웹 지지부(370)는 복수개의 롤러(375) 및 롤러(375)를 수용하는 지지 구조(372)를 포함할 수 있다. 하나의 롤러 축에 장착되는 롤러(375)의 개수는 3개 이상 증가될 수 있으며, 좌우 롤러 쌍들 간의 간섭을 최소로 하기 위해 지지 구조(372)에는 일렬의 롤러(375)들이 제공될 수도 있다. 2개 또는 3개 그 이상의 롤러(375)가 일렬로 제공되는 경우, 반지름 차이로 기어의 내부 및 외부 회전속도가 달라도 효율적으로 미끄럼 없이 회전할 수가 있다.
- [94] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 웹 구동부를 설명하기 위한 단면도이다.
- [95] 도 10을 참조하면, 웹 구동부(230)는 웹기어 형상의 치(242)가 형성된 웹기어체(240)를 포함하며, 웹기어체(240)의 내부에는 고정자 및 회전자를 포함하는 구동 모듈(250)이 제공된다. 웹기어체(240)는 승강 프레임에 고정된 회전축(244)을 중심으로 회전할 수 있으며, 마찰 없는 회전을 위해 양단에 베어링(246)이 제공될 수가 있다.
- [96] 웹기어체(240)의 내부에 형성된 구동 모듈(250)은 2쌍의 고정자 및 회전자를 포함한다. 이를 위해 웹기어체(240)는 중공형으로 제공될 수 있다. 웹기어체(240)의 내부에서 상부로는 코일-코일의 조합으로서 코일 고정자(252) 및 코일 회전자(254)가 제공되며, 하부로는 코일-자석의 조합으로서 코일 고정자(256) 및 자석 회전자(258)가 제공될 수 있다. 물론, 코일 회전자(254)는 코일이 아닌 철심 형태로도 제공될 수가 있다.
- [97] 2쌍 이상의 고정자 및 회전자를 이용하여 회전 토크 및 회전 속도를 적절하게 조절할 수 있으며, 웹기어체(240)의 회전에 따른 유도 전력 발생도 기대할 수 있다. 예를 들어, 승강장치가 하강하는 경우, 고정자 및 회전자의 상대적 회전에 발전을 일으킬 수 있으며, 승강을 반복하면서 에너지를 효율적으로 사용하게 할 수 있다.
- [98] 또한, 자석과 코일 간의 간격을 조절함으로써, 코깅(cogging) 현상을 조절할 수 있는데, 이때는 전력이 단전되는 경우 코깅 현상을 이용하여 웹기어체(240)의 회전을 감속시키는 기능을 할 수도 있다.
- [99] 상술한 바와 같이, 웹기어체(240)의 치면은 지지 구조(272)의 상면으로 노출된 롤러(275)에 지지되고, 웹기어체(240)의 회전에 따라 웹 지지부(270)의 롤러(275)를 타고 객실부(210)와 함께 미끄러지듯이 상승 또는 하강할 수 있다. 본 실시예에서는 롤러를 이용하지만, 후술하는 바와 같이 전자석을 이용한 전자기장을 이용하는 경우, 물리적인 저항 없이 원활하게 회전하여 움직이도록 할 수가 있다.
- [100] 다시 도면을 참조하면, 웹기어체(240)의 상부 및 하부에 외부 공기가 유입될 수 있는 환기 홀(248) 형성할 수 있으며, 환기 홀(248)을 통해 외부 공기가 유입되어 내부에서 발생하는 열을 외부로 쉽게 방출시키도록 할 수도 있다.
- [101] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 승강장치를 설명하기 위한 평면도이다.

- [102] 도 11을 참조하면, 본 실시예에 따른 승강장치(400)에서 워프 구동부(430)는 복수개의 워프기어체(440)를 포함할 수 있다. 각 워프기어체(440)는 구동 모듈을 내부에 포함할 수 있으며, 어느 하나만 구동 모듈을 포함하는 다른 하나는 종속적으로 회전하도록 할 수 있다. 또한, 워프 구동부(430)에 대응하여 양 측으로 워프 지지부(470)가 제공될 수 있다. 또한, 도시되지는 않았지만, 외부로 구동 모터를 장착하고, 하나의 구동 모터에 의해서 두 개의 워프기어체가 작동하도록 할 수도 있다.
- [103] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 순환식 엘리베이터 시스템의 구성도이고, 도 13은 순환식 엘리베이터 시스템을 적용한 건축물의 엘리베이터 시스템을 설명하기 위한 모식도이고, 도 14는 도 12의 엘리베이터 시스템에서 상단 부분을 설명하기 위한 확대도이고, 도 15는 도 12의 엘리베이터 시스템에서 상단 부분을 설명하기 위한 평면도이다.
- [104] 도 12에서 (a)는 순환식 엘리베이터 시스템을 정면에서 도시한 것이며, (b)는 측면에서 도시한 것임을 알 수 있다.
- [105] 도 12 내지 도 15를 참조하면, 순환식 엘리베이터 시스템(1100)은 2개 또는 3개 이상의 승강공간을 포함하는 건축물을 가정할 수 있다. 본 실시예의 설명에서는 제1 승강공간(1110) 및 제2 승강공간(1120)을 기준으로 설명하고, 제1 승강공간(1110)은 엘리베이터의 상승을 담당하고 제2 승강공간(1120)은 엘리베이터의 하강을 담당하는 것으로 가정하지만, 그 외에도 3개의 승강공간을 운용하거나 다양한 조합으로 형성하는 것도 가능하다.
- [106] 엘리베이터 시스템(1100)은 로프리스 엘리베이터(1200) 및 스위치 프레임(1300)을 포함한다. 본 실시예에서는 로프리스 엘리베이터(1200)로서 바람직하다고 할 수 있는 워프 구동부를 이용하며, 워프 구동부를 이용한 경우의 장점을 설명하지만, 다르게는 다른 구동방식, 예를 들어 리니어 모터나 랙앤피니언 방식의 로프리스 엘리베이터를 구성할 수도 있다.
- [107] 엘리베이터(1200)는 제1 승강공간(1110)을 통해 상승하며, 상승한 엘리베이터(1200)는 스위치 프레임(1300)에 의해서 제2 승강공간(1120) 또는 다른 승강공간으로 이동할 수가 있다. 상단에 위치한 스위치 프레임(1300)은 하부가 개방되어 엘리베이터(1200)의 진입을 가능하게 하며, 위치 이동 후 엘리베이터(1200)의 하방 송출을 가능하게 한다.
- [108] 또한, 도시된 바와 같이, 제2 승강공간(1120)을 따라 아래로 하강한 엘리베이터(1200)는 하단의 다른 스위치 프레임(1300)에 진입할 수 있으며, 진입 후 스위치 프레임(1300)에 의해 위치가 변경된 후 다시 제1 승강공간(1110)을 따라 상승이동 할 수가 있다.
- [109] 본 실시예에서는 3개의 스위치 프레임(1300)이 수평하게 순환하면서 제1 승강공간(1110) 및 제2 승강공간(1120)의 상단 또는 하단에 위치할 수 있다. 상단의 경우, 3개의 스위치 프레임(1300) 중 하나에 엘리베이터(1200)가 진입하면, 이는 다른 승강공간으로 이동하고, 이동 후 빈자리에는 다른 스위치

프레임(1300)이 위치하여 다른 엘리베이터(1200) 진입을 가능하게 할 수 있다. 또한, 그와 동시에 이동한 엘리베이터(1200)는 다른 승강공간에서 엘리베이터(1200)를 아래로 보낼 수가 있다.

- [110] 본 실시예에서는 스위치 프레임(1300)이 시계방향으로 순환하지만, 반시계방향으로 순환하면서 계속적으로 진입하는 엘리베이터(1200)를 버퍼링할 수도 있고, 이를 위해 회전식 레일, 사각형 레일 등 다양한 레일을 적용할 수가 있다.
- [111] 도 13을 참조하면, 하나의 건축물 내에서 순환식 엘리베이터 시스템은 하나 또는 복수로 제공될 수 있으며, 순환식이 아닌 직선 왕복식의 엘리베이터 시스템과도 혼용될 수가 있다.
- [112] 순환식 엘리베이터 시스템도 고속 또는 저속 순환에 따라 구분될 수 있으며, 고속 순환식 또는 고속 이동식의 엘리베이터인 경우, 모든 층을 경유하지 않고, 일정 수의 층 단위 또는 특정 층을 경유하도록 구성할 수도 있다.
- [113] 순환식의 경우 하나의 승강공간에서도 여러 개의 로프리스 엘리베이터(1200)가 함께 이동할 수 있으며, 한 방향으로만 움직이기 때문에 사용자들도 대기 시간을 최소화하여 원하는 층간 이동을 신속하게 할 수 있다.
- [114] 도 14를 참조하면, 스위치 프레임(1300)이 특정 승강공간 상에 위치하면, 스위치 프레임(1300)의 하단 또는 상단에서 접합부(1320)가 돌출되어 승강공간과 정위치에서 결속되도록 할 수가 있으며, 정위치 결속 후 웹 지지치 형상의 메인 가이드(1470) 및 연장 가이드(1370)가 일치된 상태를 유지하여 엘리베이터(1200)가 원활하게 움직일 수 있다.
- [115] 본 실시예에서 스위치 프레임(1300)은 웹 지지치 형상의 연장 가이드(1370)를 포함하며, 연장 가이드(1370)는 스위치 프레임(1300)의 이동과 함께 이동하여 엘리베이터(1200)의 웹 구동부가 웹 지지치와 분리될 필요가 없다. 하지만, 경우에 따라서는 연장 가이드(1370)가 스위치 프레임(1300)과 일체로 형성되지 않고 승강공간에 설치되어 스위치 프레임(1300)의 이동 시 웹 구동부와 웹 지지치가 분리되는 것도 가능하다.
- [116] 도 16은 도 12의 로프리스 엘리베이터를 설명하기 위한 구성도이며, 도 17은 도 16의 로프리스 엘리베이터의 웹 구동부를 설명하기 위한 평면도이고, 도 18은 도 16의 웹구동부를 설명하기 위한 정면도이고, 도 19는 도 16의 엘리베이터를 설명하기 위한 평면도이다.
- [117] 도 16 내지 도 19를 참조하면, 로프리스 엘리베이터(1400)는 객실부(1410), 승강 프레임(1420), 웹 구동부(1430) 및 웹 지지부(1470)를 포함하며, 로프리스 엘리베이터(1400)의 객실부(1410)는 웹 구동부(1430) 및 웹 지지부(1470) 간의 상호 작용에 의해서 건축물 내의 승강공간을 따라 이동할 수 있다. 로프리스 엘리베이터(1400)는 독립적인 제어부(1480), 에어컨디셔너(1485) 및 무선 통신 모듈(1490) 등을 더 포함할 수 있으며, 로프리스 엘리베이터(1400)의 원활한 구동 및 제어를 실행할 수가 있다.

- [118] 워름 구동부(1430)는 워름기어(wormgear) 형상의 워름기어체(1440)를 포함하며, 워름기어체(1440)의 외면에는 치(teeth)(1442)가 형성된다. 워름기어체(1440)는 로프리스 엘리베이터(1400)에 진행 방향과 나란하게 배열된 회전축을 포함하며, 상기 회전축을 중심으로 회전 가능하게 장착된다. 워름기어체(1440)의 치(1442)에 대응하여 승강공간에는 워름 지지부(1470)가 제공되며, 본 실시예에서 워름기어체(1440)의 치(1442) 및 워름 지지부(1470)에는 서로 같은 극성의 영구자석 또는 전자석이 제공될 수 있다.
- [119] 워름 구동부(1430)는 승강장치에서 워름기어체(1440)를 회전시키며, 워름기어체(1440)의 치면은 워름 지지부(1470)와의 척력에 의해서 서로 밀착되지 않고 부상할 수 있는 힘을 받을 수 있다. 워름기어체(1440)의 회전에 따라 워름 지지부(1470) 상에서 부상된 상태에서 객실부(1410)와 함께 미끄러지듯이 상승 또는 하강할 수 있다.
- [120] 도 17에서 자력 모듈(1443)이 장착되며, 자력 모듈(1443)은 전자석 코일을 포함하여 제공될 수 있다. 전자석 코일 외에도 영구 자석을 사용할 수 있지만 제어나 자기력 조절 등을 용이하게 하기 위해 전자석 코일을 사용할 수 있다. 또한, 전력이 차단되는 등의 비상상태의 경우 전원 공급을 차단함으로써 전자기력을 상실시켜 부상이 아닌 직접 접촉 상태를 형성하고, 비상 정지가 가능하도록 할 수가 있는 등 여러 장점을 가질 수 있다. 물론, 최소한의 자기력을 확보하기 위해 영구자석을 사용하고 전자석을 혼용하여 사용하는 것도 가능하며, 이러한 다양성은 워름 지지치에도 적용이 가능하다. 도면에서 N, S극은 자기력의 극성을 나타내는 것으로서 자석 또는 전자석의 종류를 한정하지 아니하며, 그 극성의 배치도 다양하게 변경 가능하다.
- [121] 본 실시예에서는 자력 모듈(1443)이 워름 구동부의 치면에 각각 장착될 수 있으며, 각각 장착된 자력 모듈(1443)은 워름기어체에 형성된 홈이나 홈, 혹은 내설된 전력 부재를 통해 워름기어체 내부와 전기적으로 연결될 수 있다. 따라서, 자력 모듈(1443)은 모듈화 되어 장착 및 분리, 교체가 용이하며, 내설된 전력 부재 또는 홈을 통해서 워름기어체 내부에서 전기적인 조립이 가능하다.
- [122] 객실부(1410)는 워름 구동부(1430)를 이용하여 승강할 수 있기 때문에, 종래의 로프나 와이어를 사용하지 않으며, 최상층에 권상기나 기계실을 설치할 필요가 없다. 즉, 각 객실부(1410)에 상부 또는 하부에 설치되는 워름 구동부(1430)를 사용하며, 로프에 의존하지 않고 워름 구동부(1430)의 회전을 객실부(1410)의 상하 이동으로 전환할 수 있다.
- [123] 따라서, 로프리스 엘리베이터(1400)의 구동 계통이 간소화되며, 로프를 생략함으로써 초고층 빌딩에 적용되었을 때 거대한 로프의 무게에 대한 부담을 제거할 수가 있다. 또한, 구조적으로도 로프의 원활한 이동 및 균형추 가설에 대한 부담도 제거할 수가 있다.
- [124] 효율 면에서도 마찰이 아닌 부상하여 회전하기 때문에, 실질적으로 에너지 손실 없이 회전을 위치에너지로 전환시킬 수 있으며, 반대로 하강 시에는 최소의

에너지만으로도 원하는 속도 및 제어를 실행할 수가 있다. 최초 가속의 경우, 현재 개발된 구동모터로 충분한 기동력을 제공할 수 있으며, 모터 제어를 통해서 초기 가속, 저속 유지, 고속 유지 및 감속 등을 용이하게 수행할 수가 있다.

- [125] 워기어체(1440)의 일 회전에 대응하여 워 지지부(1470)의 지지 치의 피치(pitch)만큼 이동할 수 있다. 따라서 워 지지부(1470)의 피치가 약 25~40cm 정도라 가정할 때, 워 구동부(1430)는 약 2000rpm의 회전만으로도 약 500~800m/min의 속도를 충분히 제공할 수가 있다. 즉, 좌측에 도시된 바와 같이, 초고속 엘리베이터를 용이하게 구현할 수가 있다.
- [126] 하나의 승강공간에서 2대 이상의 객실부(1410)가 이동할 수 있는 트윈 시스템을 쉽게 구현할 수가 있다. 로프를 사용하지 않기 때문에 2대 이상의 객실부(1410)를 동일 공간 내에서 자유롭게 배치할 수 있으며, 상호 객실부(1410)에 장착된 무선 통신 모듈(1490)을 이용하여 로프리스 엘리베이터(1400)의 제어를 용이하게 수행할 수가 있다. 특히, 승강공간에는 장애물이 없기 때문에 무선 통신 모듈(1490)의 이용이 더 용이할 수 있다.
- [127] 본 실시예에 따른 로프리스 엘리베이터(1400)는 전력이 단전되거나 제동장치가 불능이 되는 최악의 상황이 발생하여도, 객실부(1410)가 무력하게 추락하는 사고를 방지할 수 있다. 워기어의 특성 상, 하강하고 있는 경우라 하더라도 모터 구동이 정지하면 오히려 하강이 원활하게 감속되는 것은 물론, 물리적으로 정지할 수 있으며, 설령 하강이 계속된다고 하여도 안전한 저속으로 하강 속도가 유지되기 때문에 탑승자를 안전하게 보호할 수 있다. 그리고 워 축에 브레이크 디스크가 구비되어 있어 비상시 워 구동부를 안전하게 정지시킬 수 있다.
- [128] 객실부(1410)는 승강 프레임(1420)에 의해서 승강공간 내에서 안정적으로 이동할 수 있으며, 승강 프레임(1420)은 코너에 위치한 롤러(1424) 또는 기타 대체 가능한 위치 보정수단을 이용하여 승강공간 내에서 흔들림 없이 이동하도록 안내될 수 있다. 본 실시예에서 워 구동부(1430)는 지지 프레임(1426) 상에 장착되며, 워 구동부(1430)에 의해서 객실부(1410) 및 승강 프레임(1420)이 함께 이동할 수 있다. 물론, 종래와 같이 객실부(1410)의 이동경로와 나란한 T-자 단면의 레일을 형성하고, 상기 T-자 레일을 따라 객실부(1410)가 이동하도록 할 수도 있다.
- [129] 이들 객실부(1410)를 보호하는 승강프레임(1420) 상술한 스위치 프레임(1300)에 함께 이동하여 수용될 수 있으며, 승강프레임(1420)의 형상에 대응하여 스위치 프레임(1300)도 롤러 및 레일을 제공할 수가 있다.
- [130] 워 구동부(1430)는 구동모터 및 변속기를 외부에 장착할 수도 있지만, 본 실시예에서는 워기어체(1440)는 그 내부에 구동력을 발생시킬 수 있는 모터 구조를 포함할 수 있다. 이를 위해 워기어체(1440)는 중공형으로 제공될 수 있으며, 워기어체(1440)의 양단은 회전축에서 베어링을 이용하여 회전 가능하게 장착될 수 있다. 또한, 구동을 위해 회전축에 고정되는 고정자(1452) 및

웬기어체(1440)의 내면에 장착되는 회전자(1454)를 포함할 수 있으며, 고정자(1452)와 회전자(1454)는 자석과 코일의 조합, 코일과 코일의 조합 등을 통해서 제공될 수 있다.

- [131] 웬기어체(1440)의 치면은 지지 구조(1472)의 상면으로 노출된 롤러(1475)에 지지되고, 웬기어체(1440)의 회전에 따라 웬 지지부(1470)의 롤러(1475)를 타고 객실부(1410)와 함께 미끄러지듯이 상승 또는 하강할 수 있다.
- [132] 웬 지지부(1470)는 등간격으로 배치된 자석 또는 전자석을 포함하며, 웬 지지부(1470)의 접촉면 또는 그 주변으로 롤러가 제공될 수 있다. 상기 롤러는 웬 지지부(1470)와 웬기어체의 치면과 직접적인 접촉을 방지할 수 있으며, 상호 접촉면에서 자석 구조가 손상되는 것을 방지할 수 있다.
- [133] 도 20은 웬 구동부의 내부를 설명하기 위한 단면도이다.
- [134] 도 20을 참조하면, 웬기어체(1440)의 내부에 형성된 구동 모듈(1450)은 2쌍의 고정자 및 회전자를 포함한다. 이를 위해 웬기어체(1440)는 중공형으로 제공될 수 있다. 웬기어체(1440)의 내부에서 상부로는 코일-코일의 조합으로서 코일 고정자(1452) 및 코일 회전자(1454)가 제공되며, 하부로는 코일-자석의 조합으로서 코일 고정자(1456) 및 자석 회전자(1458)가 제공될 수 있다. 물론, 코일 회전자(1454)는 코일이 아닌 철심 형태로도 제공될 수가 있다.
- [135] 2쌍 이상의 고정자 및 회전을 이용하여 회전 토크 및 회전 속도를 적절하게 조절할 수 있으며, 웬기어체(1440)의 회전에 따른 유도 전력 발생도 기대할 수 있다. 예를 들어, 승강장치가 하강하는 경우, 고정자 및 회전자의 상대적 회전에 발전을 일으킬 수 있으며, 승강을 반복하면서 에너지를 효율적으로 사용하게 할 수 있다.
- [136] 도 21은 본 발명의 다른 실시예에 따른 웬 구동부를 설명하기 위한 도면이다.
- [137] 도 21을 참조하면, 전자석을 이용하는 경우 모든 웬기어체(1540)의 치면 전부에서 코일 모듈(1543)에 전원을 인가할 수 있지만, 이는 주변에 전기장을 과도하게 형성하고 전력을 필요 이상 소모하는 결과를 가져올 수 있다.
- [138] 따라서, 도시된 바와 같이, 웬의 치면에서 수직하게 위치한 코일 모듈(1543)을 부분적으로 연동시키고, 수직한 치면에 위치한 전자석 코일 모듈(1543)에 전원을 선택적으로 인가되도록 할 수가 있다. 이때 하부의 접속단자(1562)는 웬기어체의 회전에 따라 순차적으로 전원에 연결 또는 분리될 수 있다.
- [139] 전원과 연결되는 접속단자(1562)는 하나 또는 복수개가 될 수 있으며, 전원이 인가되는 각도 범위 역시 10도 이하에서 30~40도 이하의 각도로 배치될 수 있는 등 다양한 조건으로 변경될 수가 있다.
- [140] 물론, 전원이 인가되는 부분과 관련하여 웬 지지부에서도 전자석 코일이 장착될 수 있고, 모든 승강공간 내의 지지부에 전원이 공급되는 것이 아니라, 엘리베이터가 위치한 특정 위치에 대응하여 전원이 인가되도록 할 수도 있다. 예를 들어, 엘리베이터가 통과하는 지점의 바로 상하층에서부터 웬지지부(1575)로 전원이 인가되도록 할 수 있으며, 위로 2층 아래로 1층 정도로

변경하여 전원이 인가되도록 할 수가 있다.

- [141] 도 22는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 순환식 엘리베이터 시스템을 설명하기 위한 구성도이며, 도 23은 도 22의 엘리베이터 시스템의 평면도이고, 도 24는 도 22의 엘리베이터 시스템의 상단 부분을 확대하여 도시한 정면도이다.
- [142] 도 22 내지 도 24를 참조하면, 순환식 엘리베이터 시스템(2100)의 상단 및 하단에는 턴테이블 방식, 즉 회전 순환하는 스위치 프레임(2300)이 제공될 수 있다. 스위치 프레임(2300)의 상부는 턴테이블에 장착되며, 스위치 프레임(2300)에 엘리베이터(2200)가 진입한 후, 회전하면서 제1 승강공간(2110)에서 올라온 엘리베이터(2200)를 제2 승강공간(2120)으로 이송할 수 있다.
- [143] 엘리베이터의 출입문이 180회전하면서 반대가 될 수 있기 때문에, 스위치 프레임(2300)은 턴테이블(2310)이 회전하면서 180도 회전할 수 있으며, 이 경우 출입문의 위치를 바로 조정할 수가 있다. 턴테이블(2310) 회전 전후에 대응하여 자세를 고정하기 위한 고정장치(2330)가 제공될 수 있으며, 회전 고정을 위해 스위치 프레임(2300)의 하단으로부터 접합부(2320)가 선택적으로 돌출될 수도 있다.
- [144] 다른 실시예에 따르면, 하나의 턴 테이블 또는 턴 바에 3개 이상의 스위치 프레임이 제공될 수 있으며, 스위치 프레임(2300)의 회전에 따라 2개 또는 그 이상의 승강공간에서 엘리베이터 이송도 간단하게 가능하게 할 수가 있다.
- [145] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 건축물 내의 승강공간을 따라 이동하는 승강장치에 있어서,
 상기 승강공간을 따라 이동하는 객실부(car);
 상기 객실부와 함께 이동하며 회전축이 상기 객실부의 이동경로와 나란한 워 구동부; 및
 상기 객실부의 이동경로를 따라 상기 승강공간 내에 제공되며
 상기 워 구동부의 치 간격을 주기로 상기 워 구동부의 치와 대응하도록 형성된 다수의 지지 치를 포함하는 워 지지부;를
 구비하며,
 상기 워 구동부 및 상기 워 지지부는 저저항 접촉을 유지하는 것을 특징으로 하는 승강장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서
 상기 워 구동부 및 상기 워 지지부는 구름 접촉을 이용하여 저저항 접촉을 유지하는 것을 특징으로 하는 승강장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 워 구동부 및 상기 워 지지부는 자력을 이용하여 저저항 접촉을 유지하는 것을 특징으로 하는 승강장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
 상기 워 구동부 및 상기 워 지지부는 전자석 코일을 포함하며, 상기 전자석 코일 간의 척력 또는 인력을 이용하여 저저항 접촉을 유지하는 것을 특징으로 하는 승강장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 워 구동부는 워기어의 치면을 제공하는 워기어체 및 상기 워기어체의 외부에서 상기 워기어체를 회전시키기 위한 구동모터를 포함하는 것을 특징으로 하는 승강장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
 상기 워 구동부는 워기어의 치면을 제공하는 워기어체 및 상기 워기어체의 내부에서 상기 워기어체를 회전시키기 위한 구동부를 포함하며, 상기 구동부는 상기 객실부에 고정된 상기 회전축에 장착된 고정자 및 상기 고정자에 대응하여 상기 워기어체의 내면에 장착된 회전자를 포함하고, 상기 워기어체는 상기 고정자 및 상기 회전자의 상호 작용에 의하여 상기 회전축 주변을 회전하는 것을 특징으로 하는 승강장치.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
 상기 구동부는 2쌍 이상의 상기 고정자 및 상기 회전을 포함하며, 상기 고정자 및 상기 회전자 중 적어도 한 쌍은 상기 객실부의 하강 시 유도전력을 발생시키는 것을 특징으로 하는

- 승강장치.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 고정자 및 상기 회전자 중 적어도 한 쌍은 전력 차단 시 상호
코깅(cogging)을 발생하여 감속에 이용되도록 사용되는 것을
특징으로 하는 승강장치.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
중앙통제시스템 또는 다른 객실부의 승강장치와 통신하기 위한
무선 통신 모듈을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 승강장치.
- [청구항 10] 건축물 내의 승강공간을 따라 객실부를 이송하기 위한 승강장치에
적용되며, 상기 승강공간을 따라 균일한 간격으로 제공되는
다수의 웹 지지부에 대응하는 웹 구동부에 있어서,
웹기어의 치면을 제공하는 웹기어체 및 상기 웹기어체의 내부에서
상기 웹기어체를 회전시키기 위한 구동부를 포함하고,
상기 구동부는 상기 객실부에 고정된 회전축에 장착된 고정자 및
상기 고정자에 대응하여 상기 웹기어체의 내면에 장착된 회전자를
포함하고, 상기 웹기어체는 상기 고정자 및 상기 회전자의 상호
작용에 의하여 상기 회전축 주변을 회전하는 것을 특징으로 하는
웹 구동부.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 구동부는 2쌍 이상의 상기 고정자 및 상기 회전자를
포함하며, 상기 고정자 및 상기 회전자 중 적어도 한 쌍은 상기
객실부의 하강 시 유도전력을 발생시키는 것을 특징으로 하는 웹
구동부.
- [청구항 12] 제10항에 있어서,
상기 고정자 및 상기 회전자 중 적어도 한 쌍은 전력 차단 시 상호
코깅(cogging)을 발생하여 감속에 이용되는 사용되는 것을
특징으로 하는 웹 구동부.
- [청구항 13] 제1 승강공간 및 제2 승강공간을 포함하는 건축물에서, 상기 제1
승강공간 및 상기 제2 승강공간을 순환하도록 엘리베이터를
운영하는 엘리베이터 시스템에 있어서,
상기 제1 및 제2 승강공간을 따라 이동하는 로프리스 엘리베이터;
및
상기 제1 및 제2 승강공간의 상단 및 하단 중 적어도 일측에
제공되는 스위치 프레임;을 포함하며,
상기 스위치 프레임은 상기 로프리스 엘리베이터를 상기 제1 및
제2 승강공간 간에 이송하는 것을 특징으로 하는 엘리베이터
시스템.
- [청구항 14] 제13항에 있어서,

- 상기 제1 및 제2 승강공간의 상단에 제공되는 상기 스위치 프레임은 하부가 개방되며, 하부로부터 진입한 상기 로프리스 엘리베이터를 다른 승강공간으로 이송하는 것을 특징으로 하는 엘리베이터 시스템.
- [청구항 15] 제13항에 있어서,
상기 제1 및 제2 승강공간의 하단에 제공되는 상기 스위치 프레임은 상부가 개방되며, 상부로부터 진입한 상기 로프리스 엘리베이터를 다른 승강공간으로 이송하는 것을 특징으로 하는 엘리베이터 시스템.
- [청구항 16] 제13항에 있어서,
상기 스위치 프레임은 직선 왕복 이동을 하며 상기 로프리스 엘리베이터를 이송하는 것을 특징으로 하는 엘리베이터 시스템.
- [청구항 17] 제13항에 있어서,
상기 스위치 프레임은 복수개가 수평하게 순환하며 상기 로프리스 엘리베이터를 이송하는 것을 특징으로 하는 엘리베이터 시스템.
- [청구항 18] 제13항에 있어서,
상기 스위치 프레임은 수평하게 회전 순환하며 상기 로프리스 엘리베이터를 이송하는 것을 특징으로 하는 엘리베이터 시스템.
- [청구항 19] 제13항에 있어서,
상기 스위치 프레임은 이송 과정 중 상기 로프리스 엘리베이터를 회전시켜 출입문 위치를 전환하는 것을 특징으로 하는 엘리베이터 시스템.
- [청구항 20] 제13항에 있어서,
상기 스위치 프레임은 상기 제1 또는 제2 승강공간과의 결속을 위해 단부에서 선택적으로 돌출되는 접합부를 포함하는 것을 특징으로 하는 엘리베이터 시스템.
- [청구항 21] 제13항에 있어서,
상기 제1 및 제2 승강공간은 상기 로프리스 엘리베이터의 이송을 위한 메인 가이드를 포함하며, 상기 스위치 프레임은 상기 로프리스 엘리베이터를 이송을 위해 상기 메인 가이드와 분리 가능하게 연결되는 연장 가이드를 더 포함하고, 상기 로프리스 엘리베이터는 상기 연장 가이드와 결속된 상태를 유지하며 상기 스위치 프레임과 함께 이송되는 것을 특징으로 하는 엘리베이터 시스템.
- [청구항 22] 제21항에 있어서,
상기 로프리스 엘리베이터는, 상기 제1 및 제2 승강공간을 따라 이동하는 객실부(1car) 및 상기 객실부와 함께 이동하며 회전축이 상기 객실부의 이동경로와 나란한 워 구동부를 포함하며,

상기 메인 가이드 및 상기 연장 가이드는 상기 웹 구동부의 치 간격을 주기로 상기 웹 구동부의 치와 대응하도록 형성된 다수의 지지 치를 포함하는 웹 지지부를 구비하며, 상기 웹 구동부 및 상기 웹 지지부는 저저항 접촉을 유지하는 것을 특징으로 하는 엘리베이터 시스템.

[청구항 23]

제22항에 있어서, 상기 웹 구동부 및 상기 웹 지지부는 자력을 이용하여 저저항 접촉을 유지하는 것을 특징으로 하는 엘리베이터 시스템.

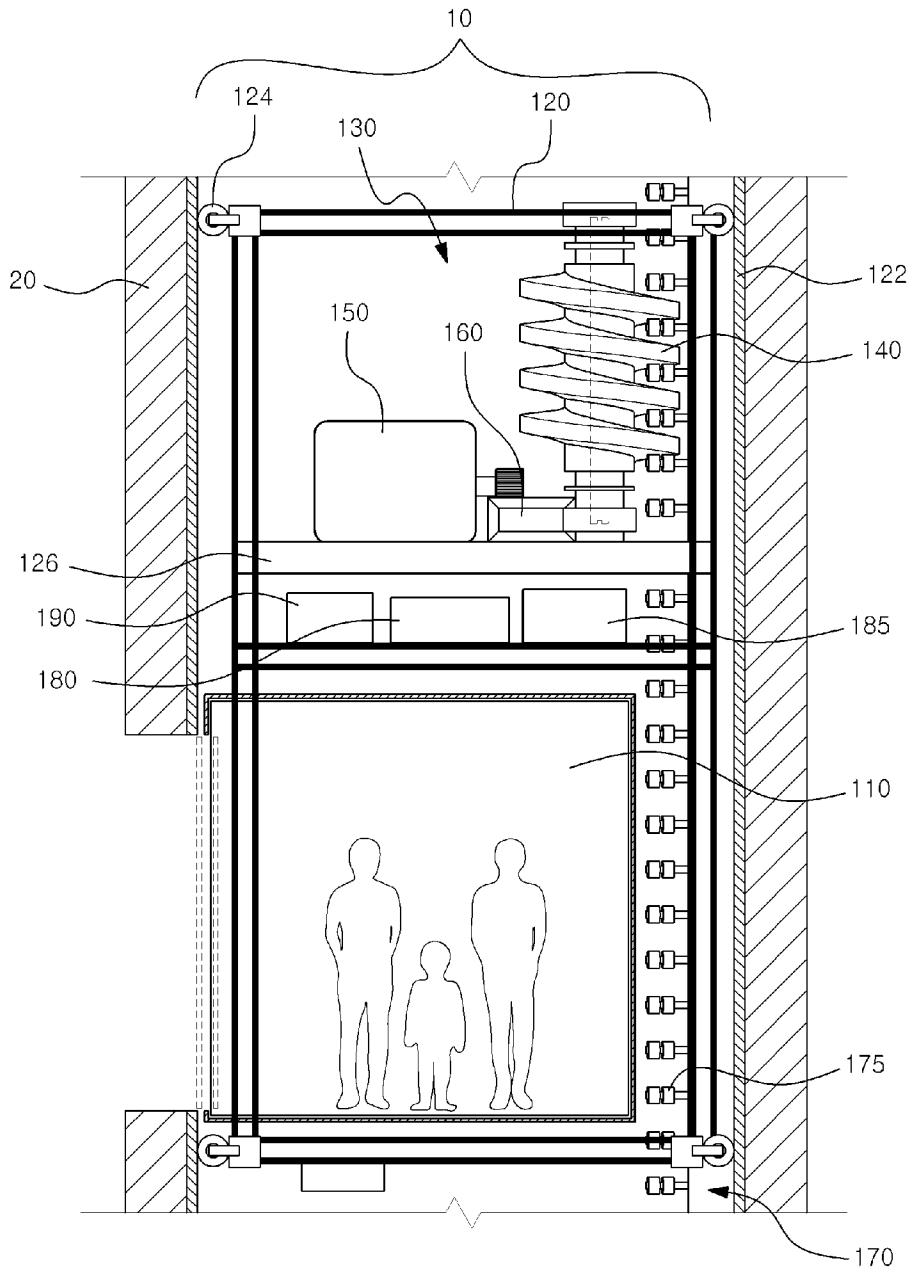
[청구항 24]

제23항에 있어서, 상기 웹 구동부 및 상기 웹 지지부는 전자석 코일을 포함하며, 상기 전자석 코일 간의 척력 또는 인력을 이용하여 저저항 접촉을 유지하는 것을 특징으로 하는 엘리베이터 시스템.

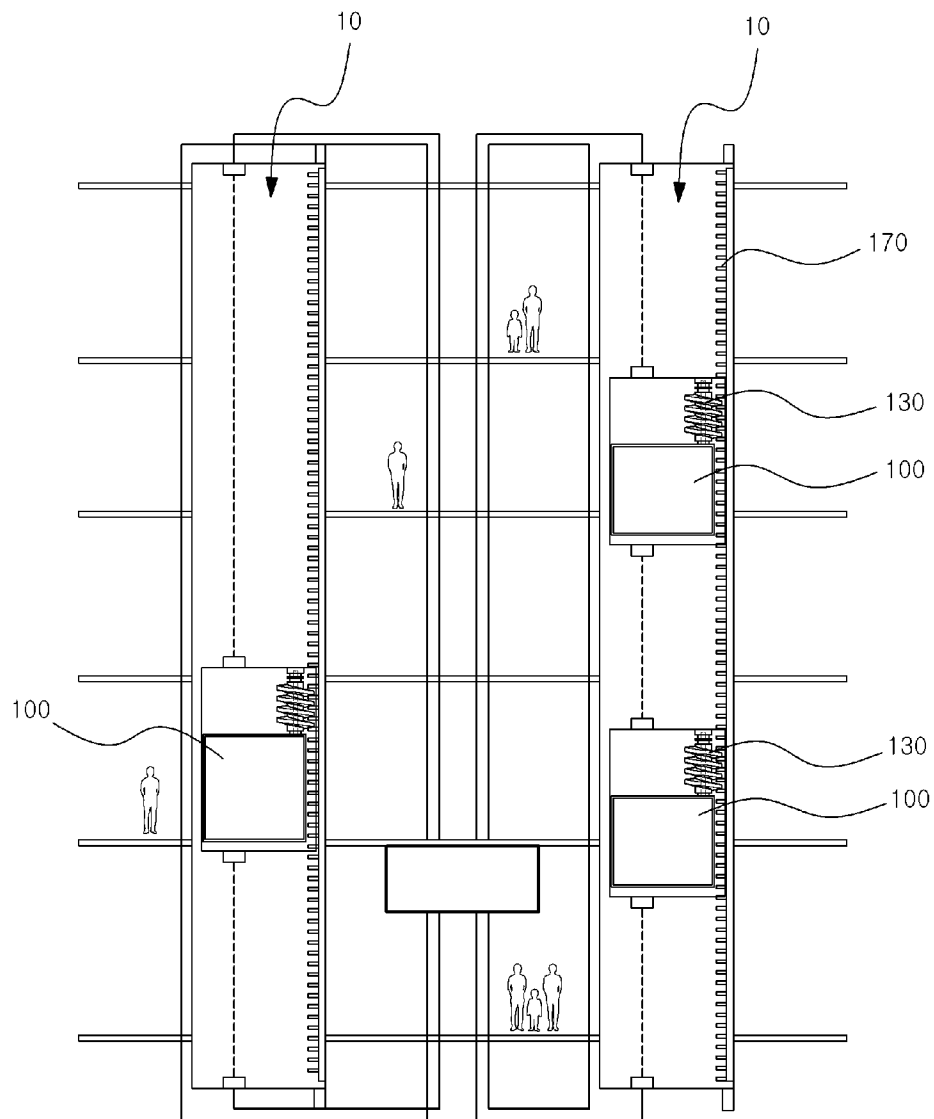
[청구항 25]

제22항에 있어서, 상기 웹 구동부는 웹기어의 치면을 제공하는 웹기어체 및 상기 웹기어체의 내부에서 상기 웹기어체를 회전시키기 위한 구동부를 포함하며, 상기 구동부는 상기 객실부에 고정된 상기 회전축에 장착된 고정자 및 상기 고정자에 대응하여 상기 웹기어체의 내면에 장착된 회전자를 포함하고, 상기 웹기어체는 상기 고정자 및 상기 회전자의 상호 작용에 의하여 상기 회전축 주변을 회전하는 것을 특징으로 하는 엘리베이터 시스템.

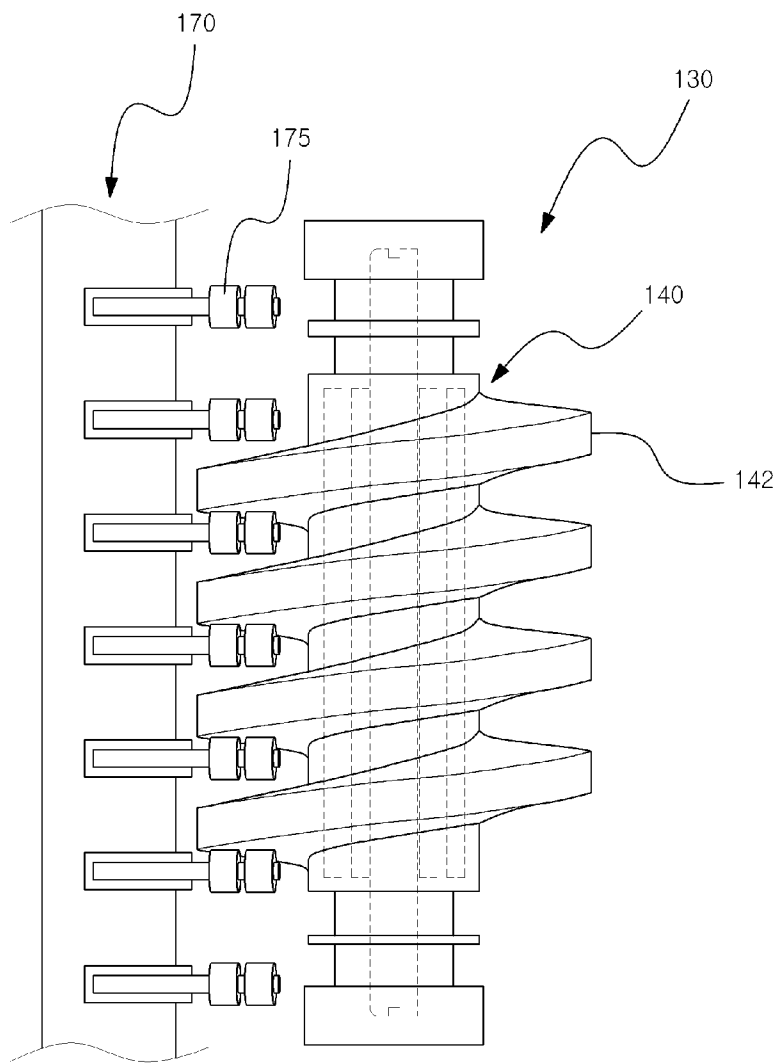
[Fig. 1]



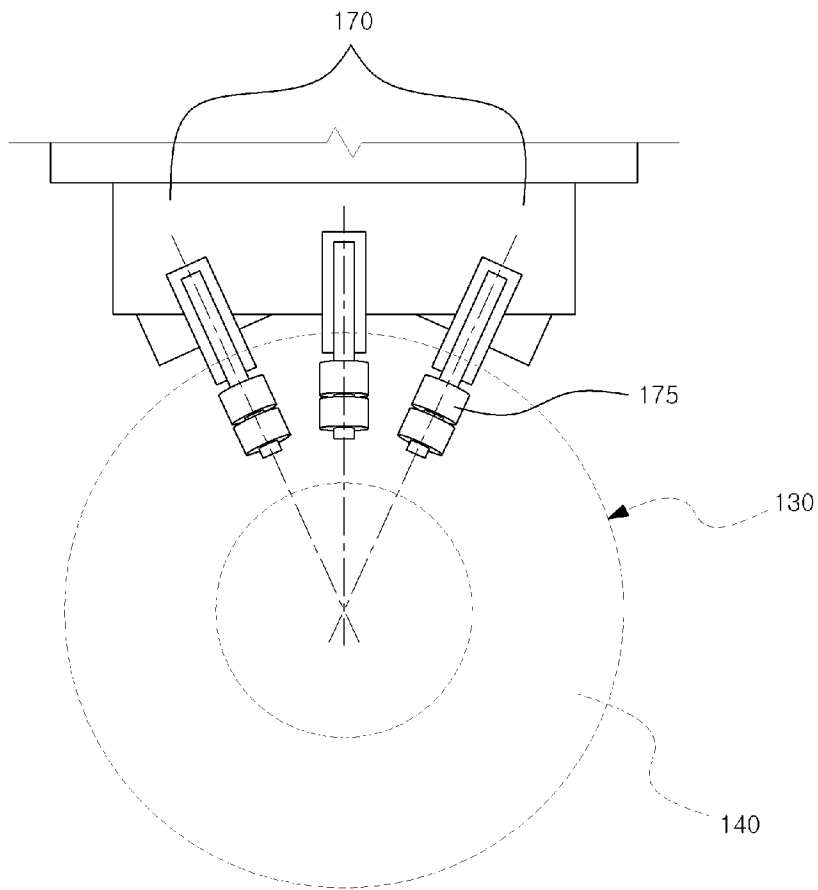
[Fig. 2]



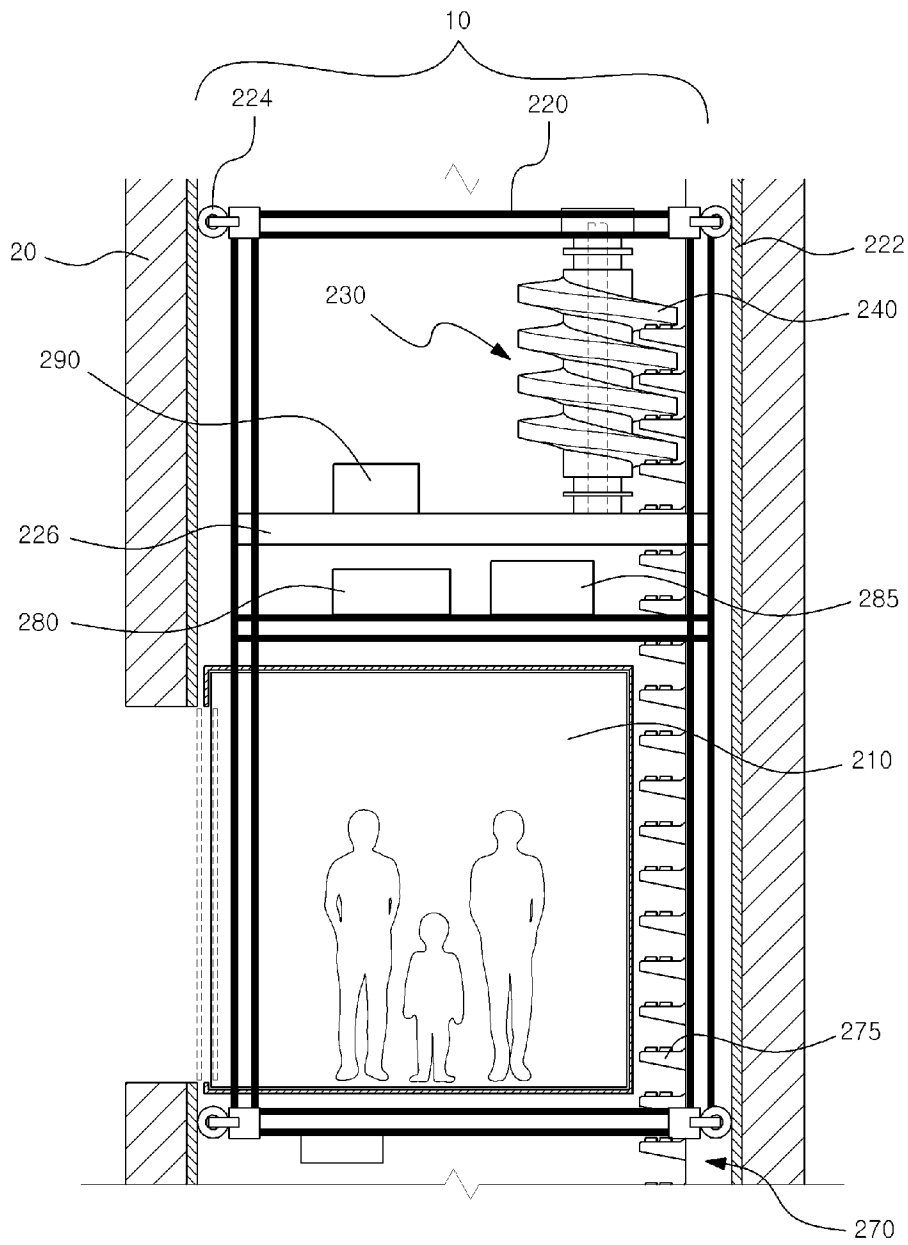
[Fig. 3]



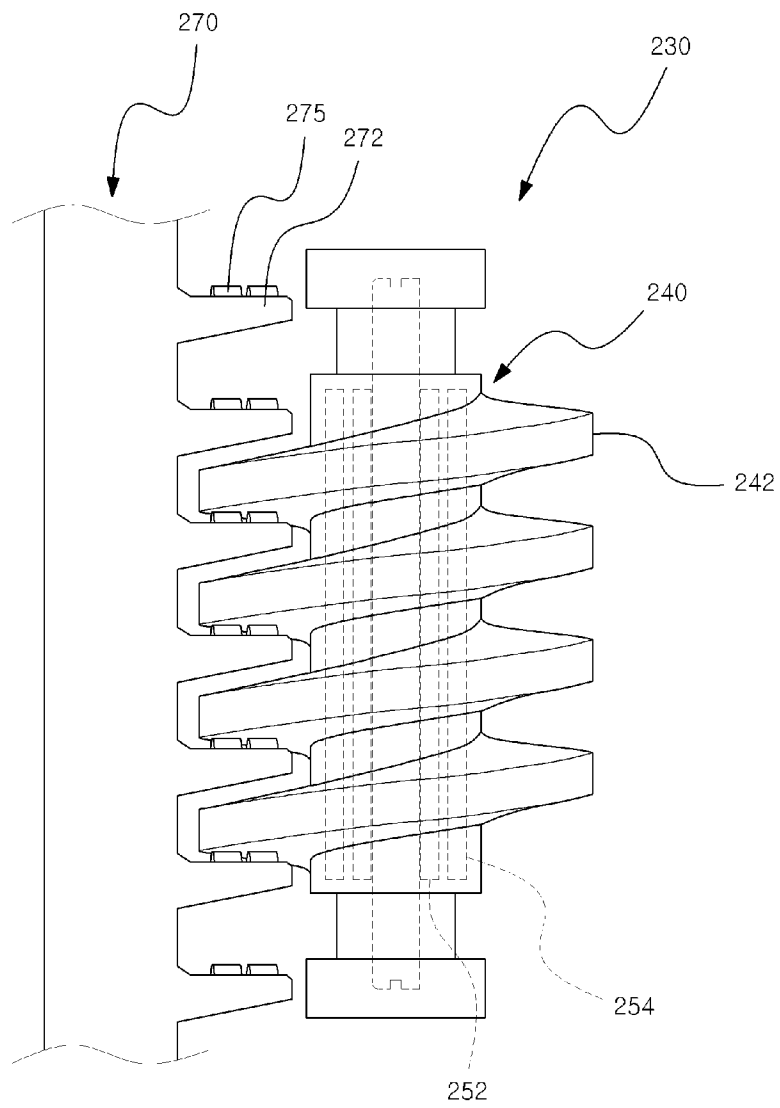
[Fig. 4]



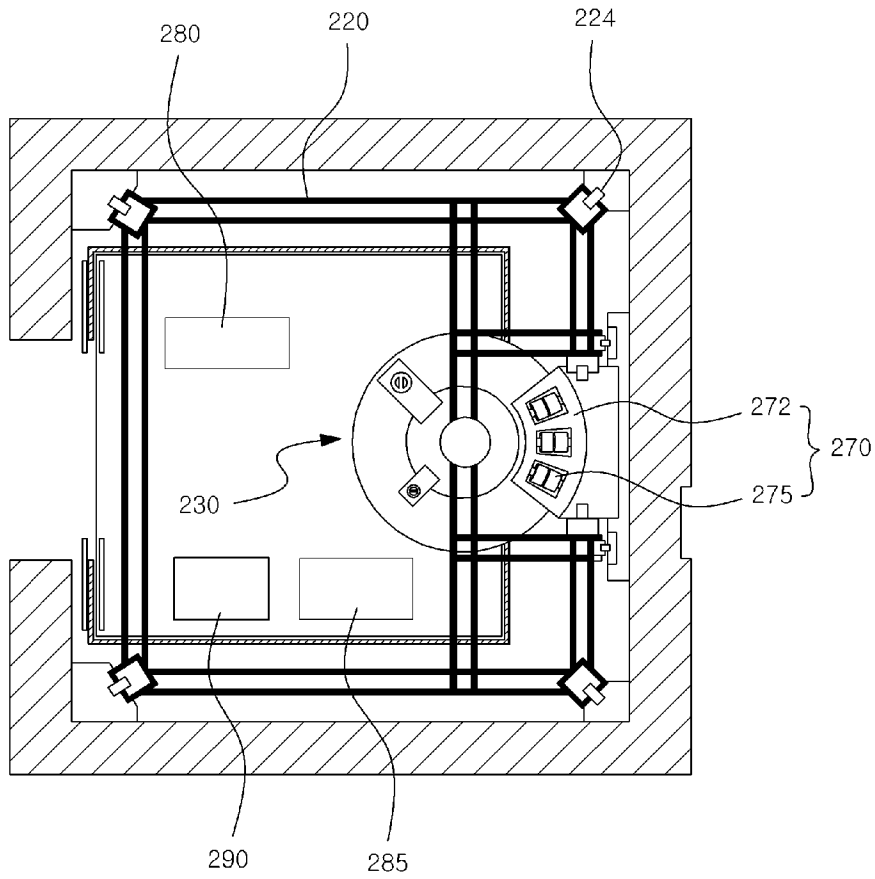
[Fig. 5]



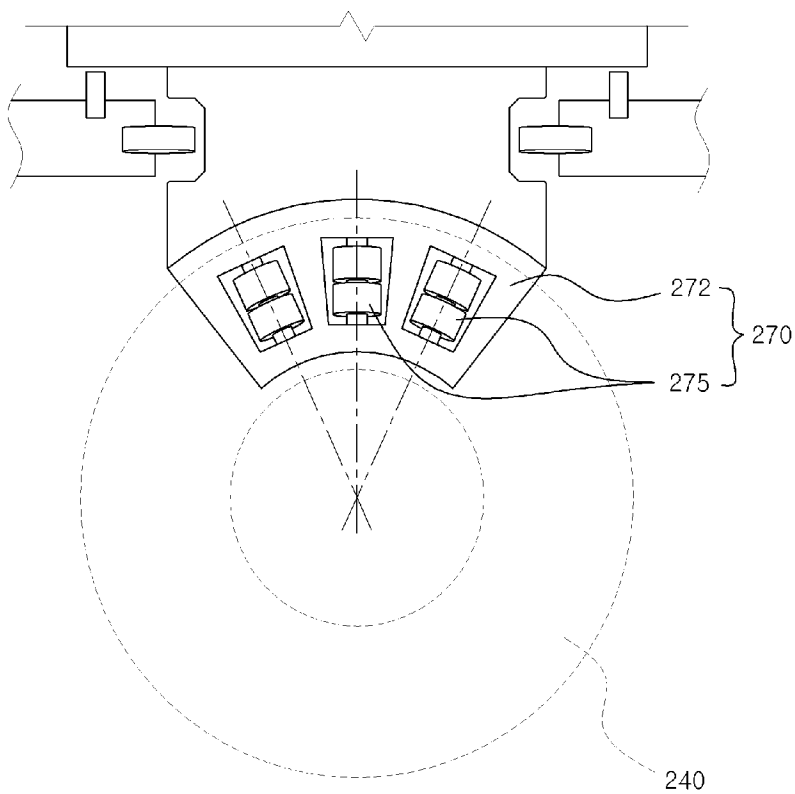
[Fig. 6]



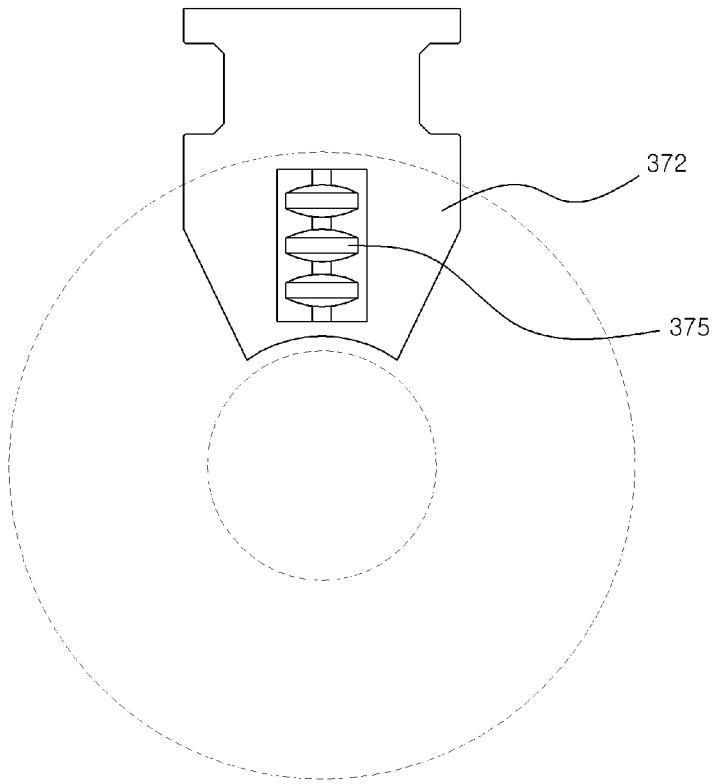
[Fig. 7]



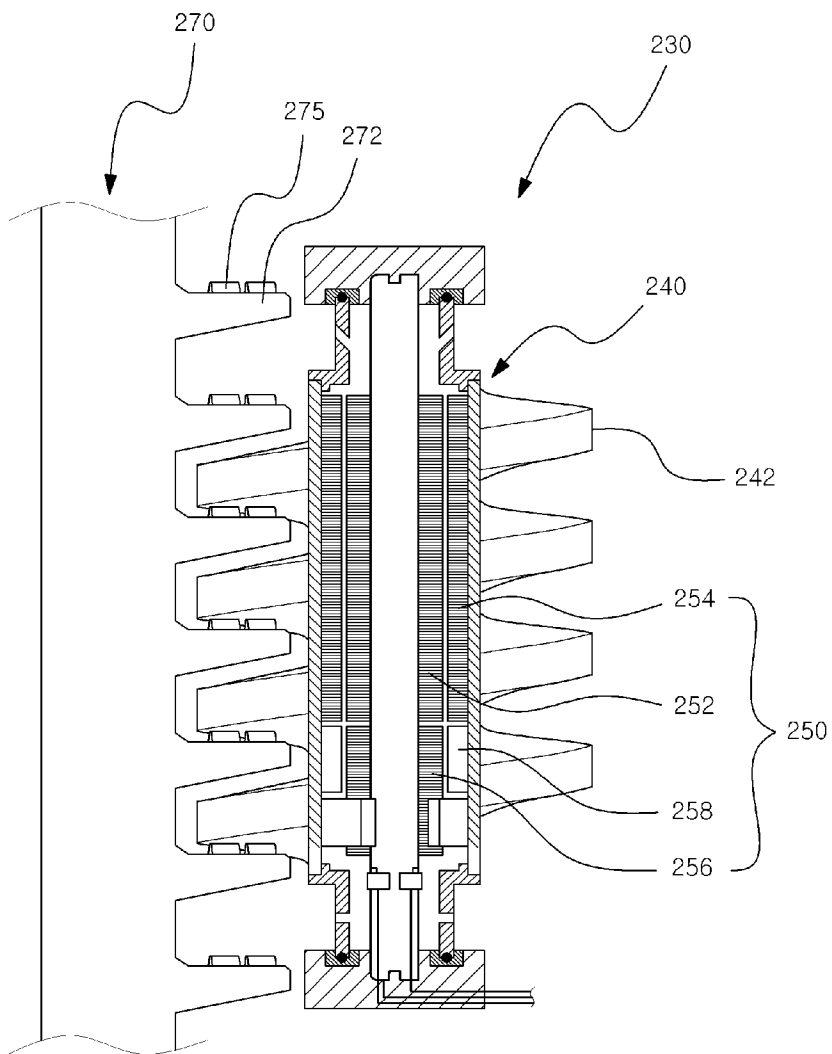
[Fig. 8]



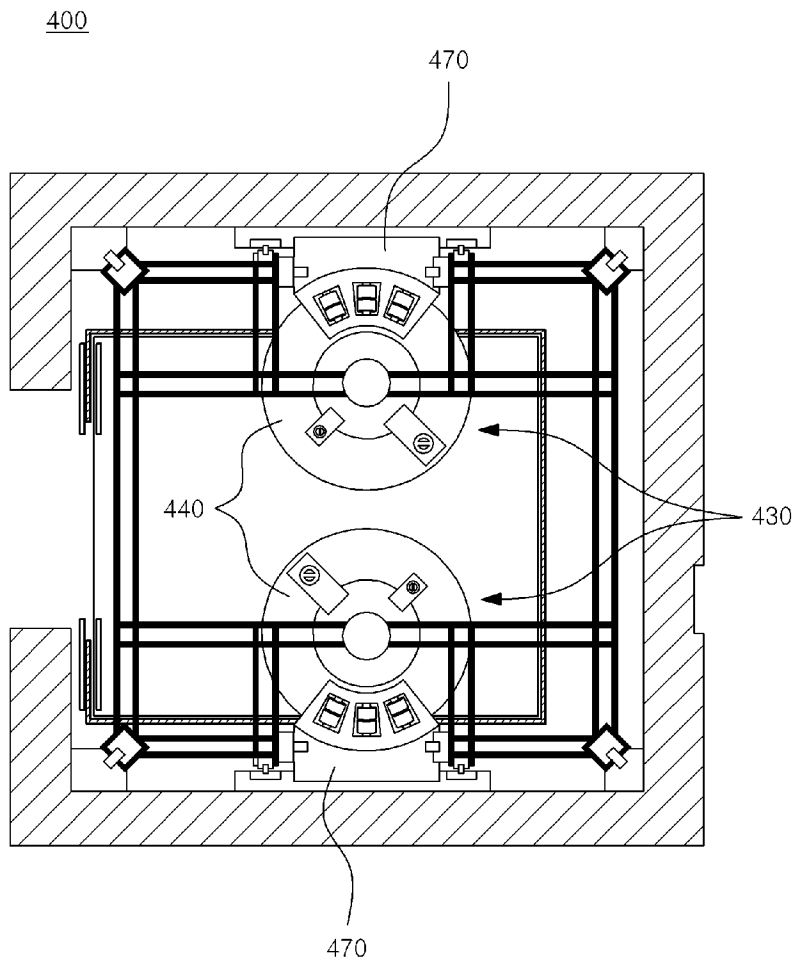
[Fig. 9]



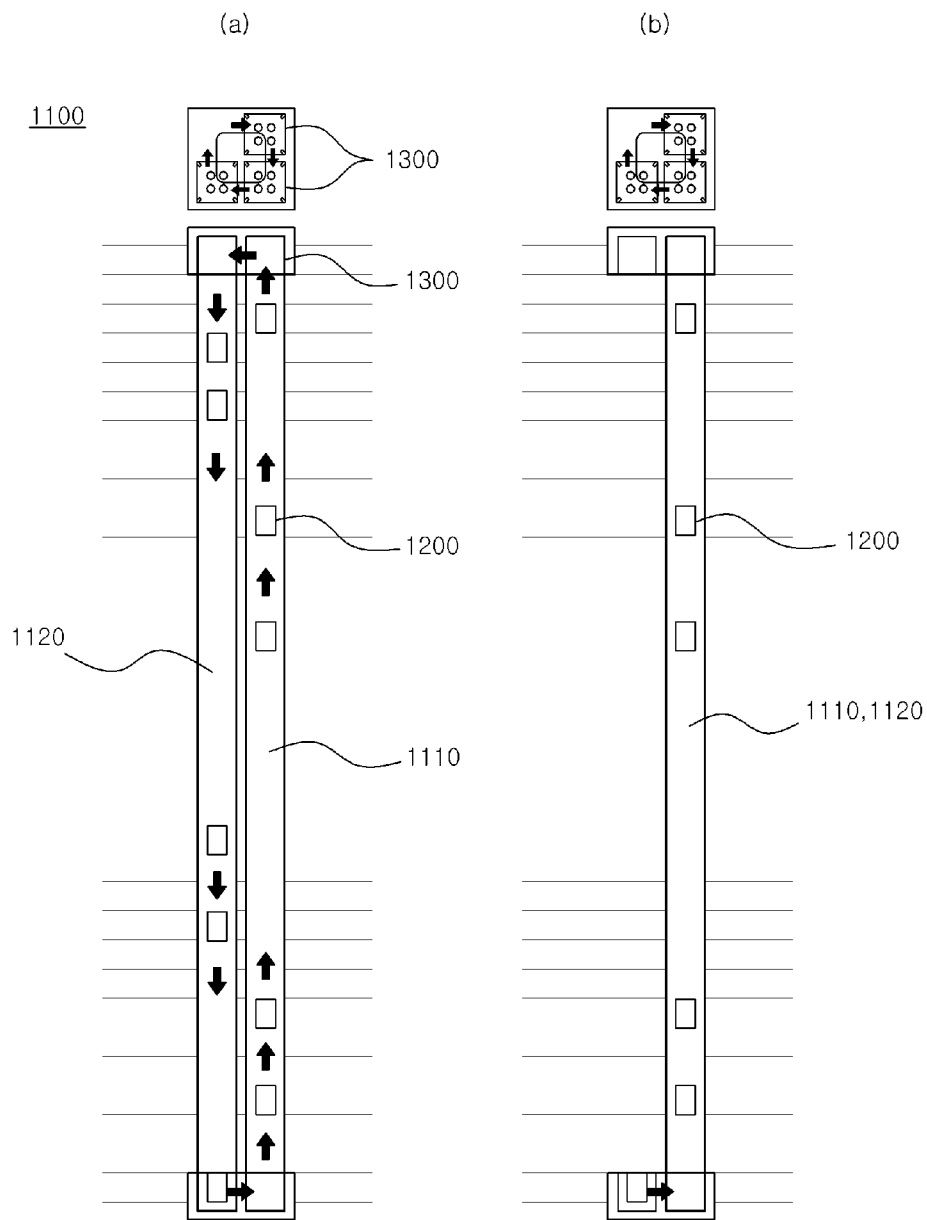
[Fig. 10]



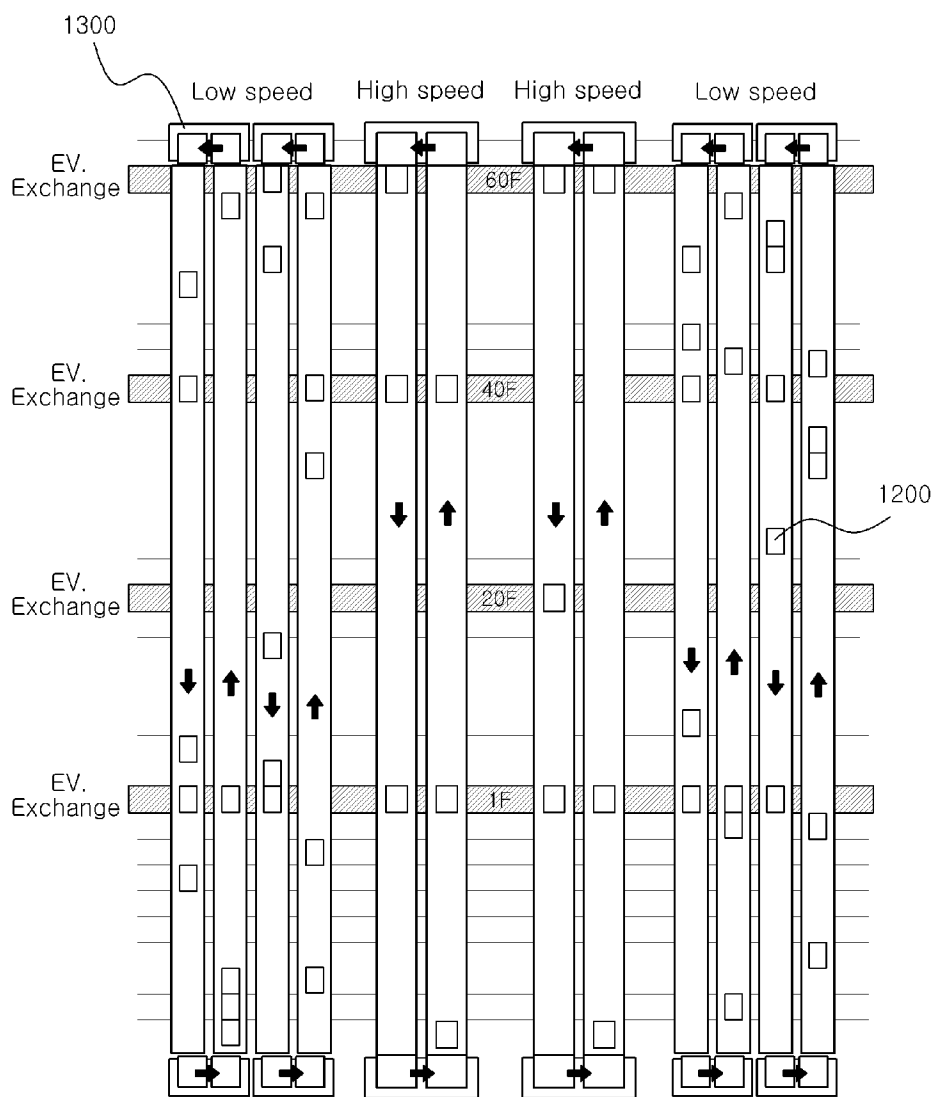
[Fig. 11]



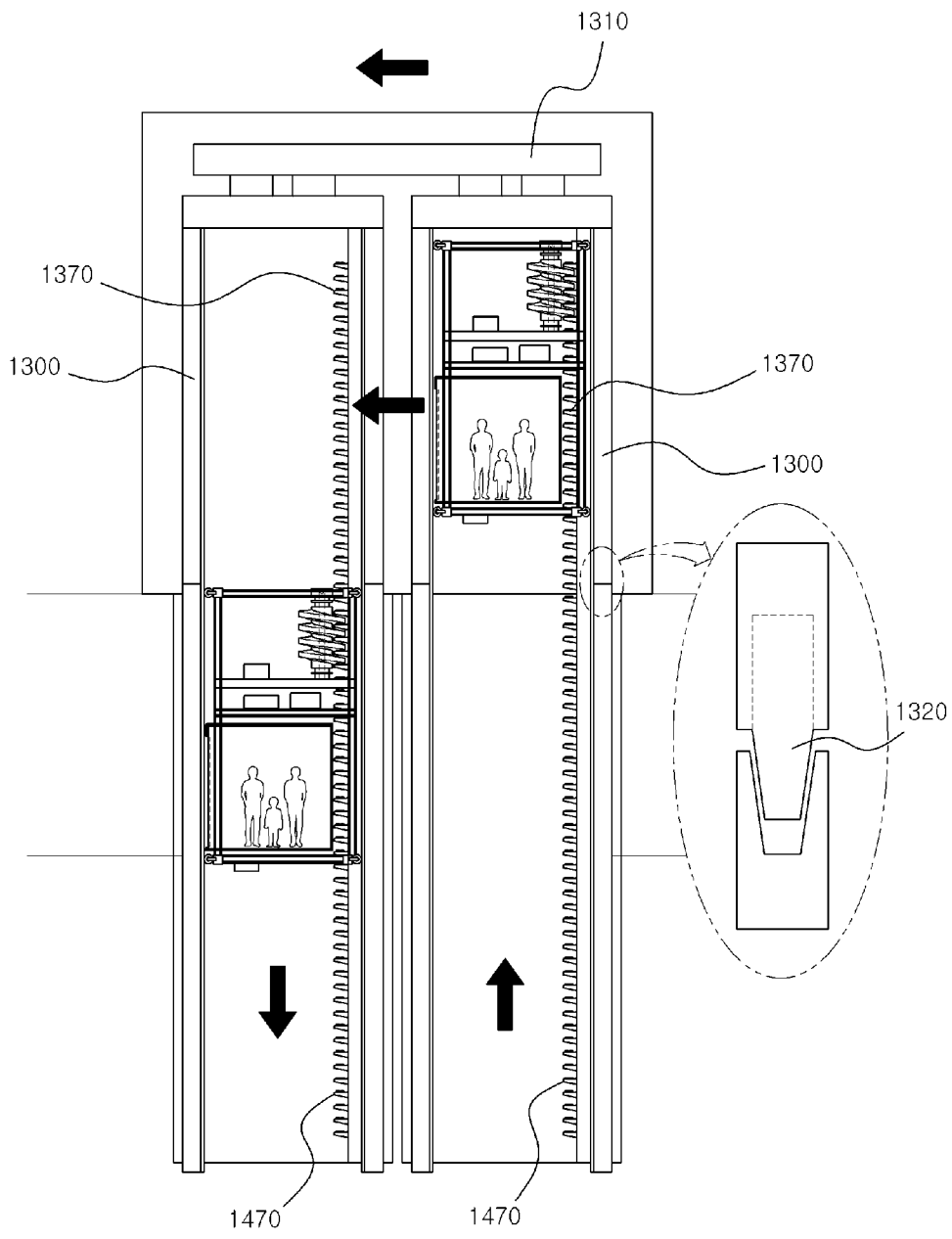
[Fig. 12]



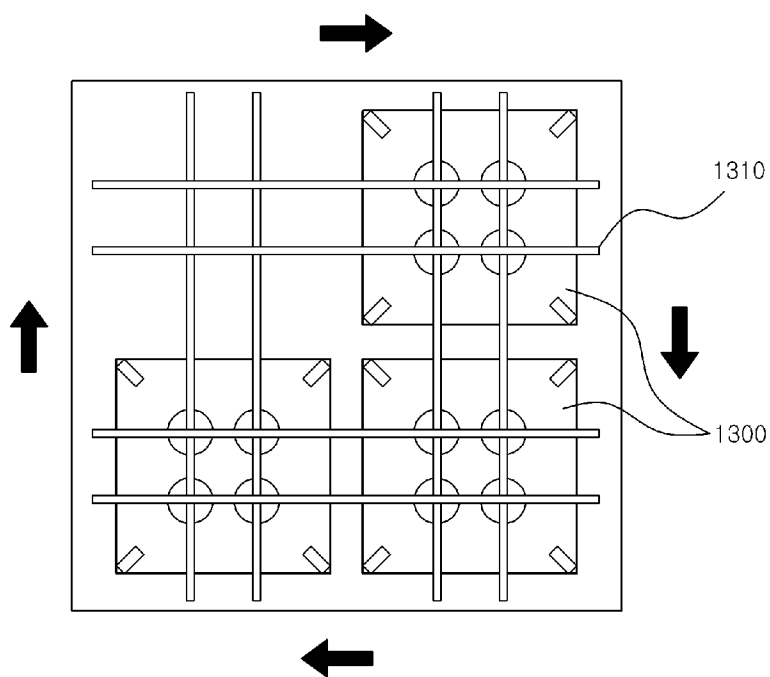
[Fig. 13]



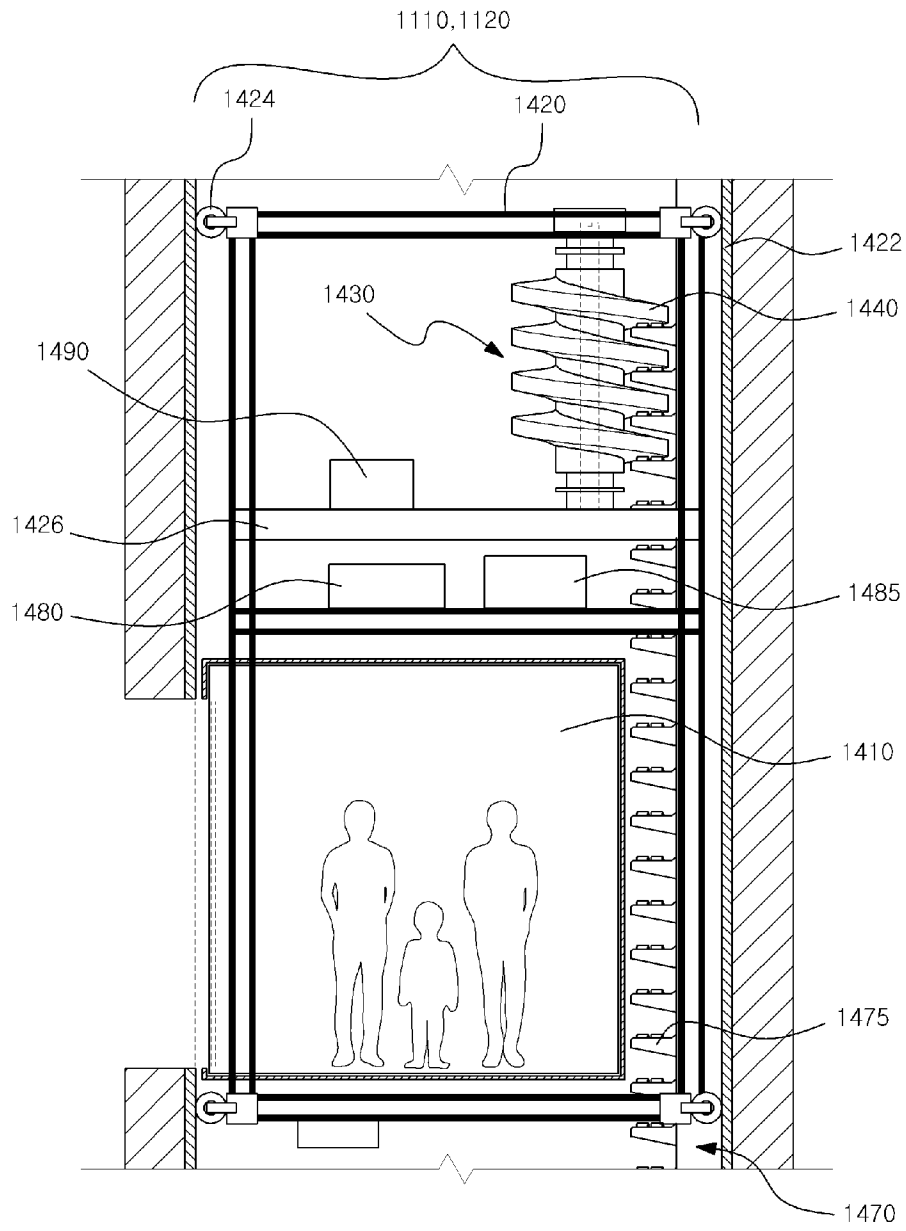
[Fig. 14]



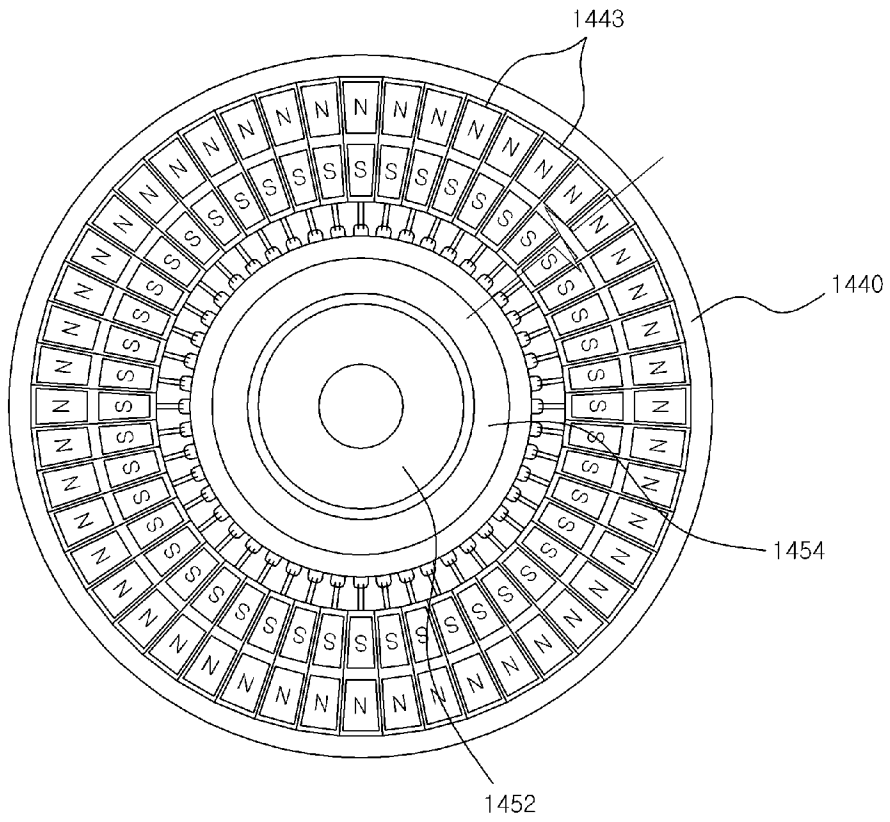
[Fig. 15]



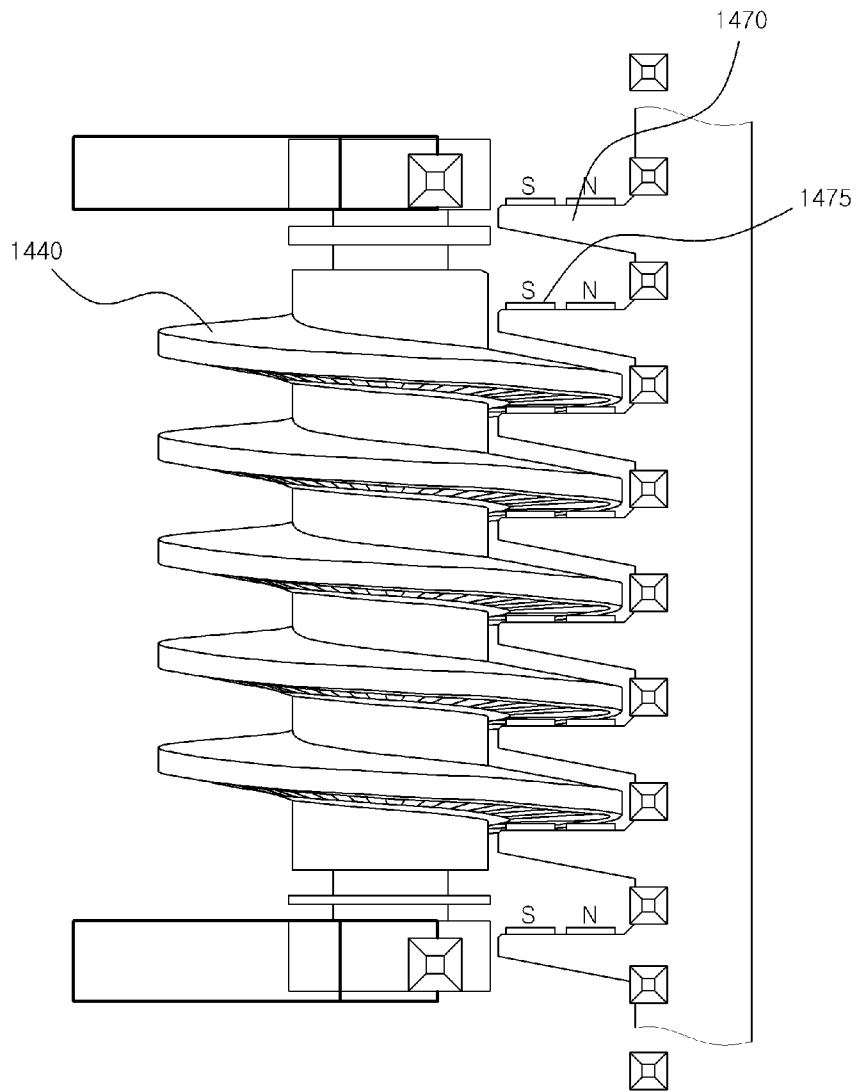
[Fig. 16]



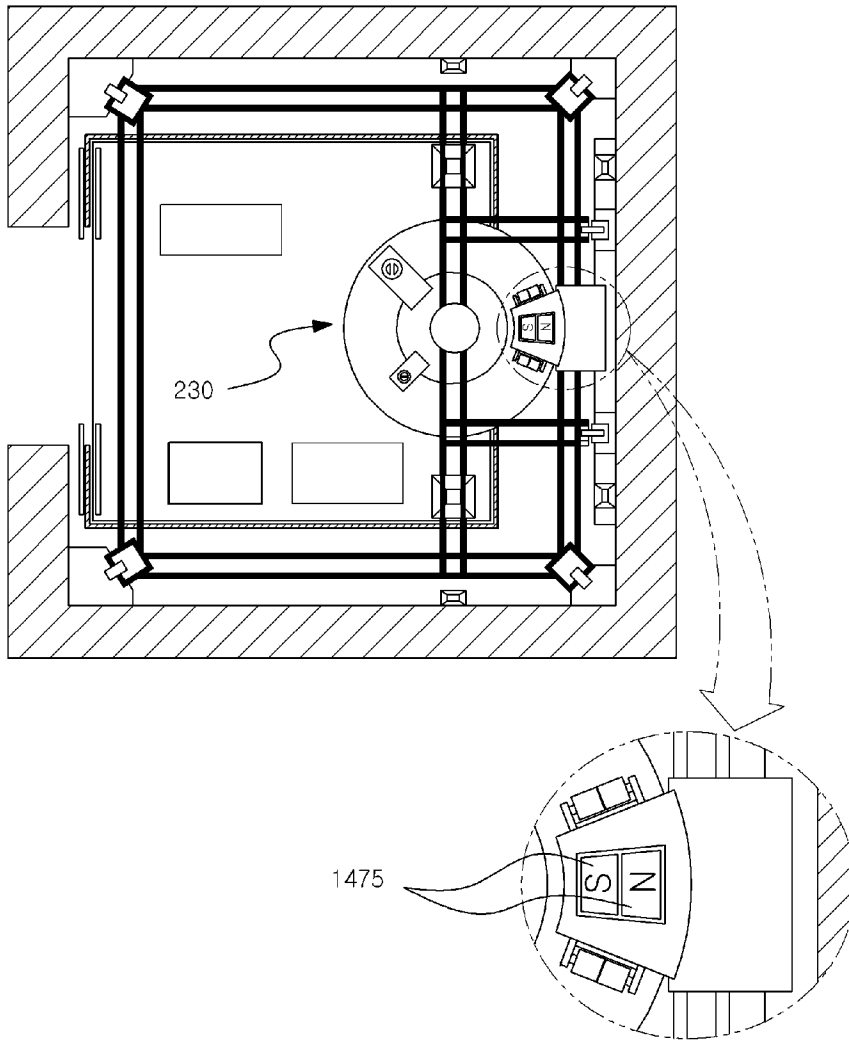
[Fig. 17]



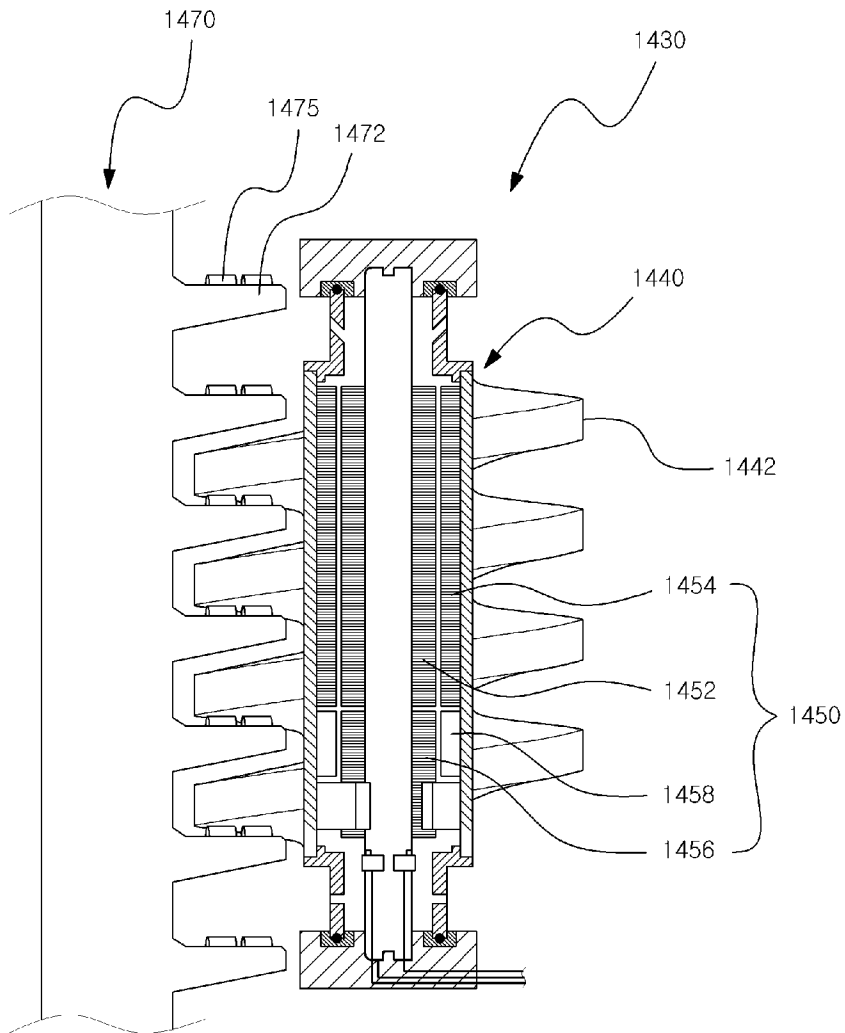
[Fig. 18]



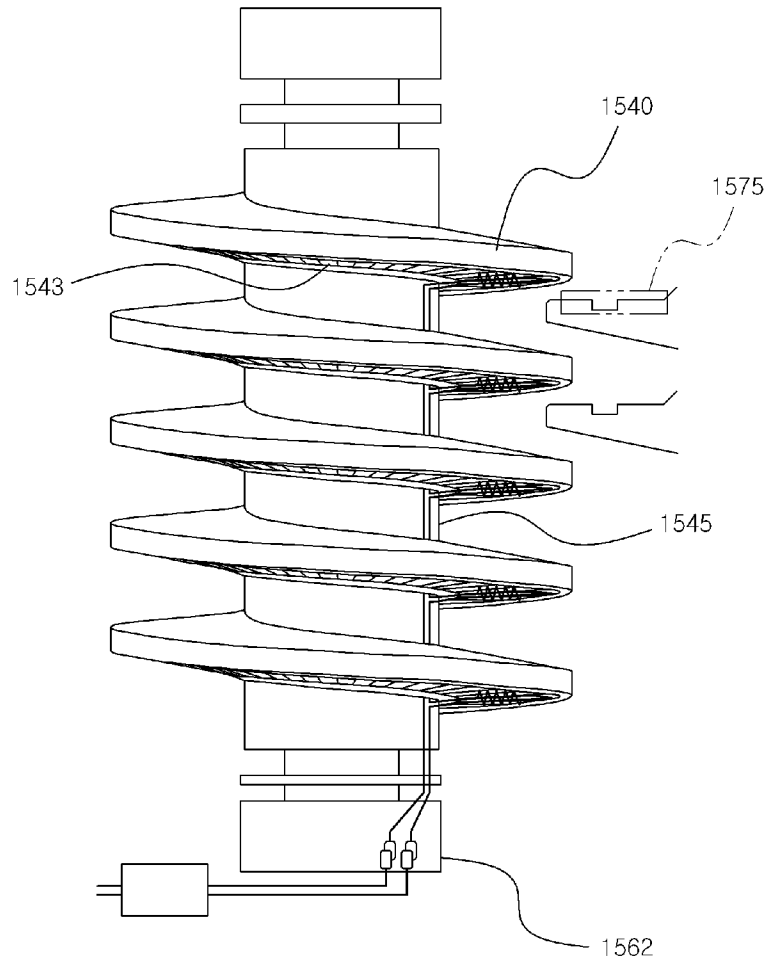
[Fig. 19]



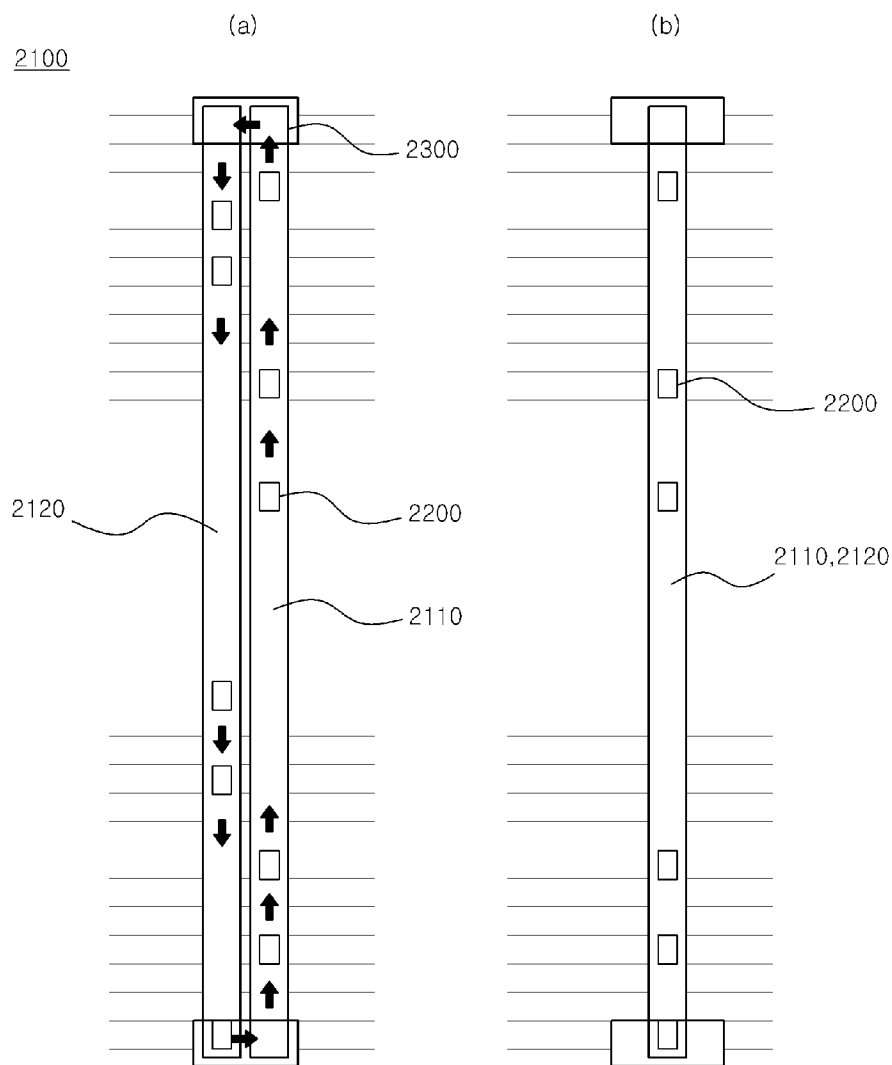
[Fig. 20]



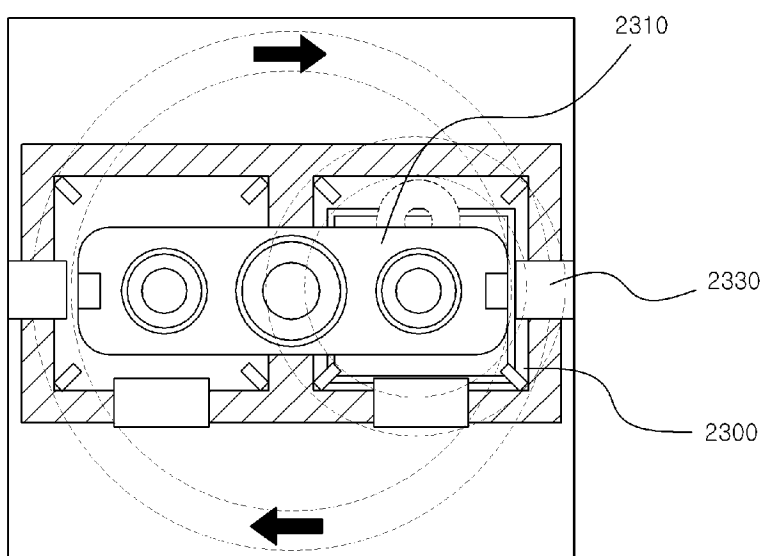
[Fig. 21]



[Fig. 22]



[Fig. 23]



[Fig. 24]

