(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0054367
(43) 공개일자 2024년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01M 3/22 (2006.01) *G01M 3/38* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01M 3/22 (2013.01)
G01M 3/38 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7011734
(22) 출원일자(국제) 2022년07월11일
심사청구일자 2024년04월08일
(85) 번역문제출일자 2024년04월08일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/027221
(87) 국제공개번호 WO 2023/037753
국제공개일자 2023년03월16일
(30) 우선권주장
JP-P-2021-146893 2021년09월09일 일본(JP)

(71) 출원인
에스엠시 가부시키가이샤
일본 도쿄도 치요다쿠 소토칸다 4쵸메 14-1
(72) 발명자
오쿠히라 히로유키
일본 3002493 이바라키켄 츠쿠바미라이시 기누노다이 4쵸메 2반 2고 에스엠시 가부시키가이샤 츠쿠바 기쥬츠 센터 내
(74) 대리인
특허법인에이아이피

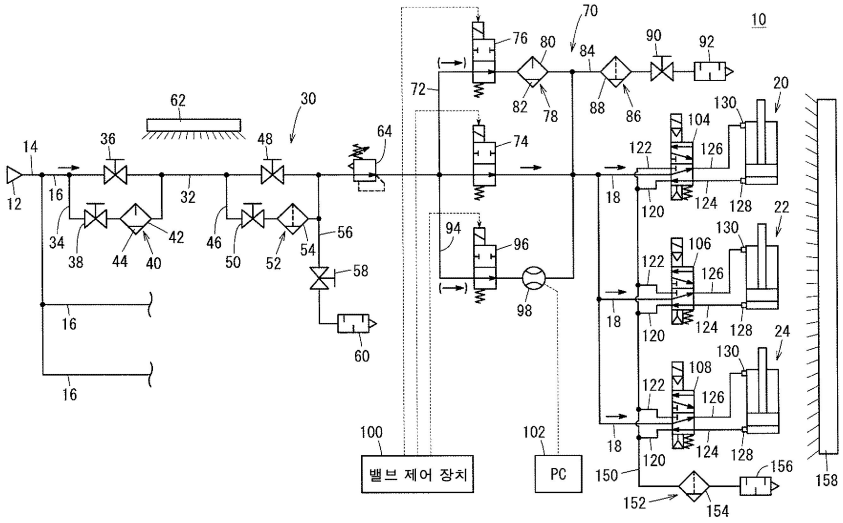
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **배관 검사 시스템**

(57) 요 약

배관 검사 시스템(30)은 배관(16)의 피검사부분(32)에 대하여, 압축 에어의 누설 검사를 행한다. 배관 검사 시스템은 제1 분기관(34)과 제2 분기관(46)을 갖는다. 제1 분기관은 피검사부분보다 상류에서 배관으로부터 분기하고, 또한 피검사부분보다 상류에서 배관에 합류한다. 제2 분기관은 피검사부분보다 하류에서 배관으로부터 분기한다. 제1 분기관에는, 피검사부분에 형광용제(44)를 공급하는 형광용제 공급부(40)가 설치된다. 제2 분기관에는, 피검사부분으로부터 형광용제를 회수하는 형광용제 회수부(52)가 설치된다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
Y02E 60/50 (2020.08)

명 세 서

청구범위

청구항 1

압축 에어가 유동하는 배관(16)의 피검사부분(32)에 압축 에어의 누설 개소가 존재하는지 여부를 검사하는 배관 검사 시스템(30)으로서,

상기 피검사부분의 상류에서 상기 배관으로부터 분기하고, 또한 상기 배관에 합류하는 제1 분기관(34)과,

상기 제1 분기관에 설치되어 상기 피검사부분에 형광용제(44)를 공급하는 형광용제 공급부(40)와,

상기 피검사부분의 하류에서 상기 배관으로부터 분기하는 제2 분기관(46)과,

상기 제2 분기관에 설치되어 상기 피검사부분으로부터 상기 형광용제를 회수하는 형광용제 회수부(52)

를 포함하는 배관 검사 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 형광용제 공급부는 형광용제를 미스트화하는 미스트 발생기(42)를 가져, 미스트가 된 형광용제를 상기 피검사부분에 공급하는 배관 검사 시스템.

청구항 3

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 형광용제는 형광제의 수용액 또는 에멀젼 수용액인 배관 검사 시스템.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 배관의, 상기 제1 분기관이 분기하는 개소로부터 합류하는 개소까지의 사이에 설치된 제1 밸브(36)와, 상기 제1 분기관의, 상기 형광용제 공급부보다 상류에 설치된 제2 밸브(38)와, 상기 배관의, 상기 제2 분기관이 분기하는 개소보다 하류에 설치된 제3 밸브(48)와, 상기 제2 분기관의, 상기 형광용제 회수부보다 상류에 설치된 제4 밸브(50)를 포함하는 배관 검사 시스템.

청구항 5

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 분기관의, 상기 형광용제 회수부보다 하류에 설치되고, 대기로 개방된 배기부(56)를 포함하는 배관 검사 시스템.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 피검사부분에 자외선을 조사하는 블랙 라이트(62)를 포함하는 배관 검사 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 압축 에어가 유동하는 배관을 검사하는 배관 검사 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 공기압 실린더 등의 공기압 기기는 압축 에어가 공급 또는 배출됨으로써 동작한다. 따라서, 공기압 기기에 접속된 배관으로부터 압축 에어가 누설되고 있는 경우, 공기압 기기가 정상적으로 동작하지 않는다. 이것을 회피하기 위해, 배관을 통하여 압축 에어 공급원과 공기압 기기를 접속한 후, 배관에 대하여, 압축 에어의 누설 개소가 존재하는지 여부를 검사한다. 예를 들어, 배관에 비눗물을 스프레이 한다. 압축 에어가 누설되고 있는 경우, 비눗물이 거품이 된다. 검사원이 거품을 확인하는 것에 의해, 압축 에어의 누설 개소가 특정된다. 그러나, 이 검사에서는 배관 전체에 걸쳐 비눗물을 스프레이할 필요가 있다. 따라서 검사가 복잡하다.

[0003] 여기서, 일본 특허 제4297862호 공보에 기재된 바와 같이, 착색된 검사 가스를 사용하는 것이 생각될 수 있다. 일본 특허 제4297862호 공보에 기재된 검사 방법에서는, 연료 전지로부터 검사 가스의 누설이 일어나는지 여부를 검사한다. 이 경우, 형광 염료와 오일(올리브 오일 등)의 혼합액이 착색제로서 사용되고 있다. 혼합액은 미스트화되어, 압축 에어 또는 수소 가스에 수반되어 연료 전지에 공급된다. 연료 전지에 대해서는, 빛이 조사된다. 이 상태에서, 카메라에 의해 연료 전지가 모니터링된다.

[0004] 연료 전지에 압축 에어의 누설 개소가 존재하는 경우, 누설 개소로부터 미스트가 분출된다. 이 때, 미스트 중의 형광 염료는 광 조사에 의해 강조된다. 따라서 카메라에 의해 형광을 촬영하는 것이 용이하다. 이것에 의해, 연료 전지로부터 검사 가스의 누설이 일어나고 있다고 판단될 수 있다. 검사 가스가 누설되고 있는 것을 시각적으로 확인할 수 있기 때문에, 이 검사는 시각화 검사이다.

발명의 내용

[0005] 일본 특허 제4297862호 공보에 기재된 검사 시스템에는, 배관으로부터 착색제를 제거하는 구성이 설치되어 있지 않다. 따라서, 공기압 기기 시스템의 배관에 있어서, 이 검사 시스템으로 배관의 누설 검사를 실시한 경우, 착색제가 공기압 기기의 내부로 유입된다. 공기압 기기에 착색제가 잔류한 상태이면, 공기압 기기에 부식 또는 고장이 발생할 우려가 있다.

[0006] 본 발명은 전술한 과제를 해결하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 본 발명의 일 실시형태에 따르면, 압축 에어가 유동하는 배관의 피검사부분에 압축 에어의 누설 개소가 존재하는지 여부를 검사하는 배관 검사 시스템으로서,

[0008] 상기 피검사부분의 상류에서 상기 배관으로부터 분기하고 또한 상기 배관에 합류하는 제1 분기관과,

[0009] 상기 제1 분기관에 설치되어 상기 피검사부분에 형광용제를 공급하는 형광용제 공급부와,

[0010] 상기 피검사부분의 하류에서 상기 배관으로부터 분기하는 제2 분기관과,

[0011] 상기 제2 분기관에 설치되어 상기 피검사부분으로부터 상기 형광용제를 회수하는 형광용제 회수부

[0012] 를 포함하는 배관 검사 시스템이 제공된다.

[0013] 본 발명에 의하면, 피검사부분으로부터 형광이 관찰되는지 여부에 기초하여, 피검사부분에 압축 에어의 누설 개소가 존재하는지 여부를 용이하게 판단할 수 있다. 이와 같이, 본 발명에 있어서는, 압축 에어의 누설이 있는지 여부를 용이하고 신속하게 판단할 수 있다. 또한, 형광의 기점을 확인함으로써, 압축 에어의 누설 개소를 신속하게 특정하는 것도 가능하다. 게다가, 이 판단을 행할 때, 검사원이 특별한 기술 또는 지식을 가질 필요가 없다.

[0014] 형광용제는, 피검사부분에서 유동한 후, 형광용제 회수부에 의해 회수된다. 이 때문에, 배관에 있어서, 피검사부분보다도 하류에 형광용제가 유동하는 것이 회피된다. 즉, 형광용제가 배관에 접속된 공기압 기기 등으로 유입되는 것이 방지된다. 또, 배관 또는 공기압 기기의 내부에 형광용제가 체류하는 것도 회피된다. 이 때문에, 형광용제에 기인하여 공기압 기기가 고장 또는 부식될 우려가 불식된다.

[0015] 상기 목적, 특징 및 이점은 첨부된 도면을 참조하여 설명되는 이하의 실시형태의 설명으로부터 용이하게 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 공기압 기기 시스템의 개략 회로도이다.

도 2는 공기압 실린더의 제2 내부 챔버에 압축 에어를 공급하고, 또한 공기압 실린더의 제1 내부 챔버로부터 압

축 에어를 배출하는 상태를 나타내는 개략 회로도이다.

도 3은 공기압 실린더의 제1 내부 챔버에 압축 에어를 공급하고, 또한 공기압 실린더의 제2 내부 챔버로부터 압축 에어를 배출하는 상태를 나타내는 개략 회로도이다.

도 4는 배관의 피검사부분으로부터 형광이 발생하고 있는 상태를 나타내는 개략 설명도이다.

도 5는 1개의 공기압 실린더(또는 1개의 관 이음매)로부터 형광이 발생하고 있는 상태를 나타내는 개략 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하의 설명에 있어서의 용어 "누설 개소"란 압축 에어가 누설되는 개소를 의미한다. 또, 용어 "상류"는 압축 에어의 유동 방향에 있어서의 상류를 나타낸다. 용어 "하류"는 압축 에어의 유동 방향에 있어서의 하류를 나타낸다.

[0018] 도 1은 공기압 기기 시스템(10)의 개략 회로도이다. 공기압 기기 시스템(10)은, 압축기(12)와, 압축기(12)에 접속된 주 배관(14)을 갖는다. 압축기(12)는 대기를 흡인하여 압축함으로써 압축 에어를 생성한다.

[0019] 주 배관(14)에 대해서는 복수개의 제1 부 배관(16)이 접속된다. 하나의 제1 부 배관(16)에는 복수개(본 실시형태에서는 3개)의 제2 부 배관(18)이 접속된다. 각각의 제2 부 배관(18)에는 제1 공기압 실린더(20), 제2 공기압 실린더(22) 및 제3 공기압 실린더(24)가 각각 접속되어 있다. 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)는 공기압 기기의 일종이다. 압축기(12)에서 얻어진 압축 에어는 주 배관(14), 제1 부 배관(16) 및 제2 부 배관(18)에서 유동한다. 압축 에어는 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)에 개별적으로 공급된다. 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)는 이 압축 에어를 작동 에어로 하여 개별적으로 동작한다.

[0020] 제1 부 배관(16)에는 배관 검사 시스템(30)이 조립되어 있다. 배관 검사 시스템(30)은 제1 부 배관(16)의 피검사부분(32)에 누설 개소가 있는지 여부를 검사하는 시스템이다.

[0021] 배관 검사 시스템(30)은 제1 분기관(34)을 갖는다. 제1 분기관(34)의 상류는 피검사부분(32)의 상류에서 제1 부 배관(16)으로부터 분기한다. 제1 분기관(34)의 하류는 제1 부 배관(16)에 합류한다. 제1 분기관(34)과 제1 부 배관(16)의 합류 개소는, 제1 분기관(34)의 분기 개소보다 하류이고, 또한 피검사부분(32)보다 상류이다. 제1 부 배관(16)에 있어서, 피검사부분(32)보다 상류에는 제1 밸브(36)가 설치되어 있다. 제1 밸브(36)는, 제1 부 배관(16)의, 제1 분기관(34)의 분기 개소로부터 합류 개소까지의 사이에 위치한다.

[0022] 제1 분기관(34)에는 제2 밸브(38)가 설치된다. 제1 밸브(36)가 개방 상태이고 또한 제2 밸브(38)가 폐쇄 상태에 있을 때, 압축 에어는 제1 부 배관(16)에서 유동하고 또한 제1 분기관(34)으로는 유동하지 않는다. 반대로, 제1 밸브(36)가 폐쇄 상태이고 또한 제2 밸브(38)가 개방 상태에 있을 때, 압축 에어는 제1 분기관(34)에서 유동하고 제1 부 배관(16)으로는 유동하지 않는다.

[0023] 제1 분기관(34)에 있어서, 제2 밸브(38)보다 하류에는, 제1 형광용제 공급부(40)가 설치된다. 제1 형광용제 공급부(40)는 제1 미스트 발생기(42)를 갖는다. 제1 미스트 발생기(42)의 구체예로서는 루브리케이터를 들 수 있다. 루브리케이터는 윤활유를 수용하는 용기로서 공지되어 있다. 또는, 공지의 버블러가 제1 미스트 발생기(42)로서 사용되는 것도 가능하다.

[0024] 제1 미스트 발생기(42) 내에는 제1 형광용제(44)가 수용되어 있다. 본 실시형태에 있어서, 제1 형광용제(44)는 형광제를 용매로 희석함으로써 얻어진다. 제1 형광용제(44)의 용매는, 예를 들어 물이다. 이 경우, 제1 형광용제(44)는 형광제의 수용액이다. 대안적으로, 오일이 첨가된 물을 용매로 할 수도 있다. 이 경우, 제1 형광용제(44)는 형광제의 에멀젼 수용액이다. 또한, 형광제의 구체예로서는, 쿠마린 또는 비타민 B2 등을 들 수 있다.

[0025] 전술한 바와 같이, 제1 분기관(34)에는 압축 에어가 유동한다. 제1 미스트 발생기(42) 내에서 제1 형광용제(44)를 향해 압축 에어가 토출되면, 제1 형광용제(44)가 미스트화 된다. 즉, 제1 형광용제(44)의 미스트가 발생한다. 미스트는 압축 에어에 수반되어 제1 분기관(34)에서 유동하고, 제1 부 배관(16)의 피검사부분(32)으로 이동한다.

[0026] 배관 검사 시스템(30)은 제2 분기관(46)을 갖는다. 제2 분기관(46)의 상류는 피검사부분(32)의 하류에서 제1 부 배관(16)으로부터 분기한다. 본 실시예에서는, 제2 분기관(46)의 하류는 제1 부 배관(16)에 합류한다. 제2 분기관(46)과 제1 부 배관(16)의 합류 개소는, 제2 분기관(46)의 분기 개소보다 하류이고, 또한 피검사부분(3

2)보다 하류이다. 제1 부 배관(16)에 있어서, 피검사부분(32)보다 하류에는, 제3 밸브(48)가 설치된다. 제3 밸브(48)는, 제2 부 배관(16)의, 제2 분기관(46)의 분기 개소로부터 합류 개소까지의 사이에 위치한다.

[0027] 제2 분기관(46)에는 제4 밸브(50)가 설치된다. 제3 밸브(48)가 개방 상태이고 또한 제4 밸브(50)가 폐쇄 상태에 있을 때, 압축 에어는 제1 부 배관(16)에서 유동하고 또한 제2 분기관(46)으로는 유동하지 않는다. 이와는 반대로, 제3 밸브(48)가 폐쇄 상태이고 또한 제4 밸브(50)가 개방 상태에 있을 때, 압축 에어는 제2 분기관(46)에서 유동하고 또한 제1 부 배관(16)으로는 유동하지 않는다.

[0028] 제2 분기관(46)에 있어서, 제4 밸브(50)보다 하류에는, 제1 형광용제 회수부(52)가 설치된다. 제1 형광용제 회수부(52)는 제1 필터(54)를 갖는다. 제1 필터(54)는 압축 에어에 포함된 제1 형광용제(44)(미스트)를 압축 에어로부터 제거한다. 따라서, 제1 필터(54)보다 하류에는 미스트를 포함하지 않는 압축 에어가 유동한다.

[0029] 제2 분기관(46)에 있어서, 제1 필터(54)보다 하류에서는, 제2 분기관(46)으로부터 제1 배기관(56)(배기부)이 분기되어 있다. 제1 배기관(56)의 말단에는 제5 밸브(58)가 설치되어 있다. 제5 밸브(58)의 출구 포트는 제1 사일렌서(60)를 통하여 대기로 개방되어 있다.

[0030] 제1 내지 제5 밸브(36, 38, 48, 50, 58)는, 예를 들어 자동 개폐 밸브이다. 제1 내지 제5 밸브(36, 38, 48, 50, 58)는 수동 개폐 밸브일 수도 있다.

[0031] 배관 검사 시스템(30)은 제1 블랙 라이트(62)를 포함한다. 제1 블랙 라이트(62)는, 예를 들어, 도시하지 않은 가대에 지지된다. 가대에는 도시되지 않은 캐스터가 설치되어 있다. 따라서, 가대 및 제1 블랙 라이트(62)는 캐스터가 구름운동하는 것에 의해 이동하는 것이 가능하다. 제1 블랙 라이트(62)는 피검사부분(32)에 대해 접근 또는 이격한다.

[0032] 제1 블랙 라이트(62)는 피검사부분(32)에 자외선을 조사한다. 피검사부분(32)에 누설 개소가 존재하고, 누설 개소로부터 압축 에어가 누설되고 있을 때에는, 압축 에어와 형광용제(미스트)가 누설 개소로부터 분출된다. 자외선이 형광용제를 비추면, 도 4에 개략적으로 도시된 바와 같이, 강조된 형광(F)이 관찰된다.

[0033] 제1 부 배관(16)에 있어서, 제2 분기관(46)의 합류 개소보다 하류에는, 레귤레이터(64)가 설치된다. 제1 부 배관(16)에 있어서, 레귤레이터(64)보다 하류에는, 기기 검사 시스템(70)이 조립되어 있다.

[0034] 기기 검사 시스템(70)은, 압축 에어의 누설이 발생하고 있는 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 또는 관 이음매(128, 130)가 접속된 제1 부 배관(16)을, 복수개의 제1 부 배관(16) 중에서 식별하는 시스템이다. 또, 기기 검사 시스템(70)은, 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 또는 관 이음매(128, 130) 중 어느 것으로부터 압축 에어가 누설되고 있는지를 특정하는 시스템이다.

[0035] 기기 검사 시스템(70)은 제1 분지관(72)을 갖는다. 제1 분지관(72)의 상류는 제1 부 배관(16)으로부터 분기한다. 제1 분지관(72)의 하류는 제1 부 배관(16)에 합류한다. 제1 분지관(72)과 제1 부 배관(16)의 합류 개소는, 제1 분지관(72)의 분기 개소보다 하류이고, 또한 제2 부 배관(18)보다 상류이다. 제1 부 배관(16)에 있어서, 제1 분지관(72)의 분기 개소보다 하류에는, 제1 전자 밸브(74)가 설치된다.

[0036] 제1 분지관(72)에는 제2 전자 밸브(76)가 설치된다. 제1 전자 밸브(74)가 개방 상태이고 또한 제2 전자 밸브(76)가 폐쇄 상태에 있을 때, 압축 에어는 제1 부 배관(16)에서 유동하고 또한 제1 분지관(72)으로는 유동하지 않는다. 이와는 반대로, 제1 전자 밸브(74)가 폐쇄 상태이고 또한 제2 전자 밸브(76)가 개방 상태에 있을 때, 압축 에어는 제1 분지관(72)에서 유동하고 또한 제1 부 배관(16)으로는 유동하지 않는다.

[0037] 제1 분지관(72)에 있어서, 제2 전자 밸브(76)보다 하류에는, 제2 형광용제 공급부(78)가 설치된다. 제1 형광용제 공급부(40)와 마찬가지로, 제2 형광용제 공급부(78)는 제2 미스트 발생기(80)를 갖는다. 제2 미스트 발생기(80)의 구체예로서는, 제1 미스트 발생기(42)와 마찬가지로 루브리케이터 또는 버블러를 들 수 있다.

[0038] 제2 미스트 발생기(80) 내에는 제2 형광용제(82)가 수용되어 있다. 본 실시형태에 있어서, 제2 형광용제(82)는 전술한 바와 같은 형광제를 용매로 희석함으로써 얻어진다. 제2 형광용제(82)의 용매는, 예를 들어, 휘발성이 높은 유기 용매이다. 특히, 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 내의 밀봉재 또는 그리스 등에 대한 용해도가 작은 유기 용매가 바람직하다. 이러한 유기 용매의 바람직한 예는 알코올이다. 유기 용매는 희석된 알코올류일 수도 있다. 알코올류의 구체예로서는 에탄올을 들 수 있다. 이 경우, 제2 형광용제(82)는 형광제의 에탄올 용액이다.

[0039] 전술한 바와 같이, 제1 분지관(72)에는 압축 에어가 유동한다. 제2 미스트 발생기(80) 내에서 제2 형광용제

(82)를 향해 압축 에어가 토출되면, 제2 형광용제(82)가 미스트화 된다. 즉, 제2 형광용제(82)의 미스트가 발생한다. 제2 형광용제(82)의 미스트는 압축 에어에 수반되어 제1 분지관(72)에서 유동하여, 제1 부 배관(16)으로 이동한다.

[0040] 제1 분지관(72)에는 제2 배기관(84)이 설치된다. 제2 배기관(84)에는 제2 형광용제 회수부(86)가 설치된다. 제2 형광용제 회수부(86)는 제2 필터(88)를 갖는다. 제2 필터(88)는 압축 에어에 포함된 제2 형광용제(82)(미스트)를 압축 에어로부터 제거한다. 따라서, 제2 배기관(84)에 있어서, 제2 필터(88)보다 하류에는, 미스트를 포함하지 않는 압축 에어가 유동한다.

[0041] 제2 배기관(84)의 말단에는 제6 밸브(90)가 설치되어 있다. 제6 밸브(90)는 자동 개폐 밸브 또는 수동 개폐 밸브이다. 제6 밸브(90)의 출구 포트는 제2 사일렌서(92)를 통하여 대기로 개방되고 있다.

[0042] 기기 검사 시스템(70)은 제2 분지관(94)을 갖는다. 제2 분지관(94)의 상류는 제1 부 배관(16)으로부터 분기한다. 제2 분지관(94)의 하류는 제1 부 배관(16)에 합류한다. 제2 분지관(94)과 제1 부 배관(16)의 합류 개소는, 제2 분지관(94)의 분기 개소보다 하류이고, 또한 제2 부 배관(18)보다 상류이다.

[0043] 제2 분지관(94)에는 제3 전자 밸브(96)와 디지털 흐름 스위치(98)가 설치된다. 제3 전자 밸브(96)는 디지털 흐름 스위치(98)보다 상류에 위치한다. 디지털 흐름 스위치(98)는 제2 분지관(94)을 통과하는 압축 에어의 유량을 측정한다. 즉, 디지털 흐름 스위치(98)는 유량 측정기이다. 디지털 흐름 스위치(98)는 유량 조절 밸브로서도 기능한다.

[0044] 제1 전자 밸브(74), 제2 전자 밸브(76) 및 제3 전자 밸브(96)는 밸브 제어 장치(100)에 전기적으로 접속되어 있다. 밸브 제어 장치(100)는 제1 전자 밸브(74), 제2 전자 밸브(76) 및 제3 전자 밸브(96)를 제어하여, 제1 전자 밸브(74), 제2 전자 밸브(76) 및 제3 전자 밸브(96)를 개폐한다. 즉, 제1 전자 밸브(74), 제2 전자 밸브(76) 및 제3 전자 밸브(96)는 밸브 제어 장치(100)에 의해 자동적으로 개폐된다. 또, 디지털 흐름 스위치(98)는 퍼스널 컴퓨터(PC)(102)에 전기적으로 접속되어 있다. 디지털 흐름 스위치(98)는 제2 분지관(94)을 통과하는 압축 에어가 어떠한 유속인지를 측정한다. PC(102)는 측정된 유량을 기록한다. 즉, PC(102)는 기억 장치이다.

[0045] 도 1에는, 1개의 제1 부 배관(16)으로부터 3개의 제2 부 배관(18)이 분기하는 경우를 예시하고 있다. 3개의 제2 부 배관(18)에는, 제4 전자 밸브(104), 제5 전자 밸브(106) 및 제6 전자 밸브(108)가 각각 설치된다. 제2 부 배관(18)의 개수는 3개로 특별히 한정되지 않는다. 전자 밸브의 개수는 전형적으로 제2 부 배관(18)의 개수와 동일하다.

[0046] 도 2에 도시된 바와 같이, 제4 전자 밸브(104)는 제1 포트(110), 제2 포트(112), 제3 포트(114), 제4 포트(116) 및 제5 포트(118)를 갖는다. 제1 포트(110)에는 제1 배출관(120)이 접속된다. 제2 포트(112)에는 제2 부 배관(18)이 접속된다. 제3 포트(114)에는 제2 배출관(122)이 접속된다. 제4 포트(116)에는 제1 접속관(124)이 접속된다. 제5 포트(118)에는 제2 접속관(126)이 접속된다. 제1 접속관(124)은 제1 관 이음매(128)를 통하여 제4 전자 밸브(104)와 제1 공기압 실린더(20)를 접속한다. 마찬가지로, 제2 접속관(126)은 제2 관 이음매(130)를 통하여 제4 전자 밸브(104)와 제1 공기압 실린더(20)를 접속한다.

[0047] 제1 공기압 실린더(20)의 내부에는 제1 내부 챔버(140)와 제2 내부 챔버(142)가 형성되어 있다. 압축 에어는 제1 접속관(124)을 통하여 제1 내부 챔버(140)에 대해 공급 또는 배기된다. 압축 에어는 제2 접속관(126)을 통하여 제2 내부 챔버(142)에 대해 공급 또는 배기된다.

[0048] 도 2에는, 제2 내부 챔버(142)에 압축 에어가 공급되고, 또한 제1 내부 챔버(140)로부터 압축 에어를 배출하는 경우를 나타내고 있다. 이때, 제2 부 배관(18)에서 유동한 압축 에어는, 제4 전자 밸브(104) 내에서 제2 포트(112)로부터 제5 포트(118)로 이동한다. 압축 에어는, 그 후, 제5 포트(118)를 통하여 제2 접속관(126)에서 유동하고, 제2 내부 챔버(142)로 유입된다. 제2 내부 챔버(142) 내의 압축 에어는 화살표 X 방향을 향해 피스톤(144)을 가압한다. 그 결과, 피스톤(144)은 도 2의 화살표 X 방향으로 이동한다.

[0049] 한편, 제1 내부 챔버(140) 내의 압축 에어는 피스톤(144)에 의해 제1 접속관(124)으로 압출된다. 압축 에어는, 그 후, 제4 전자 밸브(104) 내에서 제4 포트(116)로부터 제1 포트(110)로 이동한다. 또한, 압축 에어는 제1 포트(110)를 통하여 제1 배출관(120)으로 배출된다. 이상의 과정에 있어서, 제3 포트(114)는 폐쇄 상태이다.

[0050] 도 3에 도시된 바와 같이, 피스톤(144)을 X 방향과는 반대 방향인 Y 방향으로 이동시키는 경우, 제1 내부 챔버(140)에 압축 에어를 공급하고 또한 제2 내부 챔버(142)로부터 압축 에어를 배출한다. 이때, 제2 부 배관(18)

에서 유동한 압축 에어는 제4 전자 밸브(104) 내에서 제2 포트(112)로부터 제4 포트(116)로 이동한다. 압축 에어는, 그 후, 제4 포트(116)를 통하여 제1 접속관(124)에서 유동하여 제1 내부 챔버(140)로 유입된다. 제1 내부 챔버(140) 내의 압축 에어는 화살표 Y 방향을 향해 피스톤(144)을 가압한다. 피스톤(144)은 도 3에서 화살표 Y 방향으로 이동한다.

[0051] 한편, 제2 내부 챔버(142) 내의 압축 에어는 피스톤(144)에 의해 제2 접속관(126)으로 압출된다. 압축 에어는, 그 후, 제4 전자 밸브(104) 내에서 제5 포트(118)로부터 제3 포트(114)로 이동한다. 또한, 압축 에어는 제3 포트(114)를 통하여 제2 배출관(122)으로 배출된다. 이상의 과정에 있어서, 제1 포트(110)는 폐쇄 상태이다.

[0052] 상기한 구성 및 동작에 대해서는, 제5 전자 밸브(106)와, 해당 제5 전자 밸브(106)에 접속된 제2 공기압 실린더(22)에 있어서도 마찬가지이다. 따라서, 상기와 동일한 구성요소에는 동일한 참조부호를 부여하고, 그 상세한 설명은 생략한다. 제6 전자 밸브(108)와, 해당 제6 전자 밸브(108)에 접속된 제3 공기압 실린더(24)에 관해서도 마찬가지로, 상기와 동일한 구성요소에는 동일한 참조부호를 부여하고, 그 상세한 설명은 생략한다.

[0053] 모든 제1 배출관(120) 및 모든 제2 배출관(122)은 하나의 제3 배기관(150)(배기부)에 접속된다. 제3 배기관(150)에는 제3 형광용제 회수부(152)가 설치된다. 제3 형광용제 회수부(152)는 제3 필터(154)를 갖는다. 제3 필터(154)는, 제1 필터(54) 및 제2 필터(88)와 마찬가지로, 압축 에어에 포함된 제2 형광용제(82)(미스트)를 압축 에어로부터 제거한다. 따라서, 제3 필터(154)보다 하류에는 미스트를 포함하지 않는 압축 에어가 유동한다. 제3 배기관(150)의, 제3 필터(154)보다 하류는, 제3 사일렌서(156)를 통하여 대기로 개방되어 있다.

[0054] 기기 검사 시스템(70)은 제2 블랙 라이트(158)를 포함한다. 제2 블랙 라이트(158)는, 예를 들어, 도시하지 않은 가대에 지지된다. 가대에는 도시되지 않은 캐스터가 설치되어 있다. 따라서, 가대 및 제2 블랙 라이트(158)는 캐스터가 구름운동하는 것에 의해 이동하는 것이 가능하다. 제2 블랙 라이트(158)는 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)에 대해 접근 또는 이격된다.

[0055] 제2 블랙 라이트(158)는 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 및 그 주변에 자외선을 조사한다. 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 중 어느 하나, 제1 관 이음매(128) 또는 제2 관 이음매(130)에 누설 개소가 존재할 때에는, 압축 에어와 형광용제(미스트)가 분출된다. 자외선이 형광용제를 비추면, 강조된 형광(F)이 관찰된다.

[0056] 도 1에는, 이해를 용이하게 하기 위해, 제1 부 배관(16) 및 제2 부 배관(18)을, 직선 형상의 심리스 관으로서 도시하고 있다. 그러나, 제1 부 배관(16) 및 제2 부 배관(18)은 직선 형상의 심리스 관으로 한정되지 않는다. 대안적으로, 제1 부 배관(16) 및 제2 부 배관(18)은 소정 각도로 절곡된 심리스 관일 수 있다. 제1 부 배관(16) 및 제2 부 배관(18)은 복수개의 심리스 관이 관 이음매를 통하여 접속된 접속관일 수도 있다.

[0057] 본 실시형태에 있어서, 배관 검사 시스템(30) 및 장치 검사 시스템(70)을 포함하는 공기압 기기 시스템(10)은 기본적으로 이상과 같이 구성된다. 다음에, 이들 배관 검사 시스템(30) 및 기기 검사 시스템(70)의 작용효과에 대해, 누설 검사 방법과의 관계로 설명한다. 누설 검사 방법은 이하에 상세히 설명하는 공정을 갖는다. 또한, 누설 검사 방법에는 배관 및 기기의 누설 검사 방법이 포함된다.

[0058] 배관의 누설 검사와, 공기압 기기(본 실시형태에서는 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24))의 누설 검사는, 예를 들어 공기압 기기 시스템(10)의 운전을 개시하기 전에 실시된다. 이하, 이 경우를 예시하여 설명한다.

[0059] 우선, 도 1에 도시된 제1 부 배관(16)의 피검사부분(32)에 누설 개소가 존재하는지 여부를 검사한다. 구체적으로는, 제1 블랙 라이트(62)로부터 피검사부분(32)에 자외선을 조사한다. 또한, 제1 부 배관(16)에 설치된 제1 밸브(36) 및 제3 밸브(48)를 폐쇄 상태로 한다. 이 상태에서, 압축기(12)로부터 주 배관(14)에 압축 에어가 공급된다. 압축 에어는 복수개의 제1 부 배관(16) 각각에 분배된다. 제1 밸브(36)가 폐쇄되어 있기 때문에, 압축 에어가 제1 부 배관(16)의 제1 밸브(36)보다 하류로 유동하는 것이 방지된다.

[0060] 다음에, 제2 밸브(38) 및 제4 밸브(50)를 개방 상태로 한다. 또한, 압축기(12)로부터 주 배관(14)에 압축 에어를 공급하기 전에, 제2 밸브(38) 및 제4 밸브(50)를 개방 상태로 할 수도 있다. 필요에 따라, 제5 밸브(58)도 개방 상태로 한다.

[0061] 제2 밸브(38)가 개방되는 것에 의해, 압축 에어는 제1 분기관(34)으로 유동한다. 압축 에어는 제1 미스트 발생기(42) 내에서 제1 형광용제(44)를 향하여 토출된다. 그 결과, 제1 형광용제(44)의 미스트가 발생한다. 미스트는 압축 에어에 수반되어 제1 분기관(34)에서 유동한 후, 제1 부 배관(16)의 피검사부분(32)으로 유입된다.

[0062] 따라서, 피검사부분(32)에, 미스트를 수반하는 압축 에어가 유동한다. 제3 밸브(48)가 폐쇄되고 또한 제4 밸브

(50)가 개방되어 있기 때문에, 미스트를 수반 한 압축 에어는 피검사부분(32)에서 유동한 후 제2 분기관(46)으로 유입된다. 여기서, 제1 형광용제(44)의 용매는 물 또는 에멀젼 수용액 등이다. 물 또는 에멀젼 수용액의 증기압은 비교적 낮다. 이 때문에, 제1 부 배관(16), 제1 분기관(34), 제2 분기관(46), 제1 미스트 발생기(42) 및 제1 필터(54) 등을, 미스트가 증발했을 때의 증기압을 고려한 내압 구조로 할 필요는 특별히 없다.

[0063] 제2 분기관(46)에는, 제1 형광용제 회수부(52)가 설치되어 있다. 제1 형광용제 회수부(52)는 제1 필터(54)를 갖는다. 압축 에어에 포함된 미스트(제1 형광용제(44))는 제1 필터(54)에 포집된다. 이 포집에 의해, 미스트가 압축 에어에서 제거된다. 미스트가 제거된 압축 에어는 제1 배기관(56)으로 유입된다. 제5 밸브(58)가 개방 상태에 있는 경우, 압축 에어는 제5 밸브(58)로부터 제1 사일렌서(60)를 통하여 대기로 방출된다.

[0064] 이것에 비해, 제5 밸브(58)가 폐쇄 상태에 있는 경우, 미스트가 제거된 압축 에어는 제2 분기관(46)을 통하여 제1 부 배관(16)으로 복귀한다. 압축 에어가 제1 부 배관(16)으로 복귀하는 개소는, 제1 부 배관(16)의 제3 밸브(48)보다 하류이다. 그 후, 압축 에어는 기기 검사 시스템(70)에 공급된다. 압축 에어로부터 미스트가 제거되어 있기 때문에, 용매인 물이, 제1 전자 밸브(74) 내지 제6 전자 밸브(108) 또는 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 등으로 유입될 우려가 불식된다. 따라서, 제1 전자 밸브(74) 내지 제6 전자 밸브(108) 또는 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 등에 부식이 발생하는 것이 회피된다.

[0065] 이상의 압축 에어의 유동 과정에서, 피검사부분(32)에 누설 개소가 존재하지 않는 경우, 피검사부분(32)으로부터 형광이 관찰되지 않는다. 또한, 누설 개소는, 예를 들어, 구멍, 균열 또는 관 이음매의 조임 부족 등일 수 있다. 이것에 비해, 피검사부분(32)에 누설 개소가 존재하고 있는 경우, 누설 개소로부터 압축 에어와 미스트(제1 형광용제(44))가 분출된다. 미스트는 형광제를 포함하고 있다. 형광제에 자외선이 조사되면, 도 4에 도시된 바와 같이, 강조된 형광(F)이 관찰된다. 검사원은 형광(F)이 관찰된 것에 기초하여 압축 에어가 누설되고 있다는 것을 인식할 수 있다.

[0066] 도 4의 도시예에서, 형광(F)은 한 지점에서 방사상으로 확산되고 있다. 형광(F)의 확산 기점이 누설 개소이다. 이와 같이, 형광(F)의 확산 기점을 살핌으로써, 누설 개소를 단시간에 용이하게 특정할 수 있다.

[0067] 또, 압축 에어의 누설량이 미량인 경우라도, 형광(F)이 관찰될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 누설 개소가 미세한 구멍인 경우에도, 검사원은 누설 개소를 간과하지 않고 검출할 수 있다. 게다가, 누설 개소의 유무를 판단함에 있어, 검사원이 특별한 지식 등을 가질 필요는 없다. 누설 개소를 특정할 때도 마찬가지로 검사원이 특별한 지식 등을 가질 필요는 없다.

[0068] 또한, 검사원은 형광(F)이 발생했는지 여부에 기초하여, 누설 개소가 존재하는지 여부를 단시간에 판단할 수 있다. 즉, 검사원은, 숙련의 정도, 또는 습득 지식의 정도 등에 관계없이, 누설의 유무를 용이하게 판단할 수 있다. 검사원이 누설 개소를 확인하는 것도 용이하다.

[0069] 다음으로, 기기 검사 시스템(70)에 의해, 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) (및 관 이음매(128, 130))에 누설이 있는지 여부를 검사한다. 이를 위해서는 제5 밸브(58)를 닫고, 상기한 바와 같이 하여 제1 분기관(34), 피검사부분(32) 및 제2 분기관(46)에서 유동한 압축 에어를, 레귤레이터(64)를 통하여 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)에 공급한다. 이 경우, 배관(피검사부분(32))의 누설 검사와, 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) (및 관 이음매(128, 130))의 누설 검사를 동시에 실시할 수 있다.

[0070] 또는, 제1 밸브(36) 및 제3 밸브(48)를 개방 상태로 전환하고, 또한 제2 밸브(38) 및 제4 밸브(50)를 폐쇄 상태로 전환한다. 그 결과, 압축 에어는 제1 분기관(34) 및 제2 분기관(46)으로 유동하지 않고, 제1 부 배관(16)에서만 유동한다. 이 압축 에어가 레귤레이터(64)를 통과하여 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)에 공급된다.

[0071] 밸브 제어 장치(100)는 제1 내지 제3 전자 밸브(74, 76, 96)를 제어하여 제1 전자 밸브(74) 및 제2 전자 밸브(76)를 폐쇄 상태로 하고, 또한 제3 전자 밸브(96)를 개방 상태로 한다. 그 결과, 레귤레이터(64)를 통과한 압축 에어는 제2 분지관(94)에만 유입된다. 이와 같이, 기기의 누설 검사를 행하는 경우, 제1 부 배관(16)을 대신하여 제2 분지관(94)에 압축 에어가 유동된다. 디지털 흐름 스위치(98)는 제2 분지관(94)에서 유동하는 압축 에어의 유량을 측정하고, 해당 유량을 정보 신호로 변환한다. PC(102)는 정보 신호를 유량으로 기록한다. PC(102)의 디스플레이는 가로축을 경과 시간으로 하고 세로축을 유량으로 하는 그래프를 표시한다.

[0072] 제2 분지관(94)에서 유동한 압축 에어는 복수개의 제2 부 배관(18) 각각으로 유입된다. 압축 에어는 제4 전자 밸브(104), 제5 전자 밸브(106) 및 제6 전자 밸브(108)를 거쳐, 제2 접속관(126)으로부터 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)의 제2 내부 챔버(142)로 도입된다(도 2 참조). 따라서, 피스톤(144)은 X 방향을 향하여 이

동한다. 제1 내부 챔버(140) 내의 압축 에어는 제1 접속관(124)을 거쳐 제4 전자 밸브(104), 제5 전자 밸브(106) 및 제6 전자 밸브(108)를 통과한다. 제1 내부 챔버(140) 내의 압축 에어는 제1 배출관(120)을 거친 후, 제3 배기관(150)으로부터 제3 사일렌서(156)를 통하여 대기로 방출된다.

[0073] 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) (및 관 이음매(128, 130))에 누설 개소가 존재하지 않는 경우, 소정 시간이 경과하여 피스톤(144)이 전진 끝부에 도달하면, 외관상, 제2 부 배관(18)으로부터 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)의 각 제2 내부 챔버(142)로의 압축 에어의 유동이 정지된다. 동시에, 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)의 각 제1 내부 챔버(140)로부터 대기로의 압축 에어의 방출도, 외관상, 정지한다. 이때, 제2 분지관(94)에 있어서의 압축 에어의 유량은 0이다.

[0074] 이것에 비해, 예를 들어, 제1 공기압 실린더(20)에 누설 개소가 존재하는 경우, 피스톤(144)이 전진 끝부에 도달한 후에도, 제2 분지관(94)으로부터 제1 공기압 실린더(20)를 향해 압축 에어가 유동한다. 제1 공기압 실린더(20)에 공급된 압축 에어는 누설 개소로부터 대기로 분출된다. 따라서, 제2 분지관(94)으로부터 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)에 압축 에어를 공급 개시하고 나서 소정 시간이 경과한 후, 제2 분지관(94)에 있어서의 압축 에어의 유량은, 0보다 큰 값이다. 검사원은 디지털 흐름 스위치(98)의 표시기 또는 PC(102)의 디스플레이의 표시를 확인하는 것에 의해, 제2 분지관(94)에 있어서의 압축 에어의 유량이 0보다 큰 것을 인식할 수 있다.

[0075] 다시 말해서, 검사원은 제2 분지관(94)에 있어서의 압축 에어의 유량이 0보다 큰 것에 기초하여, 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) (또는 관 이음매(128, 130)) 중 어느 하나에 누설 개소가 존재한다고 판단할 수 있다. 다음에, 검사원은 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) (또는 관 이음매(128, 130)) 중 어느 것이 누설되고 있는지를 특정하는 작업을 행한다.

[0076] 구체적으로, 제1 전자 밸브(74)의 폐쇄 상태를 유지하면서, 검사원은 밸브 제어 장치(100)를 조작하여 제2 전자 밸브(76)를 폐쇄 상태로 전환한다. 또, 검사원은 밸브 제어 장치(100)를 조작하여 제3 전자 밸브(96)를 개방 상태로 전환한다. 이상의 조작에 의해, 압축 에어가 제1 분지관(72)에서만 유동한다. 또한, 제2 블랙 라이트(158)로부터, 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)의 주변에 자외선을 조사한다.

[0077] 제1 분지관(72)에서 유동하는 압축 에어는 제2 미스트 발생기(80) 내에서 제2 형광용제(82)를 향하여 토출된다. 그 결과, 제2 형광용제(82)의 미스트가 발생한다. 미스트는 압축 에어에 수반되어 제1 분지관(72)에서 유동한 후, 제1 부 배관(16)을 거쳐 복수의 제2 부 배관(18) 각각에 분배된다.

[0078] 미스트를 수반하는 압축 에어는, 그 후, 제4 전자 밸브(104) 내지 제6 전자 밸브(108)를 각각 통과하여, 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)에 각각 공급된다. 바람직하게는, 먼저, 제1 내부 챔버(140) (또는 제2 내부 챔버(142))에 압축 에어를 공급하고 또한 제2 내부 챔버(142) (또는 제1 내부 챔버(140))로부터 압축 에어를 배출한다. 소정 시간이 경과한 후, 압축 에어의 공급처를 전환한다. 즉, 제2 내부 챔버(142) (또는 제1 내부 챔버(140))에 압축 에어를 공급하고 또한 제1 내부 챔버(140) (또는 제2 내부 챔버(142))로부터 압축 에어를 배출한다.

[0079] 제1 공기압 실린더(20)를 예시하여 설명한다. 제2 내부 챔버(142)에 압축 에어가 공급될 때, 제1 내부 챔버(140) 내의 압축 에어는 제1 접속관(124), 제4 전자 밸브(104)의 제4 포트(116), 해당 제4 전자 밸브(104)의 제1 포트(110), 제1 배출관(120), 제3 배기관(150)의 순으로 유동한다(도 2 참조). 반대로, 제1 내부 챔버(140)에 압축 에어가 공급될 때, 제2 내부 챔버(142) 내의 압축 에어는 제2 접속관(126), 제4 전자 밸브(104)의 제5 포트(118), 해당 제4 전자 밸브(104)의 제3 포트(114), 제2 배출관(122), 제3 배기관(150)의 순으로 유동한다(도 3 참조). 제2 공기압 실린더(22)에서는, 압축 에어는 제4 전자 밸브(104) 대신에 제5 전자 밸브(106)를 통과한다. 제3 공기압 실린더(24)에서는, 압축 에어는 제4 전자 밸브(104) 대신에 제6 전자 밸브(108)를 통과한다.

[0080] 제3 배기관(150)에는 제3 형광용제 회수부(152)가 설치되어 있다. 제3 형광용제 회수부(152)는 제3 필터(154)를 갖는다. 압축 에어에 포함된 미스트(제2 형광용제(82))는 제3 필터(154)에 포집된다. 이 포집에 의해 미스트가 압축 에어로부터 제거된다. 미스트가 제거된 압축 에어는 제3 사일렌서(156)를 통하여 제3 배기관(150)으로부터 대기로 방출된다.

[0081] 예를 들어, 제1 공기압 실린더(20)에만 누설이 있는 경우, 상기의 유동 과정에 있어서, 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 공기압 실린더(20)의 누설 개소를 기점으로 하여 확산하는 형광(F)이 관찰된다. 대조적으로, 제2 공기압 실린더(22) 및 제3 공기압 실린더(24)에 있어서 형광(F)이 관찰되지 않는다. 따라서, 검사원은 제1 공기압

실린더(20)에서 형광(F)이 관찰되고, 또한 제2 공기압 실린더(22) 및 제3 공기압 실린더(24)에서 형광(F)이 관찰되지 않는 것에 기초하여, 압축 에어의 누설 개소가 제1 공기압 실린더(20)라고 판단할 수 있다.

[0082] 제1 공기압 실린더(20)와 제2 접속관(126)을 접속하는 제2 관 이음매(130)에 누설이 있는 경우를 설명한다. 이 경우, 예를 들어, 제1 내부 챔버(140)에 압축 에어를 공급하고 또한 제2 내부 챔버(142)로부터 압축 에어를 배출하는 도중에, 제1 공기압 실린더(20)의 제2 관 이음매(130)를 기점으로 하여 확산하는 형광(F)이 관찰된다. 이것에 비해, 제2 공기압 실린더(22) 및 제3 공기압 실린더(24)의 각 제2 관 이음매(130)에 있어서 형광(F)이 관찰되지 않는다. 검사원은, 이 관찰 결과에 기초하여, 압축 에어의 누설 개소가 제1 공기압 실린더(20)의 제2 관 이음매(130)라고 판단할 수 있다.

[0083] 이와 같이, 기기 검사 시스템(70)에 의하면, 우선, 복수개의 제1 부 배관(16) 중에서, 미스트를 포함하는 압축 에어의 누설이 발생하고 있는 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) (또는 관 이음매(128, 130))가 접속된 제1 부 배관(16)이 특정된다. 이 경우, 누설이 발생하고 있다고 판단된 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 및 그 주변에만 자외선이 조사된다. 다음으로, 자외선에 의해 형광(F)이 강조되는 것에 기초하여, 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) (또는 관 이음매(128, 130)) 중에서, 누설이 발생하고 있는 공기압 실린더(또는 관 이음매(128, 130))가 특정된다.

[0084] 상기한 수순으로 하는 것에 의해, 다른 제1 부 배관(16)의 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) (또는 관 이음매(128, 130))에 대해 자외선을 조사하는 것은 불필요하게 된다. 여기서, "다른 제1 부 배관(16)"은 디지털 흐름 스위치(98)에 의해 측정된 유량이 0인 제1 부 배관(16)이다. 다시 말해서, 다른 제1 부 배관(16)에서는 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) (또는 관 이음매(128, 130))에 누설이 발생하지 않았다고 판단된다. 즉, 누설이 발생하지 않은 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) (또는 관 이음매(128, 130))에 자외선을 조사할 필요는 없다. 따라서, 제2 블랙 라이트(158)의 소형화를 도모할 수 있다.

[0085] 기기의 누설 검사에 있어서도, 검사원의 숙련의 정도 또는 습득 지식의 정도 등에 관계없이, 검사원이 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) (또는 관 이음매(128, 130))로부터 압축 에어가 누설되고 있는지 여부를 판단하는 것이 용이하다. 또, 검사원은 누설 개소를 용이하게 또한 단시간에 특정할 수 있다.

[0086] 제4 전자 밸브(104) 내지 제6 전자 밸브(108) 및 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 등에는 제2 형광용제(82)의 미스트를 포함하는 압축 에어가 유동한다. 여기서, 제2 형광용제(82)의 용매는, 예를 들어 고 휘발성의 유기 용매이다. 이 경우, 미스트는 신속하게 증발한다. 따라서, 제2 부 배관(18), 제4 전자 밸브(104) 내지 제6 전자 밸브(108) 및 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 등의 내부에 미스트가 체류하는 경우는 거의 없다. 따라서, 제2 형광용제(82)의 미스트에 기인하여, 제4 전자 밸브(104) 내지 제6 전자 밸브(108) 및 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 등에 고장 또는 부식이 발생하는 것이 회피된다.

[0087] 또, 미스트가 신속하게 증발하기 때문에, 제4 전자 밸브(104) 내지 제6 전자 밸브(108) 및 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 내의 윤활제(그리스 등)가 미스트에 용출되는 것도 거의 없다. 따라서, 제4 전자 밸브(104) 내지 제6 전자 밸브(108) 및 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)의 밀봉 또는 동작 성능 등에 영향을 미치는 것이 회피된다.

[0088] 제4 전자 밸브(104) 내지 제6 전자 밸브(108) 및 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 등의 주 재료는 금속 재료이다. 금속 재료는 유기 용매에 대해 화학적으로 안정하다. 따라서, 제2 형광용제(82)의 용매가 유기 용매인 경우, 제4 전자 밸브(104) 내지 제6 전자 밸브(108) 및 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 등에 고장 또는 부식이 발생하는 것이 더욱 회피된다.

[0089] 특히, 금속재는 에탄올 등의 알코올류에 대하여 화학적으로 안정하다. 게다가 알코올류는 고휘발성이다. 따라서, 제2 형광용제(82)의 용매는 에탄올 등의 알코올류인 것이 바람직하다.

[0090] 또, 제4 전자 밸브(104) 내지 제6 전자 밸브(108) 및 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 등은 내압 구조이다. 따라서, 미스트가 증발했을 때에도, 제4 전자 밸브(104) 내지 제6 전자 밸브(108) 및 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24) 등이 증기압에 의해 변형될 우려는 없다.

[0091] 이상과 같이 하여 누설 검사가 종료된 후, 누설 개소가 존재하는 것으로 판정된 피검사부분(32) 또는 기기는 교환된다. 그 후, 누설이 확인되지 않을 때까지 상기 누설 검사를 반복한다.

[0092] 모든 누설 검사가 종료된 후, 제5 밸브(58)를 개방 상태로 한다. 이것에 수반하여, 미스트 및 압축 에어는 제1 분지관(72)로부터 제2 사일렌서(92)를 통하여 대기로 방출된다. 따라서, 제1 분지관(72)에 미스트가 체류하는

것이 회피된다.

[0093] 공기압 기기 시스템(10)을 운전하는 경우, 제1 밸브(36), 제3 밸브(48) 및 제1 전자 밸브(74)를 개방 상태로 하고, 또한 제2 밸브(38), 제4 밸브(50), 제5 밸브(58), 제2 전자 밸브(76) 및 제3 전자 밸브(96)는 폐쇄 상태로 한다. 이것에 의해, 압축기(12)를 출발한 압축 에어는, 주 배관(14)을 거쳐 각각의 제1 부 배관(16)에 분배된다. 압축 에어는, 그 후, 각각의 제2 부 배관(18)에 분배되고, 제1 내지 제3 공기압 실린더(20, 22, 24)를 동작시키는 작동 에어가 된다. 이 때, 제1 분기관(34) 및 제1 분지관(72)은 압축 에어가 유동하지 않는다. 따라서 미스트는 압축 에어에 수반하여 유동되지 않는다.

[0094] 상기한 바와 같이, 검사원은 형광(F)이 발생했는지 여부에 기초하여 누설 개소가 존재하는지 여부를 단시간에 판단할 수 있다. 따라서, 예를 들어, 공기압 기기 시스템(10)의 운전 중에 예기치 않은 사태에 의해 압축 에어의 누설이 발생할 때, 공기압 기기 시스템(10)의 운전을 정지하고, 배관 또는 기기의 누설 검사를 단시간에 종료할 수 있다. 다시 말해서, 공기압 기기 시스템(10)을 장시간에 걸쳐 정지시킬 필요는 없다. 따라서, 공기압 기기 시스템(10)을 조기에 복구하는 것이 가능하다.

[0095] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시형태는, 압축 에어가 유동하는 배관(16)의 피검사부분(32)에 압축 에어의 누설 개소가 존재하는지 여부를 검사하는 배관 검사 시스템(30)으로서,

[0096] 상기 피검사부분의 상류에서 상기 배관으로부터 분기하고, 또한 상기 배관에 합류하는 제1 분기관(34)과,

[0097] 상기 제1 분기관에 설치되어 상기 피검사부분에 형광용제(44)를 공급하는 형광용제 공급부(40)와,

[0098] 상기 피검사부분의 하류에서 상기 배관으로부터 분기하는 제2 분기관(46)과,

[0099] 상기 제2 분기관에 설치되어 상기 피검사부분으로부터 상기 형광용제를 회수하는 형광용제 회수부(52)

[0100] 를 포함하는 배관 검사 시스템을 개시한다.

[0101] 이 경우, 피검사부분으로부터 형광이 관찰되는지 여부에 기초하여, 피검사부분에 누설 개소가 존재하는지 여부 등을 용이하고 또한 신속하게 판단 할 수 있다. 게다가, 검사원이 이 판단을 행할 때, 특별한 기술 또는 지식은 불필요하다.

[0102] 또, 형광용제는, 피검사부분에서 유동한 후, 형광용제 회수부에 의해 회수된다. 이 때문에, 배관의, 피검사부분보다 하류로 형광용제가 유동하는 것이 회피된다. 즉, 형광용제가 배관의 말단에 접속된 공기압 기기 등으로 유입되는 것이 방지된다. 또, 배관 또는 공기압 기기의 내부에 형광용제가 체류하는 것도 회피된다. 이 때문에, 형광용제에 기인하여 공기압 기기가 고장 또는 부식될 우려가 불식된다.

[0103] 본 실시형태는, 상기 형광용제 공급부가 형광용제를 미스트화하는 미스트 발생기(42)를 갖고, 미스트로 된 형광용제를 상기 피검사부분에 공급하는 배관 검사 시스템을 개시한다.

[0104] 미스트는 액적에 비해 용이하게 확산된다. 따라서, 압축 에어에 미스트를 수반시킴으로써, 미스트(형광용제)를 피검사부분에 도달시키는 것이 용이하다. 또, 피검사부분으로부터 미스트(형광용제)를 유출시키는 것도 용이하다.

[0105] 본 실시형태는, 상기 형광용제가 형광제의 수용액 또는 에멀젼 수용액인 배관 검사 시스템을 개시한다.

[0106] 물 또는 에멀젼수의 증기압은 비교적 낮다. 따라서 배관 내부에서 미스트가 증발하는 것은 용이하지 않다. 따라서, 배관 검사 시스템을 미스트의 증기압을 고려한 내압 구조로 할 필요는 특별히 없다. 이 때문에, 설비 투자의 저렴화를 도모할 수 있다.

[0107] 본 실시형태는, 상기 배관의, 상기 제1 분기관이 분기하는 개소로부터 합류하는 개소까지의 사이에 설치된 제1 밸브(36)와, 상기 제1 분기관의, 상기 형광용제 공급부로부터 상류에 설치된 제2 밸브(38)와, 상기 배관의, 상기 제2 분기관이 분기하는 개소보다 하류에 설치된 제3 밸브(48)와, 상기 제2 분기관의, 상기 형광용제 회수부보다 상류에 설치된 제4 밸브(50)를 포함하는 배관 검사 시스템을 개시한다.

[0108] 이 구성에서는, 제1 밸브 내지 제4 밸브의 개폐를 개별적으로 전환할 수 있다. 이 전환에 의해, 피검사부분에서 유동하는 유체를, 미스트를 포함하지 않는 압축 에어, 또는 미스트를 수반한 압축 에어 중 어느 하나로 선택적으로 전환할 수 있다. 즉, 피검사부분에 유동하는 유체의 전환이 용이하다.

[0109] 본 실시형태는, 제2 분기관의, 상기 형광용제 회수부보다 하류에 설치되고, 대기로 개방된 배기부(56)를 포함하

는 배관 검사 시스템을 개시한다.

[0110] 압축 에어에 수반되는 형광용제는 형광용제 회수부에 의해 압축 에어로부터 분리된다. 따라서, 형광용제 회수부보다 하류에는, 형광용제가 제거된 압축 에어가 유동한다. 그러나, 예기치 않은 사태에 의해, 형광용제 회수부에서의 형광용제의 제거가 불충분해지는 것이 상정된다. 상기 구성에 따르면, 이와 같은 상황에 있어서, 압축 에어를 대기로 방출하는 것이 가능하다. 이 때문에, 배관의 말단에 접속된 공기압 기기 등에 형광용제가 유입되는 것을 회피할 수 있다.

[0111] 본 실시형태는, 상기 피검사부분에 자외선을 조사하는 블랙 라이트(62)를 포함하는 배관 검사 시스템을 개시한다.

[0112] 배관에 누설이 있을 때에는 누설 개소로부터 미스트를 수반한 압축 에어가 분출된다. 자외선을 조사하는 경우, 자외선에 의해 형광이 강조된다. 따라서, 압축 에어의 누설 개소를 용이하게 특정할 수 있다.

[0113] 공장에 있어서, 배관은 상당한 긴 물체이다. 일본 특허 제4297862호 공보에 기재된 구성을 배관의 누설 검사에 적용한 경우, 배관 전체에 걸쳐 광원 및 카메라를 배치하여야 한다. 따라서 수십 대의 광원 및 카메라가 필요하게 된다. 그 결과, 설비 투자가 급등한다.

[0114] 이것에 비해, 본 실시형태에 따르면, 블랙 라이트는 피검사부분에 대해 자외선을 조사할 수 있는 크기로 충분하다. 이 때문에, 설비 투자의 저렴화를 도모할 수 있다.

[0115] 또한, 본 발명은 전술한 실시형태로 한정되지 않고, 본 발명의 요지를 일탈하지 않고 여러 가지 구성을 취할 수 있다.

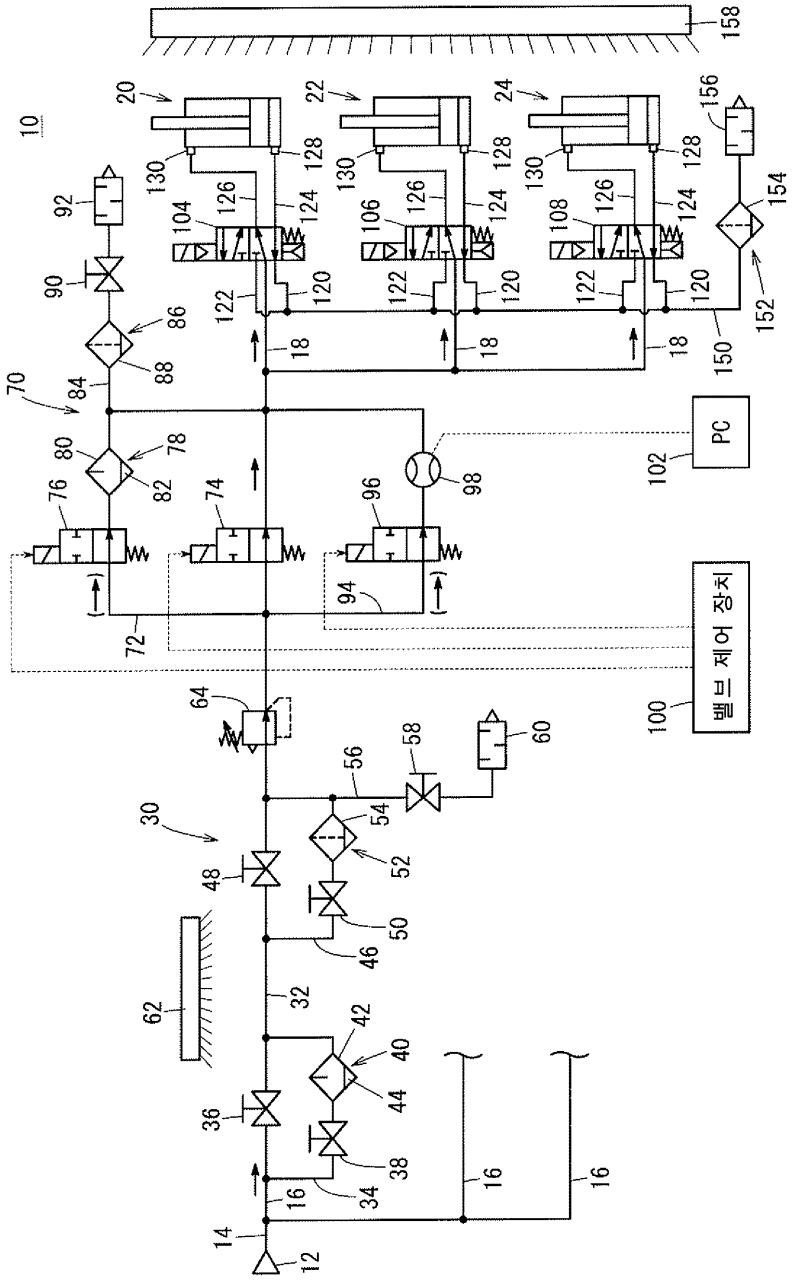
[0116] 예를 들어, 배관으로부터의 압축 에어의 누설 검사만을 행하는 경우, 제5 밸브(58)로부터 제1 사일렌서(60)를 통하여 압축 에어를 대기로 방출하는 것도 가능하다. 이것에 비해, 기기로부터의 압축 에어의 누설 검사만을 행하는 경우, 제1 밸브(36) 및 제3 밸브(48)를 개방 상태로 하고, 또한 제2 밸브(38), 제4 밸브(50) 및 제5 밸브(58)를 폐쇄 상태로 하여, 압축 에어를 제1 분지관(72)에 공급한다.

[0117] 이것으로부터 알 수 있는 바와 같이, 배관의 누설 검사와 기기의 누설 검사를 개별적으로 실시하는 것도 가능하다. 또한, 배관 검사 시스템(30)을 기기 검사 시스템(70)과 동시에 공기압 기기 시스템(10)에 조립할 필요는 특별히 없다. 즉, 배관 검사 시스템(30)만을 공기압 기기 시스템(10)에 조립할 수도 있다.

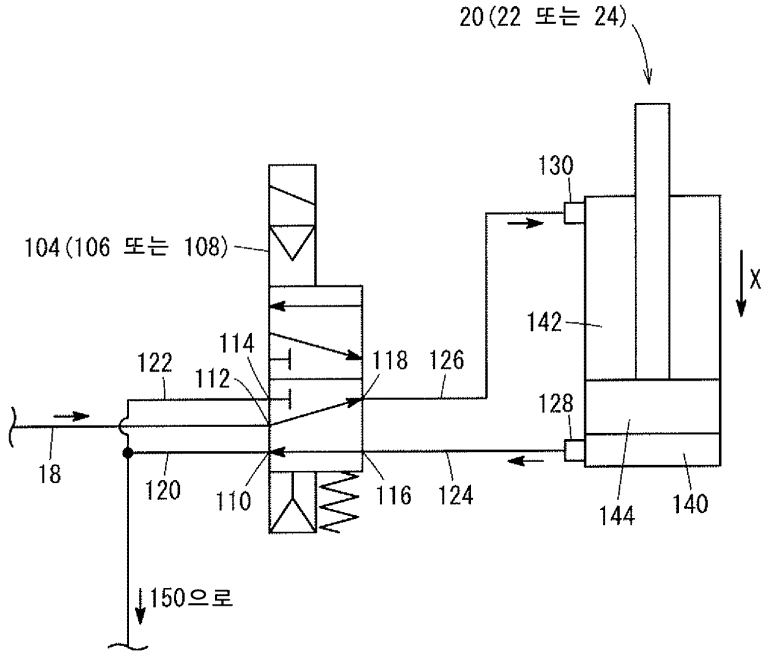
[0118] 공기압 기기는 공기압 실린더로 특별히 한정되지 않는다. 공기압 기기의 다른 구체예로서는, 공기압 척 또는 공기압 액추에이터 등을 들 수 있다.

도면

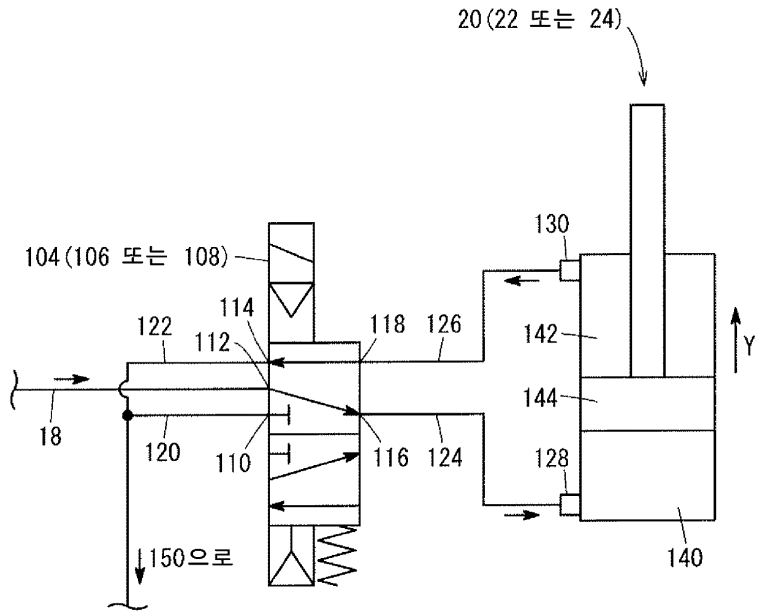
도면1



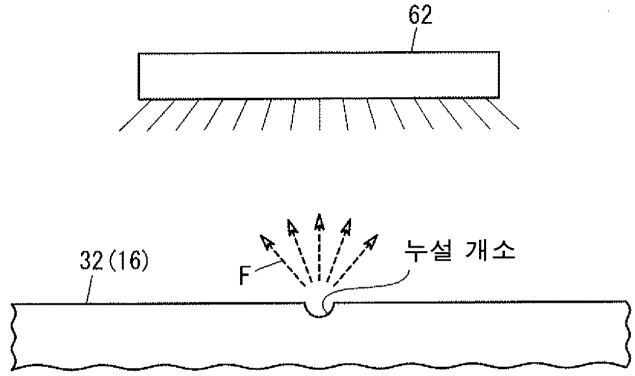
도면2


20(22 또는 24)
130
104(106 또는 108)
X
142
114
122
112
118
126
128
18
120
110
116
124
144
140
150으로

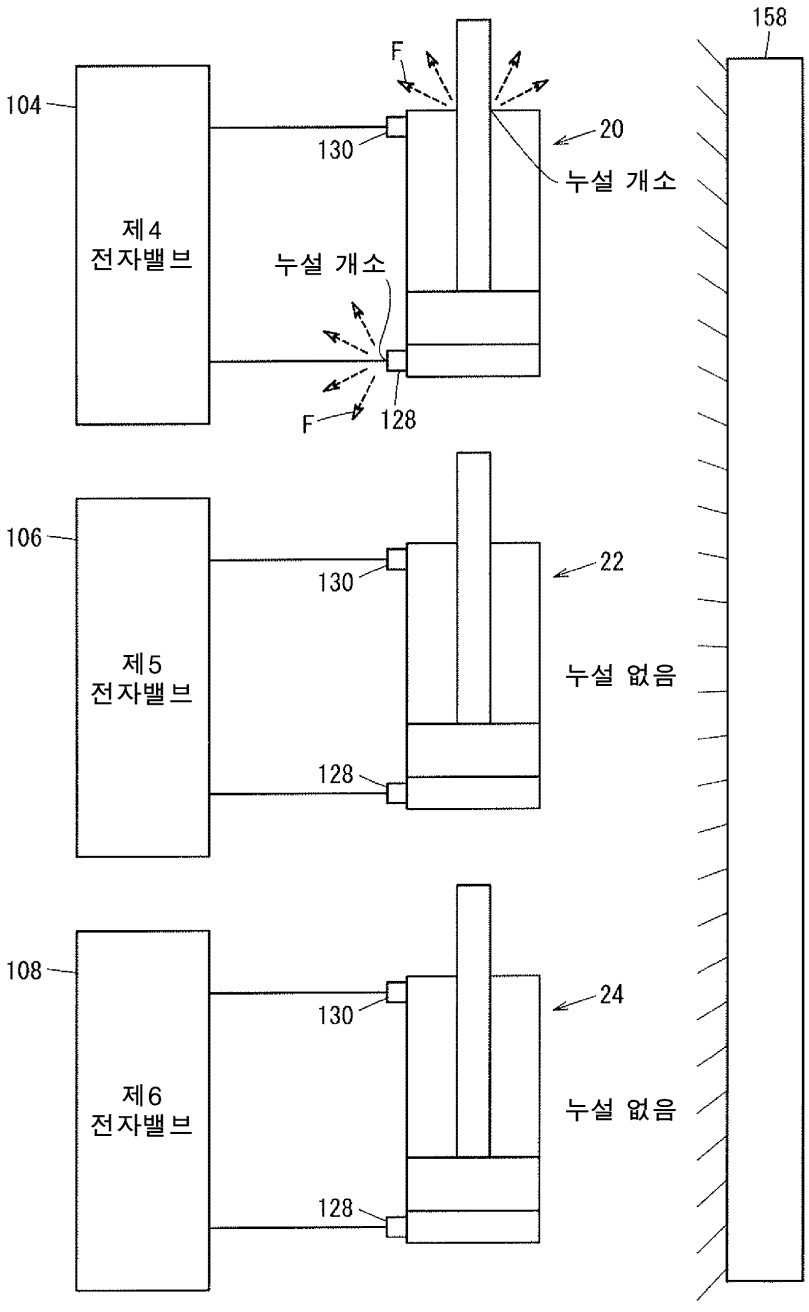
도면3


20(22 또는 24)
130
104(106 또는 108)
114
122
112
118
126
142
Y
144
18
120
110
116
124
128
140
150으로

도면4


62
32(16)
F
누설 개소

도면5


158
104
제4
전자밸브
F
130
20
누설 개소
누설 개소
F
128
106
제5
전자밸브
130
22
누설 없음
128
108
제6
전자밸브
130
24
누설 없음
128