

명세서

발명의 명칭: 중량물 정밀 조립 장치 및 제어방법

기술분야

- [1] 본 발명은 차량의 도어 등과 같은 중량물을 차체 등에 정밀하게 조립할 수 있도록 하는 기술에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 차량 등의 제조 시에는, 도어 등과 같은 중량물을 차체 등에 조립해야 한다. 상기와 같은 도어의 차체 조립은, 도어에 구비된 도어체결홀을 차체에 구비된 도어힌지의 힌지체결홀에 정확하게 정렬하고 볼트를 체결하여 이루어진다.
- [3] 그런데, 상기 도어는 중량물로서 작업자가 직접 핸들링하여, 도어체결홀과 도어힌지홀을 정렬시키고 볼트를 체결하는 것은 불가능하여, 성력화(省力化) 설비의 도움이 필요하다.
- [4] 상기 성력화 설비는 중량물인 도어 등을 그리핑하는 그리퍼를 구비하는데, 새로운 차종을 생산하기 위해서는 새로운 도어에 맞추어 그리퍼의 구조를 개조해야 하고, 설비의 세팅도 새로 이루어져야 하므로, 비교적 긴 시간과 많은 비용이 소요된다.
- [5] 또한, 상기와 같은 성력화 설비는 도어와 같은 중량물을 자동적으로 운반하는데, 이때 작업자와 충돌 또는 작업자의 협착 등이 발생할 위험이 존재한다.
- [6] 이에 관한 종래기술로는 KR 10-1743393 B1이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은 차량의 도어 등과 같은 중량물을 이동시켜 정확한 위치에 조립하고자 할 때, 작업자를 도와 신속하고 용이한 조립 작업이 이루어지도록 하며, 작업 대상인 중량물이 변경되는 경우에도 그리퍼의 개조를 회피하거나 최소화할 수 있어서, 비용과 시간을 절약할 수 있도록 하며, 운용 시 작업자의 안전을 보장할 수 있도록 하는 중량물 정밀 조립 장치 및 그 제어방법을 제공함에 그 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [8] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명 중량물 정밀 조립 장치는,
- [9] 조립할 중량물을 그리핑하도록 구성된 그리퍼;
- [10] 상기 그리퍼의 위치 및 각도를 조정하는 협동로봇;
- [11] 상기 협동로봇의 가반하중을 보완하며 상기 그리퍼를 지지하는 벨런서;
- [12] 상기 벨런서와 협동로봇을 지지하는 로더암;
- [13] 상기 중량물을 조립할 조립대상체의 상측에서 상기 로더암을 지지하며, 상기 로더암을 수평방향으로 평면 이동시킬 수 있도록 구성된 서보겐트리;

- [14] 를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- [15]
- [16] 상기 로더암은,
- [17] 상기 서보갠트리의 하측으로 길게 연장된 하단에 상기 협동로봇이 장착되며;
- [18] 상기 밸런서의 수평방향 평면상 이동이 가능하도록, 상기 밸런서의 상측에 회전 가능한 복수의 링크를 통해 연결될 수 있다.
- [19]
- [20] 상기 로더암에는 상기 협동로봇의 로봇컨트롤러를 거치하는 컨트롤러선반이 일체로 구비될 수 있다.
- [21]
- [22] 상기 밸런서는,
- [23] 상기 그리퍼와 상기 그리퍼에 의해 그리핑되는 중량물의 하중을 지지하는 실린더;
- [24] 상기 실린더의 작동위치를 감지하는 엔코더;
- [25] 를 포함하여 구성될 수 있다.
- [26]
- [27] 상기 밸런서는,
- [28] 실시간으로 실린더에 가해지는 외력의 변화에도 불구하고, 입력신호에 따른 실린더의 작동위치를 추종하도록 제어되는 Position Hold 모드와;
- [29] 이미 인식된 외력을 기준으로 추가되는 외력의 방향에 따라 실린더의 작동위치가 변화되도록 제어되는 Load Guided 모드;
- [30] 를 구현할 수 있도록 구성될 수 있다.
- [31]
- [32] 상기 그리퍼는,
- [33] 상기 밸런서의 하측에 결합되는 그리퍼베이스와;
- [34] 상기 그리퍼베이스에 대해 구면베어링으로 연결되고, 상기 중량물을 그리핑하기 위한 다수의 그리핑기구를 구비하며, 상기 협동로봇에 연결되는 그리퍼가동부;
- [35] 를 포함하여 구성될 수 있다.
- [36]
- [37] 상기 중량물은 차량의 도어이며;
- [38] 상기 그리핑기구는 도어의 글래스에 흡착되는 진공흡착컵, 도어의 하측을 지지하는 하측어태치, 도어의 트림을 지지하는 트림어태치 중 적어도 하나 이상을 포함하여 구성될 수 있다.
- [39]
- [40] 상기 그리퍼가동부에는 상기 중량물을 조립하는 작업자의 공구를 거치하기 위한 공구거치대가 구비될 수 있다.
- [41]

- [42] 상기 협동로봇은,
[43] 로봇컨트롤러로부터 티칭된 명령에 따라 자동적으로 작동되는 자동운전 모드와;
[44] 로봇 구동축의 동력과 브레이크를 해제하여 외력에 의해 각 구동축이 회전될 수 있는 직접교시 모드 및;
[45] 로봇에 가해지는 외력에 따라 로봇의 자세가 변화되는 힘순응제어 모드;
[46] 를 구현할 수 있도록 구성될 수 있다.
[47]
[48] 상기 협동로봇은, 구동축에 가해지는 토크가 소정의 기준치를 초과하면, 작업자 보호를 위해 작동을 멈추도록 구성될 수 있다.
[49]
[50] 또한, 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명 중량물 정밀 조립 장치 제어방법은,
[51] 서보갠트리로 로더암을 팔레트 상의 중량물을 향해 이동시키는 단계;
[52]
[53] 상기 로더암에 지지된 그리퍼로 중량물을 그리핑하는 단계;
[54] 상기 협동로봇으로 중량물을 팔레트로부터 취출하는 단계;
[55] 상기 서보갠트리로 중량물을 조립할 조립대상체로 이동시키는 단계;
[56] 상기 협동로봇이 작업자의 조작에 따라, 상기 그리퍼에 그리핑된 중량물 위치와 자세를 조정하여, 중량물을 상기 조립대상체의 조립위치에 정렬시키는 단계;
[57] 중량물의 조립이 완료되면, 상기 그리퍼가 중량물의 그리핑을 해제하는 단계;
[58] 를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
[59]
[60] 또한, 본 발명은 상기 그리퍼가 중량물의 그리핑을 해제하는 단계 이후에는, 상기 서보갠트리로 로더암을 소정의 홈위치로 이동시키는 단계;
[61] 를 더 포함하여 구성될 수 있다.
[62]
[63] 상기 그리퍼로 중량물을 그리핑하는 단계에서,
[64] 상기 그리퍼가 중량물을 그리핑하면, 상기 협동로봇은 자동운전 모드로부터, 직접교시 모드로 전환하여, 상기 중량물에 의한 부하가 상기 밸런서에 모두 작용하도록 하고;
[65] 상기 밸런서는 Load Guided 모드로부터 Position Hold 모드로 전환하여, 종전의 그리퍼 무게에 추가하여 중량물의 무게를 추가로 지지할 수 있도록 할 수 있다.
[66]
[67] 상기 밸런서는 Load Guided 모드로부터 Position Hold 모드로 전환한 후, 상기 중량물을 팔레트로부터 취출하는 단계 이전에,
[68] 중량물을 팔레트로부터 소정량 상승시켜 상기 중량물의 하중이 온전히

밸런서에 의해 지지될 수 있도록 하는 위치조정을 수행할 수 있다.

- [69]
- [70] 상기 중량물을 팔레트로부터 취출하는 단계에서,
- [71] 상기 밸런서는 Load Guided 모드로 전환하고;
- [72] 상기 협동로봇은 자동운전 모드로 전환한 후, 상기 중량물을 팔레트로부터 완전히 취출시킬 수 있다.
- [73]
- [74] 상기 중량물을 상기 조립대상체의 조립위치에 정렬시키는 단계에서,
- [75] 상기 협동로봇은 힘순응제어 모드로 전환되어, 작업자가 인가하는 외력에 따라 상기 그리퍼에 그리핑된 중량물의 위치와 자세를 조정할 수 있다.
- [76]
- [77] 상기 그리퍼가 중량물의 그리핑을 해제하는 단계에서,
- [78] 상기 협동로봇은 직접교시 모드로 전환하고, 상기 밸런서는 Position Hold 모드로 전환하여, 상기 밸런서에는 그리퍼의 중량만 지지되도록 할 수 있다.
- [79]
- [80] 상기 그리퍼가 중량물의 그리핑을 해제하는 단계 이후에는, 상기 서보갠트리로 로더암을 소정의 홈위치로 이동시키는 단계를 수행하며;
- [81] 상기 로더암을 홈위치로 이동시키는 단계에서,
- [82] 상기 밸런서는 Load Guided 모드로 전환하고, 상기 협동로봇은 자동운전 모드로 전환하여, 상기 그리퍼를 소정의 홈위치 자세로 조정할 수 있다.
- [83]
- [84] 상기 중량물은 차량의 도어이며;
- [85] 상기 그리퍼로 중량물을 그리핑하는 단계에서는 상기 그리퍼의 그리핑기구인 진공흡착컵은 도어의 글래스에 흡착되고;
- [86] 상기 그리퍼가 중량물의 그리핑을 해제하는 단계에서는 상기 진공흡착컵이 상기 도어의 글래스를 해방시킬 수 있다.
- [87]
- [88] 상기 로더암을 중량물을 향해 이동시키는 단계로부터, 상기 로더암을 홈위치로 이동시키는 단계까지의 모든 단계의 수행 중, 상기 협동로봇의 구동축에 가해지는 토크가 소정의 기준치를 초과하면, 작업자 보호를 위해 작동을 멈추도록 할 수 있다.

발명의 효과

- [89] 본 발명은 차량의 도어 등과 같은 중량물을 이동시켜 정확한 위치에 조립하고자 할 때, 작업자를 도와 신속하고 용이한 조립 작업이 이루어지도록 하며, 작업 대상인 중량물이 변경되는 경우에도 그리퍼의 개조를 회피하거나 최소화할 수 있어서, 비용과 시간을 절약할 수 있도록 하며, 운용 시 작업자의 안전을 보장할 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

- [90] 도 1은 본 발명에 따른 중량물 정밀 조립 장치의 전체 구성도,
[91] 도 2는 도 1에서 설비프레임을 제외한 나머지 구성을 도시한 도면,
[92] 도 3은 도 2의 상측에서 관측한 것으로서 서보갠트리를 도시한 도면,
[93] 도 4는 도 3에서 다른 구성을 배제하고 서보갠트리만을 도시한 도면,
[94] 도 5는 서보갠트리 하측에 장착되는 로더암과, 상기 로더암에 장착된 부품들을 함께 도시한 도면,
[95] 도 6은 도 5의 로더암만 도시한 도면,
[96] 도 7은 로더암을 상측에서 관측한 도면,
[97] 도 8은 밸런서의 구조를 도시한 상세도,
[98] 도 9는 그리퍼의 구조를 도시한 상세도,
[99] 도 10은 그리퍼에 그리핑된 도어의 상태를 예시한 도면,
[100] 도 11은 협동로봇과 그리퍼의 연결구조를 상세히 도시한 도면,
[101] 도 12는 본 발명에 따른 중량물 정밀 조립 장치 제어방법의 실시예를 도시한 순서도,
[102] 도 13은 그리퍼가 도어를 팔레트로부터 그리핑한 상태를 도시한 도면,
[103] 도 14는 서보갠트리로 그리퍼에 그리핑된 도어를 차체 쪽으로 이송하는 상태를 설명한 도면,
[104] 도 15는 협동로봇의 도움으로 도어를 차체에 정렬하여 조립하는 상태를 설명한 도면,
[105] 도 16은 도 12의 제어방법을 차례로 수행할 때 협동로봇과 밸런서, 그리퍼 및 서보갠트리의 동작을 도표로 정리한 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [106] 도 1 내지 도 11을 참조하면, 본 발명 중량물 정밀 조립 장치는, 조립할 중량물(D)을 그리핑하도록 구성된 그리퍼(1); 상기 그리퍼(1)의 위치 및 각도를 조정하는 협동로봇(3); 상기 협동로봇(3)의 가반하중을 보완하며 상기 그리퍼(1)를 지지하는 밸런서(5); 상기 밸런서(5)와 협동로봇(3)을 지지하는 로더암(7); 상기 중량물(D)을 조립할 조립대상체의 상측에서 상기 로더암(7)을 지지하며, 상기 로더암(7)을 수평방향으로 평면 이동시킬 수 있도록 구성된 서보갠트리(9)를 포함하여 구성된다.
- [107] 즉, 본 발명의 조립 장치는 조립할 중량물(D)을 상기 그리퍼(1)가 그리핑하면, 상기 밸런서(5)가 상기 그리퍼(1)와 중량물(D)의 중량을 지지하면서 상기 협동로봇(3)이 상기 중량물(D)의 정밀한 위치와 자세를 조정하여 조립대상체(B)에 정밀하게 정렬시켜서, 작업자가 중량물(D)을 조립대상체(B)에 용이하게 조립할 수 있도록 하는 것이다.
- [108] 여기서, 상기 협동로봇(3)만으로는 중량물(D)을 이동시킬 수 있는 거리가 제한적이므로, 상기 그리퍼(1)와 협동로봇(3)이 장착된 로더암(7)을 상기

서보겐트리(9)로 이동시킬 수 있도록 하여, 궁극적으로는 상기 그리퍼(1)에 그리핑된 중량물(D)을 원활한 조립작업에 충분한 수준으로 멀리 이동시킬 수 있도록 하는 것이다.

- [109] 이는 중량물(D)이 준비되어 있는 팔레트(P)와 조립대상체(B) 사이에 작업자의 작업공간 등을 충분히 확보할 수 있도록 한다.
- [110] 참고로, 도 1은 상기와 같은 본 발명 중량물(D) 정밀 조립 장치의 전체 구성도로서, 상기 서보겐트리(9)를 지지하고 있는 설비프레임(11)이 함께 표시되어 있으며, 도 2는 상기 설비프레임(11)을 제외한 나머지 구성만을 도시한 것이다.
- [111]
- [112] 참고로, 도 3과 도 4는 상기 서보겐트리(9)를 상측에서 관측한 것으로서, 제1이동부(13)가 제1방향(X)으로 이동할 수 있고, 상기 제1이동부(13)에 대해 제2이동부(15)가 제2방향(Y)으로 이동할 수 있어서, 상기 제2이동부(15)의 하측에 연결되는 상기 로더암(7)은 중량물(D)과 조립대상체(B) 상측에서 수평방향으로 평면상 이동이 가능하게 되는 것이다.
- [113]
- [114] 상기 로더암(7)은, 상기 서보겐트리(9)의 하측으로 길게 연장된 하단에 상기 협동로봇(3)이 장착되며; 상기 밸런서(5)의 수평방향 평면상 이동이 가능하도록, 상기 밸런서(5)의 상측에 회전 가능한 복수의 링크(17)를 통해 연결된다.
- [115] 참고로, 도 5는 상기 서보겐트리(9)의 제2이동부(15) 하측 결합되는 로더암(7)과, 상기 로더암(7)에 장착된 밸런서(5)와 협동로봇(3) 및 상기 밸런서(5) 하측에 장착된 그리퍼(1)가 도시되어 있다.
- [116] 도 6은 상기 도 5 중에서, 상기 로더암(7)만을 도시한 것이고, 도 7은 상기 로더암(7)을 상측에서 관측한 것으로서, 상기 밸런서(5)의 상측과 연결되는 링크(17)들은 상기 로더암(7)과 밸런서(5) 사이에 차례로 서로 회전 가능하게 연결되고, 상기 로더암(7)에 연결된 링크(17)는 상기 로더암(7)에 대해 회전 가능하게 연결된 구성이다.
- [117] 따라서, 상기 밸런서(5)가 상기 그리퍼(1)와 함께 상기 협동로봇(3)에 의해 수평방향으로 평면 이동하면, 상기 링크(17)들이 회전하면서 상기 밸런서(5)의 평면상 이동을 수용할 수 있게 되는 것이다.
- [118]
- [119] *한편, 상기 로더암(7)에는 상기 협동로봇(3)의 로봇컨트롤러(19)를 거치하는 컨트롤러선반(21)이 일체로 구비되어 있고, 도 5에 도시된 바와 같이 상기 컨트롤러선반(21)의 상측에는 상기 로봇컨트롤러(19)가 장착되어 있다.
- [120]
- [121] 상기 밸런서(5)는, 도 8에 도시된 바와 같이, 상기 그리퍼(1)와 상기 그리퍼(1)에 의해 그리핑되는 중량물(D)의 하중을 지지하는 실린더(23)와, 상기 실린더(23)의 작동위치를 감지하는 엔코더(25)를 포함하여 구성된다.

- [122] 따라서, 상기 밸런서(5)의 하측에 장착된 그리퍼(1)는 상기 링크(17)들에 의한 수평방향 평면상 이동과 상기 실린더(23)에 의한 상하 방향 이동에 의해 3차원 공간상의 자유로운 위치 변화가 가능한 것이다.
- [123]
- [124] 상기 밸런서(5)는, 실시간으로 실린더(23)에 가해지는 외력의 변화에도 불구하고, 밸런서(5)로 입력되는 입력신호에 따른 실린더(23)의 작동위치를 추종하도록 제어되는 Position Hold 모드와; 이미 인식된 외력을 기준으로 추가되는 외력의 방향에 따라 실린더(23)의 작동위치가 변화되도록 제어되는 Load Guided 모드를 구현할 수 있도록 구성된다.
- [125] 즉, 상기 Position Hold 모드에서는 상기 입력신호가 상기 그리퍼(1)의 위치를 일정하게 고정시키도록 하는 것이면, 상기 그리퍼(1)에 중량물(D)이 그리핑되어 밸런서(5)가 지탱해야 하는 중량이 증가되거나, 그리핑하고 있던 중량물(D)을 해제시켜 지탱해야 하는 중량이 감소되어도, 상기 그리퍼(1)의 위치가 일정하게 유지되도록 상기 실린더(23)를 제어하는 것이다.
- [126] 또한, 상기 입력신호가 상기 그리퍼(1)를 상승시키거나 하강시키는 것이면, 상기 그리퍼(1)에 중량물(D)이 추가되거나 제거되어 밸런서(5)가 지탱해야 하는 하중이 실시간으로 변화하여도, 이를 실시간으로 보상하면서 상기 입력신호에 따라 그리퍼(1)를 이동시키는 것이다.
- [127] 또한, 상기 Load Guided 모드에서는, 밸런서(5)가 이미 지탱하고 있는 하중 이외에 추가적인 외력이 작용하면, 그 방향에 따라 실린더(23)의 작동위치를 변화시키는 것으로서, 예컨대 밸런서(5)에 그리퍼(1)가 지지되고 있는 상태에서, 상기 협동로봇(3)이 상기 그리퍼(1)를 상측으로 이동시키면, 그에 따라 실린더(23)의 작동위치를 상승시켜서, 그리퍼(1)가 상승되도록 하고, 상기 협동로봇(3)이 상기 그리퍼(1)를 하측으로 이동시키면, 그에 따라 실린더(23)의 작동위치를 하강시켜서, 상기 그리퍼(1)가 하강되도록 하는 것이다.
- [128] 물론, 이와 같은 동작은 상기 그리퍼(1)가 중량물(D)을 그리핑하고 있는 경우에도 마찬가지이다.
- [129] 즉, 상기 Load Guided 모드는 상기 협동로봇(3)이 그리퍼(1)나 그리퍼(1)에 그리핑된 중량물(D)의 하중을 부담하지 않으면서, 그리퍼(1)를 원하는 대로 이동시킬 수 있도록 하는 모드인 것이다.
- [130] 이와 같이 상기 밸런서(5)는 상기 협동로봇(3)의 가반하중(payload)을 보충하여, 비교적 가반하중이 작은 협동로봇(3)을 사용하면서도, 협동로봇(3)이 중량물(D)의 위치와 자세를 원활하게 조정할 수 있도록 하는 기능을 수행한다.
- [131]
- [132] 상기 그리퍼(1)는, 도 9에 예시된 바와 같이, 상기 밸런서(5)의 하측에 결합되는 그리퍼베이스(27)와; 상기 그리퍼베이스(27)에 대해 구면베어링(29)으로 연결되고, 상기 중량물(D)을 그리핑하기 위한 다수의 그리핑기구를 구비하며, 상기 협동로봇(3)에 연결되는 그리퍼가동부(31)를 포함하여 구성된다.

- [133] 상기 그리퍼베이스(27)는 실질적으로 그리퍼(1)를 상기 밸런서(5)의 하측에 견고하게 연결시키는 기능을 하고, 상기 그리퍼가동부(31)를 상기 구면베어링(29)으로 지지하는 역할을 한다.
- [134] 따라서, 상기 그리퍼가동부(31)는 상기 협동로봇(3)의 조작에 의해 상기 구면베어링(29)을 중심으로 회전하면서 자유로운 자세를 형성할 수 있어서, 상기 그리핑기구에 의해 그리핑된 중량물(D)의 자세를 자유롭게 조정할 수 있도록 한다.
- [135]
- [136] 상기 중량물(D)은 다양한 부품들이 될 수 있을 것이며, 본 실시예에서 상기 중량물(D)은 차량의 도어이며, 상기 조립대상체(B)는 차체이다.
- [137] 이 경우, 상기 그리핑기구는 도어의 글래스에 흡착되는 진공흡착컵(30), 도어의 하측을 지지하는 하측어태치(33), 도어의 트림을 지지하는 트림어태치(35) 중 적어도 하나 이상을 포함하여 구성될 수 있으며, 본 실시예에서는 도 10에 예시된 바와 같이 상기 진공흡착컵(30)과 하측어태치(33) 및 트림어태치(35)가 모두 구비되어 있다.
- [138] 따라서, 상기 중량물(D)인 도어는 도 10에 도시된 바와 같이, 하측이 상기 하측어태치(33)로 지지되고, 상측에서는 상기 진공흡착컵(30)에 의해 글래스가 흡착되며, 중간의 도어트림은 상기 트림어태치(35)에 의해 지지되어, 상기 그리퍼(1)와 일체화 됨으로써, 상기 도어는 상기 그리퍼(1)의 위치 및 자세 변화에 따라 상기 도어의 위치 및 자세가 함께 변화할 수 있도록 상기 그리퍼(1)에 그리핑된다.
- [139] 한편, 상기 그리퍼가동부(31)에는 상기 중량물(D)을 조립하는 작업자의 공구를 거치하기 위한 공구거치대(37)가 구비되어, 작업자가 사용하던 공구를 상기 공구거치대(37)에 임시로 보관할 수 있도록 하여, 작업자의 작업 편의성을 더욱 증대시킬 수 있도록 한다.
- [140]
- [141] 상기 협동로봇(3)은, 6축 자유도를 가진 다관절 로봇으로서, 로봇컨트롤러(19)로부터 티칭된 명령에 따라 자동적으로 작동되는 자동운전 모드와; 로봇 구동축의 동력과 브레이크를 해제하여 외력에 의해 각 구동축이 회전될 수 있는 직접교시 모드 및; 로봇에 가해지는 외력에 따라 로봇의 자세가 변화되는 힘순응제어 모드를 구현할 수 있도록 구성된다.
- [142] 또한, 상기 협동로봇(3)은, 구동축에 가해지는 토크가 소정의 기준치를 초과하면, 작업자 보호를 위해 작동을 멈추도록 구성됨으로써, 작업자와의 충돌 또는 협착 등에 의한 안전사고의 발생을 방지할 수 있도록 한다.
- [143]
- [144] 또한, 상기한 바와 같은 중량물 정밀 조립 장치의 제어방법은, 도 12에 예시된 바와 같이, 서보갠트리(9)로 로더암(7)을 팔레트(P) 상의 중량물(D)을 향해 이동시키는 단계(S10); 상기 로더암(7)에 지지된 그리퍼(1)로 중량물(D)을

그리핑하는 단계(S20); 상기 협동로봇(3)으로 중량물(D)을 팔레트(P)로부터 취출하는 단계(S30); 상기 서보갠트리(9)로 중량물(D)을 중량물(D)을 조립할 조립대상체(B)로 이동시키는 단계(S40); 상기 협동로봇(3)이 작업자의 조작에 따라, 상기 그리퍼(1)에 그리핑된 중량물(D) 위치와 자세를 조정하여, 중량물(D)을 상기 조립대상체(B)의 조립위치에 정렬시키는 단계(S50); 중량물(D)의 조립이 완료되면, 상기 그리퍼(1)가 중량물(D)의 그리핑을 해제하는 단계(S70); 상기 서보갠트리(9)로 로더암(7)을 소정의 홈위치로 이동시키는 단계(S70)를 포함하여 구성된다.

- [145] 여기서, 상기 홈위치는 상기 중량물(D)을 적재한 팔레트(P)와 조립대상체(B) 사이의 임의의 위치로서, 작업자와의 간섭이 회피되면서, 조립작업이 완료된 조립대상체(B)를 새로운 조립대상체(B)로 교체하는 공정 등이 원활하게 이루어질 수 있는 위치로 설정될 수 있을 것이다.
- [146] 참고로, 상기 서보갠트리(9)로 로더암(7)을 홈위치로 이동시키는 단계(S70)는, 조립대상체(B)의 교체 등이 신속하게 이루어져서, 그리퍼(1)가 조립이 완료된 중량물(D)의 그리핑을 해제한 후, 바로 팔레트(P)의 중량물(D)로 이동하게 되는 경우 등에서는 생략될 수 있을 것이다.
- [147]
- [148] 상기 서보갠트리(9)로 로더암(7)을 팔레트(P) 상의 중량물(D)을 향해 이동시키는 단계(S10)를 통해, 상기 로더암(7)은 상기 홈위치로부터 상기 팔레트(P)에 적재된 중량물(D)을 그리핑할 수 있는 위치로 이동된다.
- [149] 상기 그리퍼(1)로 중량물(D)을 그리핑하는 단계(S20)에서, 상기 그리퍼(1)가 중량물(D)을 그리핑하면, 상기 협동로봇(3)은 자동운전 모드로부터, 직접교시 모드로 전환하여, 상기 중량물(D)에 의한 부하가 상기 밸런서(5)에 모두 작용하도록 한다.
- [150] 또한, 상기 밸런서(5)는 Load Guided 모드로부터 Position Hold 모드로 전환하여, 종전의 그리퍼(1) 무게에 추가하여 중량물(D)의 무게를 추가로 지지할 수 있도록 한다.
- [151] 상기 중량물(D)이 차량의 도어인 경우, 상기 도어의 글래스에 흡착되는 진공흡착컵(30), 도어의 하측을 지지하는 하측어태치(33), 도어의 트림을 지지하는 트림어태치(35) 등에 의해 상기 도어는 그리퍼(1)에 그리핑될 수 있는 것이다.
- [152] 상기 밸런서(5)는 Load Guided 모드로부터 Position Hold 모드로 전환한 후, 상기 중량물(D)을 팔레트(P)로부터 취출하는 단계(S30) 이전에, 중량물(D)을 팔레트(P)로부터 소정량 상승시켜서 상기 중량물(D)의 하중이 온전히 밸런서(5)에 의해 지지될 수 있도록 하는 위치조정을 수행할 수 있다.
- [153] 도 13은 상기 중량물(D)이 차량의 도어인 경우, 상기 도어의 하중이 온전히 밸런서(5)에 의해 지지될 수 있도록 하는 위치조정이 수행된 상태로서, 도어의 하측이 팔레트(P)로부터 이격된 것을 확인할 수 있다.

- [154] 상기 위치조정 시, 중량물(D)을 팔레트(P)로부터 상승시키는 소정량은, 중량물(D)이 팔레트(P)에 지지된 상태를 크게 벗어나지는 않으면서도, 중량물(D)이 팔레트(P)로부터 충분히 상승되어, 상기 밸런서(5)에 중량물(D)의 중량이 온전히 지지될 수 있는 수준이 되도록 설정되는 것이 바람직하다.
- [155]
- [156] 상기 중량물(D)을 팔레트(P)로부터 취출하는 단계(S30)에서, 상기 밸런서(5)는 Load Guided 모드로 전환하고; 상기 협동로봇(3)은 자동운전 모드로 전환한 후, 상기 그리퍼(1)와 중량물(D)을 팔레트(P)로부터 완전히 취출시킨다.
- [157] 이후, 상기 서보갠트리(9)로 중량물(D)을 중량물(D)을 조립할 조립대상체(B)로 이동시키는 단계(S40)를 통해, 상기 그리퍼(1)에 그리핑된 중량물(D)을 조립대상체(B)의 조립위치에 인접하게 이송한다.
- [158]
- [159] 상기 중량물(D)을 상기 조립대상체(B)의 조립위치에 정렬시키는 단계(S50)에서, 상기 협동로봇(3)은 힘순응제어 모드로 전환되어, 작업자가 인가하는 외력에 따라 상기 그리퍼(1)에 그리핑된 중량물(D)의 위치와 자세를 조정하도록 한다.
- [160] 따라서, 작업자는 상기 그리퍼(1)를 손으로 이동시켜 조립대상체(B)에 인접하게 이송된 중량물(D)을 조립대상체(B)에 조립 가능한 상태로 정렬시키며, 이때 상기 협동로봇(3)은 상기와 같은 힘순응제어 모드로 작업자에 의해 그리퍼(1)에 가해지는 힘에 순응하여 상기 그리퍼(1)의 위치와 자세를 조정하도록 함으로써, 작업자가 용이하게 중량물(D)을 조립위치로 정렬시킬 수 있도록 한다.
- [161] 작업자는 상기와 같은 중량물(D)을 조립대상체(B)에 정렬시킨 후, 볼트 등으로 중량물(D)을 조립대상체(B)에 조립한다(S60).
- [162] 여기서, 상기 중량물(D)이 도어이고 조립대상체(B)가 차체인 경우, 작업자는 도어의 도어체결홀과 차체의 도어힌지홀을 정렬시키고 여기에 볼트를 체결하여, 도어의 차체 조립을 완료할 수 있다.
- [163]
- [164] 상기 그리퍼(1)가 중량물(D)의 그리핑을 해제하는 단계(S70)에서, 상기 협동로봇(3)은 직접교시 모드로 전환하고, 상기 밸런서(5)는 Position Hold 모드로 전환하여, 상기 밸런서(5)에는 그리퍼(1)의 중량만 지지되도록 한다.
- [165] 여기서, 상기 중량물(D)이 도어인 경우, 상기 진공흡착컵(30)은 상기 도어의 클래스를 해방시키도록 제어될 것이며, 상기 밸런서(5)의 실린더(23)는 작동위치를 약간 하강시켜서, 상기 밸런서(5)에 더 이상 조립이 완료된 도어의 중량이 작용하지 않도록 할 수 있다.
- [166]
- [167] 상기 그리퍼(1)가 중량물(D)의 그리핑을 해제하는 단계(S70) 이후에는, 상기 서보갠트리(9)로 로더암(7)을 상기 홈위치로 이동시키는 단계(S80)를 수행할 수

있다.

- [168] 상기 로더암(7)을 홈위치로 이동시키는 단계(S80)에서, 상기 밸런서(5)는 Load Guided 모드로 전환하고, 상기 협동로봇(3)은 자동운전 모드로 전환하여, 상기 그리퍼(1)를 소정의 홈위치 자세로 조정할 수 있다.
- [169] 상기 홈위치 자세는 상기 로더암이 홈위치에 있을 때, 인접한 작업자나 다른 물건들과 최대한 간섭되지 않도록 하면서도, 다시 실행될 그리퍼(1)로 중량물(D)을 그리핑하는 단계(S20)를 수행하는 자세로 전환되기 유리한 자세 등이 될 수 있을 것이다.
- [170]
- [171] 한편, 상기 로더암(7)을 중량물(D)을 향해 이동시키는 단계(S10)로부터, 상기 로더암(7)을 홈위치로 이동시키는 단계(S80)까지의 모든 단계의 수행 중, 상기 협동로봇(3)의 구동축에 가해지는 토크가 소정의 기준치를 초과하면, 작업자 보호를 위해 작동을 멈추고 비상 알람을 발생하도록 함으로써, 작업자가 협동로봇(3)이나 중량물(D)과 충돌하거나 협동로봇(3)과 다른 물체와의 사이에 협착되어 상해가 발생하는 것을 효과적으로 방지할 수 있다.
- [172]
- [173] [부호의 설명]
- [174] 1; 그리퍼
- [175] 3; 협동로봇
- [176] 5; 밸런서
- [177] 7; 로더암
- [178] 9; 서보갠트리
- [179] 11; 설비프레임
- [180] 13; 제1이동부
- [181] 15; 제2이동부
- [182] 17; 링크
- [183] 19; 로봇컨트롤러
- [184] 21; 컨트롤러선반
- [185] 23; 실린더
- [186] 25; 엔코더
- [187] 27; 그리퍼베이스
- [188] 29; 구면베어링
- [189] 30; 진공흡착컵
- [190] 31; 그리퍼가동부
- [191] 33; 하측어태치
- [192] 35; 트림어태치
- [193] 37; 공구거치대
- [194] B; 조립대상체

- [195] D; 중량물
- [196] P; 팔레트

청구범위

- [청구항 1] 조립할 중량물을 그리핑하도록 구성된 그리퍼;
상기 그리퍼의 위치 및 각도를 조정하는 협동로봇;
상기 협동로봇의 가반하중을 보완하며 상기 그리퍼를 지지하는 밸런서;
상기 밸런서와 협동로봇을 지지하는 로더암;
상기 중량물을 조립할 조립대상체의 상측에서 상기 로더암을 지지하며,
상기 로더암을 수평방향으로 평면 이동시킬 수 있도록 구성된
서보겐트리;
를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 로더암은,
상기 서보겐트리의 하측으로 길게 연장된 하단에 상기 협동로봇이
장착되며;
상기 밸런서의 수평방향 평면상 이동이 가능하도록, 상기 밸런서의
상측에 회전 가능한 복수의 링크를 통해 연결된 것
을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치.
- [청구항 3] 청구항 2에 있어서,
상기 로더암에는 상기 협동로봇의 로봇컨트롤러를 거치하는
컨트롤러선반이 일체로 구비된 것
을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치.
- [청구항 4] 청구항 2에 있어서,
상기 밸런서는,
상기 그리퍼와 상기 그리퍼에 의해 그리핑되는 중량물의 하중을
지지하는 실린더;
상기 실린더의 작동위치를 감지하는 엔코더;
를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치.
- [청구항 5] 청구항 4에 있어서,
상기 밸런서는,
실시간으로 실린더에 가해지는 외력의 변화에도 불구하고, 입력신호에
따른 실린더의 작동위치를 추종하도록 제어되는 Position Hold 모드와;
이미 인식된 외력을 기준으로 추가되는 외력의 방향에 따라 실린더의
작동위치가 변화되도록 제어되는 Load Guided 모드;
를 구현할 수 있도록 구성된 것을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,
상기 그리퍼는,
상기 밸런서의 하측에 결합되는 그리퍼베이스와;
상기 그리퍼베이스에 대해 구면베어링으로 연결되고, 상기 중량물을

- 그리핑하기 위한 다수의 그리핑기구를 구비하며, 상기 협동로봇에 연결되는 그리퍼가동부;
를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치.
- [청구항 7] 청구항 6에 있어서,
상기 중량물은 차량의 도어이며;
상기 그리핑기구는 도어의 글래스에 흡착되는 진공흡착컵, 도어의 하측을 지지하는 하측어태치, 도어의 트림을 지지하는 트림어태치 중 적어도 하나 이상을 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치.
- [청구항 8] 청구항 6에 있어서,
상기 그리퍼가동부에는 상기 중량물을 조립하는 작업자의 공구를 거치하기 위한 공구거치대가 구비된 것을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치.
- [청구항 9] 청구항 1에 있어서,
상기 협동로봇은,
로봇컨트롤러로부터 티칭된 명령에 따라 자동적으로 작동되는 자동운전 모드와;
로봇 구동축의 동력과 브레이크를 해제하여 외력에 의해 각 구동축이 회전될 수 있는 직접교시 모드 및;
로봇에 가해지는 외력에 따라 로봇의 자세가 변화되는 힘순응제어 모드;
를 구현할 수 있도록 구성된 것을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치.
- [청구항 10] 청구항 9에 있어서,
상기 협동로봇은, 구동축에 가해지는 토크가 소정의 기준치를 초과하면, 작업자 보호를 위해 작동을 멈추도록 구성된 것을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치.
- [청구항 11] 서보갠트리로 로더암을 팔레트 상의 중량물을 향해 이동시키는 단계;
상기 로더암에 지지된 그리퍼로 중량물을 그리핑하는 단계;
상기 협동로봇으로 중량물을 팔레트로부터 취출하는 단계;
상기 서보갠트리로 중량물을 조립할 조립대상체로 이동시키는 단계;
상기 협동로봇이 작업자의 조작에 따라, 상기 그리퍼에 그리핑된 중량물 위치와 자세를 조정하여, 중량물을 상기 조립대상체의 조립위치에 정렬시키는 단계;
중량물의 조립이 완료되면, 상기 그리퍼가 중량물의 그리핑을 해제하는 단계;
를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치 제어방법.
- [청구항 12] 청구항 11에 있어서,
상기 그리퍼가 중량물의 그리핑을 해제하는 단계 이후에는, 상기 서보갠트리로 로더암을 소정의 홈위치로 이동시키는 단계;

를 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치 제어방법.

[청구항 13] 청구항 11에 있어서,
상기 그리퍼로 중량물을 그리핑하는 단계에서,
상기 그리퍼가 중량물을 그리핑하면, 상기 협동로봇은 자동운전 모드로부터, 직접교시 모드로 전환하여, 상기 중량물에 의한 부하가 상기 밸런서에 모두 작용하도록 하고;
상기 밸런서는 Load Guided 모드로부터 Position Hold 모드로 전환하여, 종전의 그리퍼 무게에 추가하여 중량물의 무게를 추가로 지지할 수 있도록 하는 것
을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치 제어방법.

[청구항 14] 청구항 13에 있어서,
상기 밸런서는 Load Guided 모드로부터 Position Hold 모드로 전환한 후,
상기 중량물을 팔레트로부터 취출하는 단계 이전에,
중량물을 팔레트로부터 소정량 상승시켜 상기 중량물의 하중이 온전히 밸런서에 의해 지지될 수 있도록 하는 위치조정을 수행하는 것
을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치 제어방법.

[청구항 15] 청구항 14에 있어서,
상기 중량물을 팔레트로부터 취출하는 단계에서,
상기 밸런서는 Load Guided 모드로 전환하고;
상기 협동로봇은 자동운전 모드로 전환한 후, 상기 중량물을 팔레트로부터 완전히 취출시키는 것
을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치 제어방법.

[청구항 16] 청구항 11에 있어서,
상기 중량물을 상기 조립대상체의 조립위치에 정렬시키는 단계에서,
상기 협동로봇은 힘순응제어 모드로 전환되어, 작업자가 인가하는 외력에 따라 상기 그리퍼에 그리핑된 중량물의 위치와 자세를 조정하는 것
을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치 제어방법.

[청구항 17] 청구항 16에 있어서,
상기 그리퍼가 중량물의 그리핑을 해제하는 단계에서,
상기 협동로봇은 직접교시 모드로 전환하고, 상기 밸런서는 Position Hold 모드로 전환하여, 상기 밸런서에는 그리퍼의 중량만 지지되도록 하는 것
을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치 제어방법.

[청구항 18] 청구항 17에 있어서,
상기 그리퍼가 중량물의 그리핑을 해제하는 단계 이후에는, 상기 서보갠트리로 로더암을 소정의 홈위치로 이동시키는 단계를 수행하며;
상기 로더암을 홈위치로 이동시키는 단계에서,

상기 밸런서는 Load Guided 모드로 전환하고, 상기 협동로봇은 자동운전 모드로 전환하여, 상기 그리퍼를 소정의 홈위치 자세로 조정하는 것을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치 제어방법.

[청구항 19]

청구항 11에 있어서,
상기 중량물은 차량의 도어이며;
상기 그리퍼로 중량물을 그리핑하는 단계에서는 상기 그리퍼의 그리핑기구인 진공흡착컵은 도어의 글래스에 흡착되고;
상기 그리퍼가 중량물의 그리핑을 해제하는 단계에서는 상기 진공흡착컵이 상기 도어의 글래스를 해방시키는 것을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치 제어방법.

[청구항 20]

청구항 12에 있어서,
상기 로더암을 중량물을 향해 이동시키는 단계로부터, 상기 로더암을 홈위치로 이동시키는 단계까지의 모든 단계의 수행 중, 상기 협동로봇의 구동축에 가해지는 토크가 소정의 기준치를 초과하면, 작업자 보호를 위해 작동을 멈추는 것을 특징으로 하는 중량물 정밀 조립 장치 제어방법.