



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0098684
(43) 공개일자 2018년09월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B66C 1/54 (2006.01) B25J 15/00 (2006.01)
B66C 1/56 (2006.01) F22B 37/00 (2006.01)
G01M 5/00 (2006.01) G01N 27/90 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B66C 1/54 (2013.01)
B25J 15/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7024283(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2010년01월19일
심사청구일자 2018년08월23일
- (62) 원출원 특허 10-2011-7019217
원출원일자(국제) 2010년01월19일
심사청구일자 2015년01월13일
- (85) 번역문제출일자 2018년08월23일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2010/021407
- (87) 국제공개번호 WO 2010/083521
국제공개일자 2010년07월22일
- (30) 우선권주장
61/145,629 2009년01월19일 미국(US)

- (71) 출원인
뱌콕 앤드 윌콕스 뉴클리어 에너지, 인크.
미국, 노스캐롤라이나 28277, 샬럿, 스위트 600,
엔. 커뮤니티 하우스 로드 11525
- (72) 발명자
오'델, 토마스
미국 워싱턴주 98027 이사와 스콧크 엠티 루프 에
스터블유 2125
- (74) 대리인
김윤배, 이상목

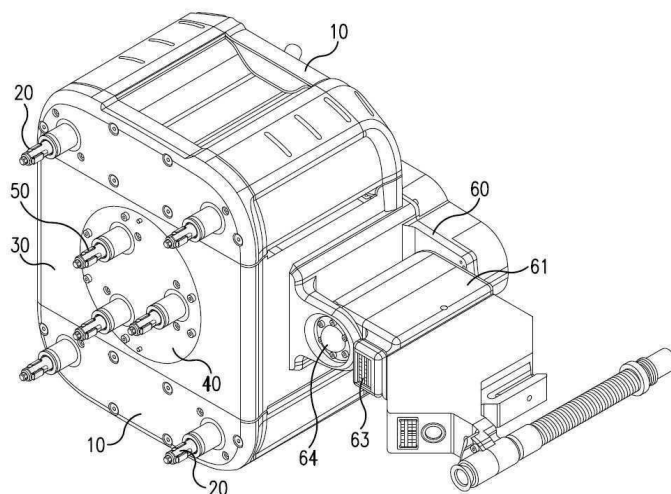
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 에디 전류 테스트 프로브의 자동 위치잡기를 위한 장치

(57) 요약

튜브 시트의 자동 검사 및 수리를 위한 장치로, 상기 장치는 적어도 하나의 튜브 그리퍼를 포함하는 회전 그리퍼 포드를 포함하는 슬라이딩 몸체 부분, 적어도 하나의 튜브 그리퍼를 포함하는 하우징 부분, 및 도구 헤드 커플링을 포함한다. 상기 도구 헤드 커플링은 에디 전류 테스트 프로브 및 적어도 한 종류의 튜브 수리 도구에 교환가능하게 부착되어 있다. 신규한 자동잡감 튜브 그리퍼들 또한 개시되고 있다. 직렬 버스는 상기 장치 안의 전자 모듈들을 연결하고 상기 장치를 외부 컨트롤러에 연결한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B66C 1/56 (2013.01)
F22B 37/005 (2013.01)
F22B 37/006 (2013.01)
G01M 5/0033 (2013.01)
G01N 27/902 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

튜브의 내부 벽에 장비를 고정하기 위한 장치를 조절하는 방법으로서,

상기 장치는:

삽입 액츄에이터,

그리퍼 고정부들,

그리퍼 고정부 액츄에이터, 및

위치 센서를 가지고,

상기 방법은:

상기 장비가 상기 튜브 안에 삽입되는 제1 시간 간격 동안 상기 액츄에이터를 가동시키는 단계;

제2 시간 간격 동안 상기 그리퍼 고정부 액츄에이터를 가동시키는 단계;

상기 튜브 안에서 상기 장치의 위치를 감지하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 시간 간격들 중 적어도 하나에 대하여 다른 값들을 가지고, 상기 장치를 끌어당기고 상기 장치를 재삽입하는 것에 의해 상기 튜브 안에서 상기 액츄에이터의 위치를 조정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

복수의 튜브 개구부를 가지는 튜브 어레이 안에 테스트 및 수리 장비(equipment)를 위치시키기 위한 로봇 도구 포지셔너에 있어서,

상기 포지셔너는,

a) 하우징;

b) 튜브에 결합되기 위해 하우징으로부터 연장되며 튜브 개구부 개별적으로 연장되는 모든 그리퍼를 갖추고, 모든 그리퍼가 또한 하우징을 향해 개별적으로 다시 끌어당겨질 수 있는(retractable back) 적어도 네 개의 그리퍼; 및

c) 상기 적어도 네 개의 그리퍼 중 적어도 세 개의 그리퍼가 튜브와 결합되고 그리퍼 중 적어도 하나가 또 다른 튜브로부터 끌어당겨질 때 이동가능하여, 하우징이 이동에 의해서 튜브 어레이에 대해 이동되고 재위치될 수 있는 하우징을 포함하는 로봇 도구 포지셔너.

청구항 3

제2 항에 있어서,

모든 그리퍼가 슬라이드식으로(slidably) 연장가능하며 슬라이드식으로 끌어당겨질 수 있는 로봇 도구 포지셔너.

청구항 4

제2 항에 있어서,

하우징이 그리퍼 중 적어도 하나에 대해서 이동가능한 로봇 도구 포지셔너.

청구항 5

제2 항에 있어서,

적어도 네 개의 그리퍼 중 네 개의 그리퍼가 튜브에 결합될 때 하우징이 그리퍼 중 적어도 하나에 대해서 이동가능한 로봇 도구 포지셔너.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자동 검사 및 수리 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 증기 생성기 튜브들의 어레이 안에 에디 전류 테스트 프로브(an eddy current test probe)를 위치시키는 로봇 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 출원서는 2010년 1월 14일에 출원되어, 진행중인 미국 출원 제 12/687,261호의 분할 출원이며, 2009년 1월 19일에 출원된 미국 가출원 제 61/145,629호에 대하여 우선권을 주장하고, 이들 각각은 그 전체로서 여기에 참조에 의해 반영된다.

[0003] 증기 생성기 튜브 시트(steam generator tube sheets)의 정기적 검사 및 테스트는 증기 생성기 공장의 가동에 있어 중요한 일이다. 튜브 시트는 적어도 하나의 끝단에서는 접근할 수 있는 평행한 튜브들의 어레이이고, 상기 튜브 끝단은 하나의 평면에 배치되어 있다. 각 튜브의 테스트는 정교하고 시간이 많이 든다. 과거에 이것은 튜브 안에 테스트 프로브들을 수동으로 넣는 것에 의해 수행되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 여기서 설명할 것은 증기 생성기를 위한 튜브 시트 안에 테스트 및 수리 장치를 위치시키는 개선된 자동 장치이다.

[0005] 이러한 자동 장치의 바람직한 특성들은, 한 사람에 의한 빠른 설치(installation), 취급을 위한 통합된 그랩 특성(integrated grab features for handling), 보호 범퍼, 튜브 시트와 증기 생성기의 독립적 특성, 단순한 배선 시스템 및 단일 지점 배선 연결, 단순화된 조정(calibration), 오염방지의 용이함, 데이터 획득 시스템과의 완벽한 통합, 빠르고 정확한 수행능력 및 수리 도구의 지지를 포함한다.

과제의 해결 수단

[0006] 로봇 도구 포지셔너(robotic tool positioner)는 증기 생성기에서와 같이, 튜브 어레이 안에 도구 및 테스트 장비를 위치시키기에 특히 적합하다. 도구 포지셔너는 여기 설명된 여러 가지 신규한 특성들을 가진다.

[0007] 일 실시예에 있어서, 상기 도구 포지셔너는 개방 튜브들의 튜브 시트의 면을 가로질러 움직이도록 되어 있다. 상기 포지셔너는, 적어도 하나의 튜브 그리퍼를 포함하는 회전 그리퍼 포드(a rotating gripper pod)를 갖는 슬라이딩 몸체 부분(a sliding body portion), 각각 적어도 하나의 튜브 그리퍼를 가지는 좌측 및 우측 외부 하우징 부분 및 에디 전류 테스트 프로브, 수리 및 유지 도구들을 포함하는 다양한 부착물들을 지지하는 도구 헤드 커플링 포함한다. 슬라이딩 몸체 부분은 하우징 부분에 대하여 상기 튜브 시트를 가로질러 측면으로 움직인다. 회전 그리퍼 포드는 포지셔너가 튜브 시트의 평면에 수직인 축으로 회전하도록 허용한다.

[0008] 도구 헤드 커플링은 슬라이딩 몸체 부분에 테스트 프로브와 수리 및 유지 도구들의 부착을 위해 제공된다. 로봇 또한 머신 비전(machine vision) 및 머신 비전 조명장치(machine vision lighting)를 포함한다.

[0009] 일 실시예에 있어서, 상기 튜브 그리퍼들은 공압 액츄에이터(pneumatic actuator), 적어도 하나의 그리퍼 고정 부들(gripper shoes) 및 배치 및 후퇴 위치(deployment and retraction position)를 감지하는 통합 센서들을 가진다. 일 실시예에 있어서, 상기 센서들은 홀 효과 센서들(Hall effect sensors)이다. 튜브 그리퍼들은 튜브

시트로부터 멀어지도록 끌어당기는 도구 포지셔너의 반동력이 튜브 벽에 대하여 튜브 그리퍼 고정부들에 힘을 가하도록 되어 있다. 튜브 그리퍼를 끌어당기기 위해, 그리퍼 헤드는 그리퍼 고정부들 위의 해제하도록 상기 튜브 안으로 약간 밀어 넣어지고, 그때 스프링이 적재된 견인기들(spring-loaded retractors)에 의해 끌어 당겨진다. 일 실시예에 있어서, 탑재된 마이크로프로세서를 포함하여 로봇 전자 부품들은 단순화된 직렬 네트워크(serial network)에 의해 상호연결되어, 로봇 안의 전자 모듈들 사이의 상호연결 배선들을 최소화하고, 비용을 들여 배선을 변경할 필요 없이 새로운 모듈들의 설치 및 기존의 모듈들의 상호교환 및 업데이트들을 허용한다. 로봇은 단순화된 직렬 네트워크를 통해 로봇과 통신하는 외부 컨트롤러에 의해 제어된다. 일 실시예에 있어서, 상기 단순화된 직렬 네트워크는 산업표준 컨트롤러 영역 네트워크(Controller Area Network), 즉 "CAN" 버스이다.

도면의 간단한 설명

[0010] 본 발명은 동일한 요소들을 지칭하는 동일한 참조부호가 도시되어 있는 이하의 도면들과 함께 설명될 것이다.

도 1은, 자동 포지셔너의 예시적인 설계가 도시된 등측도이다.

도 2는, 튜브 그리퍼 헤드의 등측도이다.

도 3은, 튜브 안에 삽입된 예시적인 튜브 그리퍼의 단면도이다.

도 4는, 예시적인 튜브 그리퍼의 확대도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 검사 및 수리 로봇이 개시되어 있다. 설계는 증기 생성기 안에서 에디 전류 테스트 프로브들의 이동 및 재위치를 위한 매우 효율적인 공간을 제공한다. 고유의 움직임 및 작은 크기는 복잡한 재위치를 위한 움직임들 없이 튜브 시트 안에서 모든 튜브들에 도달하는 데 있어서 높은 유연성을 제공한다. 이것은 목표 지역 또는 특정 튜브에 로봇의 위치시킴에 있어서 빠르고 효율적인 움직임을 제공한다. 이 모든 것은 해당 기술분야의 발전 속도 상태에서 달성된다. 대표적인 실시예에 있어서, 로봇은 튜브 시트를 큰 움직임에 대하여 분당 5 피트까지의 속도로 가로지를 수 있고, 초당 4인치까지의 테스트 또는 수리 작업 동안 튜브간 속도를 달성할 수 있다. 로봇은 부착된 도구에 대한 2차 튜브 확인을 위해 내장 머신 비전을 이용한다.

[0012]

로봇 몸체

[0013]

[0014] 도 1을 참조하면, 예시적인 0수리 및 검사 로봇은, 4개의 하우징 그리퍼(20)를 포함하는 외부 하우징(10) 및 3개의 그리퍼(50)를 가지는 회전 그리퍼 포드(40)를 포함하는 슬라이딩 몸체 부분(30)을 가진다. 슬라이딩 몸체 부분(30)은 또한 도구 헤드 잠금장치(a tool head lock)(61)를 포함하는 도구 헤드 커플링((60)을 구비하고, 도구 헤드 잠금장치(a tool head lock)(61)는 핫슈(hot shoe)(미도시), 머신 비전 조명장치(63) 및 통합된 머신 비전 카메라(64)를 구비한다. 도구 헤드 잠금장치(61)는 도구 헤드 커플링(60)에 회전 가능하게 부착되어 있다. 로봇은 외부 하우징(10) 또는 회전 그리퍼 포드(40) 중 하나로부터 튜브들로 그리퍼(20, 50)를 교대로 삽입하고 고정하는 것에 의해 튜브 시트(도시되지 않음)를 가로질러 움직인다. 이것은 3개의 중심 그리퍼(50)들이 튜브들로 삽입될 때, 외부 하우징(10)이 소정의 각으로 회전하여 슬라이딩 몸체 부분(30)과 외부 하우징(10) 사이의 슬라이딩 관계를 통해 회전 그리퍼 포드(40)로부터 벗어나 한정된 거리를 이동한다는 것을 알 수 있다. 외부 하우징(10)은 그 자체를 슬라이딩 몸체 부분(30)에 대하여 재위치시키면, 외부 하우징(10) 안의 튜브 그리퍼들(20)은 튜브들 안으로 삽입되고 고정되고, 회전 포드(40) 안의 튜브 그리퍼(50)는 튜브 시트로부터 해제되고 후퇴되어진다. 슬라이딩 몸체 부분(30)은 그때 새로운 튜브들과 결합하기 위해 외부 하우징(10)에 대하여 자유롭게 움직이게 된다. 이러한 프로세스는 하우징(10)이 튜브 시트 상의 필요한 위치에 도달할 때까지 반복된다.

[0015]

4개의 외부 하우징 그리퍼들(20) 및 3개의 회전 포드 그리퍼(50)들의 구성은 사각의 넓은 범위 및 3개-피치 튜브 시트 구성, 피치 및 패턴들을 지지하도록 설계되어 있다. 몸체는 기존의 장비에 있어서 최소형의 수동 개구부(도시되지 않음)들을 통해 잘 맞도록 설계되어 있다. 로봇을 위한 컨트롤러 또한 플랫폼 공간을 최대화할 수 있도록 가능한 한 작다. 작은 반지름을 갖는 컨트롤 케이블 선은 케이블 선 얽힘을 최소화한다.

[0016]

튜브 시트 평면 상에 배치된 복수의 튜브 개구부들을 갖는 튜브 시트의 자동 테스트 및 자동 검사를 위한 장치로서, 코어 조립체 및 외부 하우징을 포함하고, 상기 코어 조립체는 3 개의 튜브 그리퍼들을 갖는 회전 그리퍼 포드를 포함하는 슬라이딩 몸체 부분, 슬라이딩 몸체 부분(30)에 힌지 가능하게 장착되는 도구 헤드 커플링(60)

및 외부 하우징 액츄에이터들을 포함하고, 상기 외부 하우징은 좌측 및 우측 외부 하우징들을 가지며, 각 외부 하우징은 하나 이상의 튜브 그리퍼들을 포함한다.

[0017] 로봇 위치잡기

[0018] 예시적인 실시예에 있어서, 튜브 시트 환경 외부에 호스트 컴퓨터가 있다. 또한, 튜브 시트 환경 안에 호스트 컴퓨터 및 로봇과 통신하는 외부 컨트롤러가 있다.

[0019] 호스트 컴퓨터 및 소프트웨어는 로봇의 움직임을 계획하여 컨트롤러에 명령을 보낸다. 로봇 및 컨트롤러가 동작하는 방사상 환경에서는 통상 떨어져 있다. 로봇의 외부에 있는 컨트롤러에 이더넷(Ethernet)을 통해 명령을 보낸다.

[0020] 컨트롤러는 CAN 통신 및 장비들에 전력을 전달하는 파워/데이터 선을 통해 로봇과 통신한다. 로봇은 특정 기능들을 위한 복수의 CAN 장비들을 가진다. 이것은 컨트롤러로부터 직접 명령들을 받고 실행한다.

[0021] 컨트롤러는 로봇 및 호스트 컴퓨터/소프트웨어 모두와 통신한다.

[0022] 한 지점으로부터 다른 지점으로 움직이는 로봇에 대한 시퀀스들은 호스트 컴퓨터에 의해 결정되고, 로봇 외부 컨트롤러에 전달된다.

[0023] 움직이게 하기 위해, 외부 컨트롤러는 특정 종류의 장비인 인수(argument) 및 장비의 어드레스를 생성한다. 이동 축에 대하여, 이것은 장비에 대한 직렬 버스 상의 어드레스와 함께 축에 대한 회전각, 회전 방향 및 회전 속도의 형태로 축 상의 모터에 대한 명령들을 포함할 수 있다.

[0024] 호스트 컴퓨터 소프트웨어는 어떻게 컨트롤러를 움직여서 명령을 생성하는가에 대한 논리를 관리하고, 결국 그들의 형식을 상기에서 설명한 장비들에 위한 지시들로 변환하여 맞추게 된다.

[0025]

[0026] 튜브 내부 반지름 그리퍼들

[0027] 도 2는 예시적인 튜브 그리퍼 헤드(100)를 보여준다. 그리퍼 헤드(100)는 그리퍼 헤드(100)의 외부 벽 주위로 등간격으로 위치하는 3개의 채널들을 따라 슬라이딩하는 3개의 그리퍼 고정부(110)들을 가진다. 각 채널은 그리퍼 고정부(110)에 접촉하는 경사면(115)을 가진다. 경사면(115)은 고정부(110)들이 튜브 안으로 밀어넣어질 때 (도 3 참조), 로봇 몸체(10)로부터 멀어지는 방향으로, 그리퍼 헤드(100)의 중심으로부터 멀어지도록 그리퍼 고정부(110)에 힘을 가한다. 이로써, 그리퍼(20, 50)들은 자가잠금된다. 고정부(110)들이 튜브로 힘이 가해지면, 공기에 의한 압력에 의해 생성된 힘이 튜브 시트로부터 멀어지도록 그리퍼 몸체들에 힘을 가하게 되고, 이로써 튜브 벽(200)에 대하여 고정부(110)들이 힘을 가하게 된다. 로봇이 튜브 시트 아래에 있을 때, 그리퍼 헤드(100) 상에서 끌어내리는 로봇의 무게는 전원이 제거된 때조차도 튜브 벽(200)에 대하여 고정부들이 잠겨 있도록 한다. 튜브 시트가 수평이 아닐 때, 튜브로부터 멀어지는 반동력은 그리퍼(20, 50)들이 잠겨있도록 한다. 튜브들로부터 로봇을 끌어당기는 어떠한 힘이라도 그리퍼들이 제자리에 잠겨 있도록 한다. 그리퍼 고정부(110)들은 그리퍼 몸체가 튜브 벽(200)으로 약간 연장되어 고정부들(110)이 경사면(115) 후방 아래로 또한 튜브 벽(200)으로부터 멀어지도록 미는 것을 돕는 한편, 상기 고정부들을 역지로 후퇴시키는 것에 의해서만 잠금해제된다.

[0028] 일 실시예에 있어서, 고정부(110) 면과 경사면(115) 사이의 마찰은 그리퍼 고정부 마찰 감쇄 요소(미도시)에 의해 감소된다. 그리퍼 고정부들의 작동에서 고정부(110)와 경사면(115) 사이의 마찰을 조절하여 경사평면을 가로질러 고정부(110)를 움직이는 데 필요한 힘이 튜브 벽(200)을 가로질러 고정부(110)를 움직이는 데 필요한 힘보다 적게 들도록 하는 것이 중요하다. 일 실시예에 있어서, 플라스틱 삽입부(111)는 고정부(110)와 경사면(115) 사이에 삽입된다.

[0029] 도 3은 튜브 벽(200)에 삽입된 그리퍼 헤드(100)가 도시된 단면도이다. 그리퍼 고정부(110)는 벽(200)에 대하여 압력을 가해진 상태를 도시하고 있고, 그리퍼 헤드(100)에서 슬롯의 경사면(115)에 의해 벽(200)으로 힘이 가해지고 있다. 예시적인 구성 있어서, 각 그리퍼 고정부(110)는 밀대(a pushrod)(120)와 접촉하고 있다. 고정부(110)를 튜브 벽(200)에 대하여 고정하기 위해, 밀대(120)는 플레이트(150)에 의해 위로 향하여 가압되고 있다. 플레이트(150)가 후퇴되어질때, 회복 핀들(140)이 적재된 스프링(130)은 밀대(120)를 아래로 향하게 하여, 그리퍼 고정부(110)에 대해 바깥으로 압력을 해제시킨다. 이미 언급한 바와 같이, 튜브 벽(200)으로부터 그리퍼 고정부(110)들을 해제시키는 데 도움을 주기 위해, 전체 그리퍼 헤드 조립체는 튜브 안으로 약간 위로 향하게 가

압하여, 경사면(115)을 위로 이동시키고, 그리고 그리퍼 고정부들(110)에 대해 바깥으로 압력을 해제시킨다.

[0030] 도시된 실시예는 튜브에 손상을 주지 않는 고성능 그리퍼 설계 구성으로서, (그리퍼당 300 lbs까지의) 높은 적재 능력을 제공하고, 또한 로봇에 적용되는 부하에 일치하는 고정력(grip force)을 자동적으로 제공한다. 이 모든 것은 전력 공급 방해 동안의 안전 상태(오류-방지)(fail-safe)를 유지하면서 달성된다.

[0031] 예시적인 설계에 있어서, 로봇 튜브 그리퍼들(도 2 내지 도 4)은 이하의 특성들을 가진다. 로봇의 부하가 잠금과 잠금 유지를 돕는 자가잠금 튜브 ID 그리퍼 개념, 잠금 후퇴 스텝과 함께 그리퍼(110) 및 토우(toe, 116)의 동시 배치, 복수 단계 고객맞춤 공기 실린더 배치/해제 메커니즘, 텔리스코핑형 실린더, 동시 배치, 그러나 개별적인 견인 그리퍼 고정부(110), 개별적으로 교체가능한 그리퍼 고정부, 그리퍼 주축과 고정부 표면 사이에 미끄럼 평면을 제공하기 위한 코팅 또는 다른 마찰 감쇄 요, 홀 효과, 배치 상태를 감지하고 튜브 안의 플러그들을 감지하는 그리퍼 헤드 안의 다른 종류의 광학 센, 복수 단계 공압 잠금 그리퍼, 로봇 부하는 튜브 표면의 고정을 증가시키고, 부드러운 그리퍼 고정부(110)들은 튜브 벽(200)에 스트레스 지점을 부과하지 않고, 증기 생성기 튜브에 손상을 주지 않고, 통합된 홀 센서들은 배치 및 견인 위치를 감지하고, 전력 공급 방해 동안의 오류 방지 그리퍼, 그리퍼 헤드들은 빠른 변경을 위해 설계되는 구성, 분산된 I/O 및 내장 서보 및 컨트롤 특성을 갖는다. 그리핑 및 그리핑하지 않는 작업들을 위해 튜브 직경에 있어서 변화의 조정을 위해 튜브 내부 직경 안에서 그리퍼의 최적 위치잡기를 위해 각 그리퍼의 자동적 및 개별적 조정을 한다.

[0032] 일 실시예에 있어서, 튜브 안에서의 그리퍼의 위치는 다양한 튜브 지름 및 개구부 오차들에 따라 적절하게 조정된다. 그리퍼가 튜브에 삽입되어야 할 때 최적의 깊이 범위가 있다. 그리퍼가 튜브에 너무 깊이 삽입되면, 추출이 어려운 것은, 그리퍼가 고정되는 위치보다는 튜브 안으로 약간 더 연장되는 이 필요하기 때문이다. 튜브의 개방단에 근접하여 그리퍼를 고정하면 어떠한 경우들에 있어서 상기 튜브에 손상을 가져올 수 있다. 따라서, 상기 그리퍼는 상기 튜브 안에 한정된 삽입 범위에 위치시키는 것이 유용하다. 이것을 달성하는 한 방법은 그리퍼에 위치 센서를 포함하는 것이다. 위치 센서는 홀 효과 센서 또는 광학 센서일 수 있다. 그리퍼는 튜브 안에 삽입되어 고정되고, 그 위치가 결정되어진다. 그리퍼가 요구된 영역에 있지 않으면, 그리퍼는 해제되어 재삽입된다. 그리퍼의 위치잡기는 2가지 타이밍 변수들의 함수이다. 그리퍼 삽입 지속시간 및 그리퍼 고정부들이 튜브 벽을 잡기 위해 외부로 힘이 가해지는 시간이다. 이들 2가지의 시간의 조합은 튜브 안에서 깊이를 달리하여 그리퍼를 배치하기 위해 조정된다. 튜브 지름 및 모양의 변화 때문에, 타이밍 변수들은 보편적이지 않다. 이러한 이유로, 본 출원서에서 설명하는 접근방법이 삽입 시간 및 고정 가동 시간을 조정하는 것에 의해 요구된 위치에 그리퍼를 배치하는 데 사용되고, 그리퍼가 튜브 안의 요구된 위치에 고정될 때까지 각 시간에서 그리퍼는 재위치된다.

[0033] 직렬 네트워크

[0034] 일 실시예에 있어서, 직렬 네트워크는 로봇의 내부 전자 모듈들을 연결한다. 직렬 네트워크는 또한 도구 헤드에 부착된 어떠한 전자부품, 외부 컨트롤러 및 설치 로봇도 연결한다. 직렬 네트워크는 이러한 장비들 사이의 고객맞춤 배선을 필요를 제거하고 배선 수를 줄이고, 그래서 신뢰도를 높이고 비용을 감소시킨다. 직렬 네트워크의 사용은 직렬 네트워크를 단순히 이용하는 것에 의해 기존 모듈들과 통신하는 추가적인 모듈들이 부가될 수 있기 때문에 기존의 하드웨어의 확장 및 개선을 허용한다. 일 실시예에 있어서, 직렬 네트워크는 전기적 네트워크이고 산업표준 CAN 버스로 구현된다. 다른 실시예에 있어서, 직렬 네트워크는 광섬유 네트워크이다. 직렬 네트워크는 또한 단일 외부 컨트롤러가 동일 버스 상의 로봇 시스템 안의 복수의 시스템 요소들을 제어하는 것을 허용한다. 추가적인 직렬 네트워크는 시스템 레벨 항목들을 제어하고, 데이터를 저장하고 소프트웨어 작동 구성을 하는 데 사용되는 시스템 부품들에 저장된 정보를 관리하고 통신하기 위해 "1-배선(1-Wire)" 메모리 칩의 형태로 제공된다. "1-배선" 네트워크는 적절한 시스템 작동 변수들을 보장하는 것을 제공하는 것과 함께 바람직하지 않는 작동을 피하는 것이 준수되어야 한다.

[0035]

[0036] 로봇 도구 헤드

[0037] 예시적인 설계에 있어서, 로봇 도구 헤드 커플링은 이하의 특성들을 가진다. 전기적(전원 및 신호) 연결 및 근접/홀 효과 자동잠금 특성과 조합된 빠른 공기 커플링 생성/해제 특성을 가진다.

[0038] 제어 소프트웨어

[0039] 예시적인 설계를 위한 소프트웨어는 이하를 포함한다. 운동역학적 복수 로봇 조정 및 충돌 감지/회피, 소프트웨어 검사 계획 및 시뮬레이션(모사), 용기 내 작동을 유효화시키기 위한 이동경로 계획 알고리즘, 목표 위치까지

의 최적 경로를 제공하기 위한 궤적 계획 알고리즘, 플러그 및 멈춤(plugs and stays)들 주위의 움직임을 제어하기 위한 이동 최적화 알고리즘 및 에디 전류 테스트 검사 및 수리 도구 전달을 최적화하기 위한 효과적인 검사 계획 알고리즘을 포함한다.

[0040] **특성들 및 장점들**

[0041] 본 발명은 이하의 특징 및 장점들을 포함한다.

[0042] 로봇의 작은 공간 차지는, 보다 작은 영역을 차지하는 한편 튜브 시트의 모든 영역들에서 효과적인 재위치잡기를 위한 공극의 기동성을 제공하여, 헤드당 복수의 로봇들을 사용가능하게 한다.

[0043] 경량성. 40lbs 미만에서, 로봇은 용이하게 이동가능하고 설치 가능하다. 작은 공간차지와 함께, 튜브 시트에 고정되기 위해 보다 적은 에너지를 필요로 한다.

[0044] 획기적인 오프-방지 그리퍼 설계 구성은 모든 전력이 손실되더라도 로봇이 튜브 시트에 부착된 채로 있고, 긴급 상황 동안 용이하게 제거될 수 있도록 보장한다.

[0045] 튜브와 튜브 사이에 초당 4인치의 튜브간 속도 및 그리퍼당 300lbs 적재 능력을 갖는 빠르고 강한 로봇이다. 로봇은 고속의 검사 및 수리 도구의 적재 요구를 지지할 수 있다.

[0046] 단순화된 시스템은 CAN(Controller-area Network) 버스 조절 시스템 구조를 사용한다. 로봇은 1인치 미만의 반지름을 갖는 산업상 최소형의 로봇 선 번들(the smallest robot cable bundle)을 제공한다.

[0047] 지능적인 소프트웨어 제어는 로봇이 다른 채널 헤드에서 작동하는 로봇들을 갖는 프로브 충돌들 뿐만 아니라 로봇 충돌들을 방지하기 위해 증기 생성기 안의 모든 로봇들의 원격 측정(telemetry)을 관리한다.

[0048] 제택의 MIZ@-80iD 지능 시스템 능력을 가진 경계없는 인터페이스(seamless interface)는 하드웨어 부품 및 도구 사이의 정보 교환이 가능하게 있다.

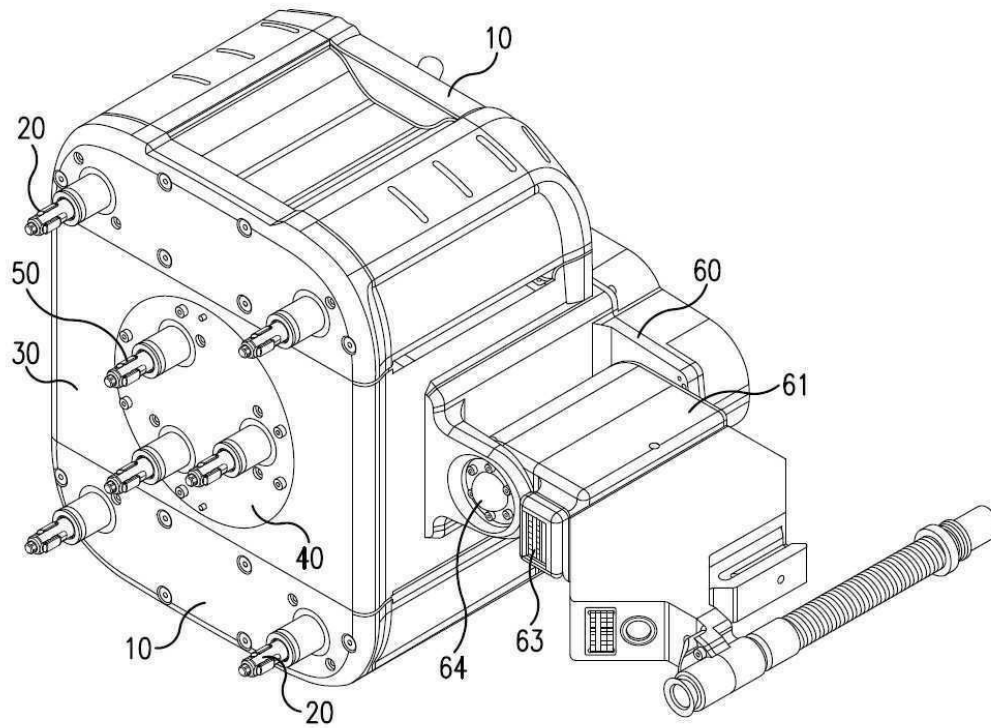
[0049] 본 발명은 특정 예들을 참조하여 상세하게 설명되었으나, 당업자에게는 본 발명의 개념을 벗어나지 않으면서 다양한 변경 및 변형이 이루어질 수 있음이 명백하다.

부호의 설명

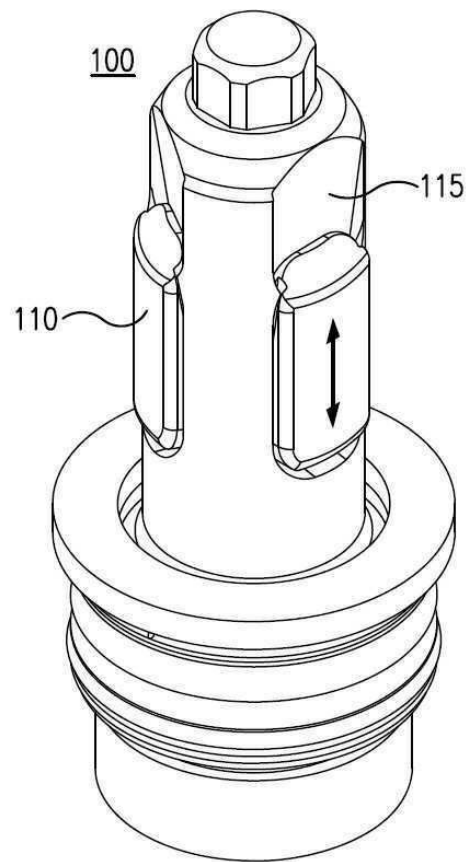
[0050] 10: 외부 하우징	20: 하우징 그리퍼
30: 슬라이딩 몸체 부분	40: 회전 그리퍼 포트
50: 그리퍼	60: 도구 헤드 커플링
61: 도구 헤드 잠금장치	63: 머신 비전 조명장치
64: 머신 비전 카메라	100: 그리퍼 헤드
110: 그리핑 고정부	115: 경사면
120: 밀대	130: 스프링
140: 회복 핀	150: 플레이트
200: 튜브 벽	

도면

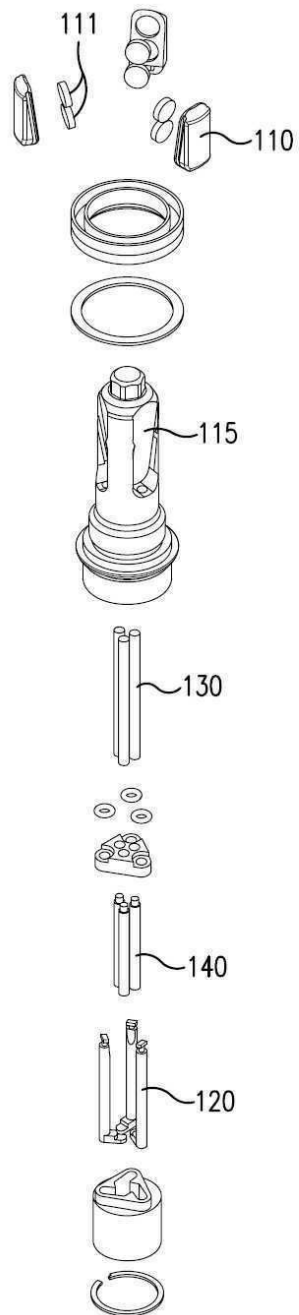
도면1



도면2



도면3



도면4

