



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0010192  
(43) 공개일자 2020년01월30일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F16L 23/02 (2006.01) F16L 23/16 (2006.01)  
F16L 55/00 (2019.01) GOIL 5/00 (2020.01)
- (52) CPC특허분류  
F16L 23/02 (2013.01)  
F16L 23/16 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7030284
- (22) 출원일자(국제) 2017년05월24일  
심사청구일자 2020년01월20일
- (85) 번역문제출일자 2019년10월15일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2017/019350
- (87) 국제공개번호 WO 2018/216133  
국제공개일자 2018년11월29일

- (71) 출원인  
주식회사 발카  
일본 도쿄 시나가와쿠 오사키 2초메 1-1
- (72) 발명자  
야마베 마사유키  
일본 나라켄 고조시 스가와쵸 테쿠노파쿠 나라고  
교단치 5-2 닛폰 바루카 고교 가부시키키가이샤 나  
이
- (74) 대리인  
특허법인코리아나

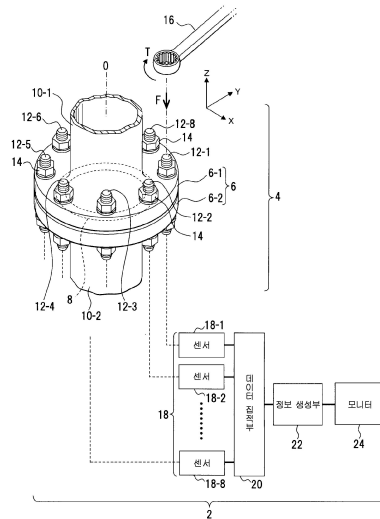
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 시일재의 시공 모니터링 장치, 시공 모니터링 프로그램, 시공 모니터링 방법, 시공 모니터링 시스템 및 시공 실습 시스템

(57) 요약

시일재의 시공 상태의 확인의 용이화와 함께 시공의 신뢰성이나 시공 능력을 높인다. 플랜지 이음매 (6) 에 시일재 (개스킷 (8)) 를 끼우고 복수의 볼트 (12-1, 12-2 · · · 12-8) 로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 모니터링 장치 (2) 로서, 중심점으로부터 방사상으로 연장되는 복수의 좌표를 생성하고, 각 좌표 상에 상기 볼트의 목표 축력, 또는 상기 볼트의 검출 축력을 상기 중심점으로부터의 거리로 표시하고, 인접하는 상기 좌표 상의 상기 목표 축력 사이 또는 상기 검출 축력 사이를 연결하여, 상기 좌표 상에 상기 목표 축력에 의한 제 1 분포 도형 (26-1), 또는 상기 검출 축력에 의한 제 2 분포 도형 (26-2) 을 생성하는 도형 정보 생성 수단 (정보 생성부 (22)) 을 구비한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*F16L 55/00* (2013.01)

*G01L 5/00* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 모니터링 장치로서,  
중심점으로부터 방사상으로 연장되는 복수의 좌표를 생성하고, 각 좌표 상에 상기 볼트의 목표 축력, 또는 상기 볼트의 검출 축력을 상기 중심점으로부터의 거리로 표시하고, 인접하는 상기 좌표 상의 상기 목표 축력 사이 또는 상기 검출 축력 사이를 연결하여, 상기 좌표 상에 상기 목표 축력에 의한 제 1 분포 도형, 또는 상기 검출 축력에 의한 제 2 분포 도형을 생성하는 도형 정보 생성 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 시일재의 시공 모니터링 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
상기 도형 정보 생성 수단은, 상기 제 1 분포 도형 및 상기 제 2 분포 도형을 공통의 좌표 상에 겹쳐 표시시키는 것을 특징으로 하는 시일재의 시공 모니터링 장치.

#### 청구항 3

플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 모니터링 장치로서,  
각 볼트의 축력을 검출하는 복수의 제 1 센서와,  
상기 축력에 대한 목표 축력 및 위치 정보에 의해 상기 목표 축력의 분포 정보를 생성하고, 상기 축력 및 위치 정보에 의해 상기 축력의 분포 정보를 생성하는 정보 생성부와,  
좌표 상에 상기 목표 축력을 나타내는 제 1 분포 도형을 제시하고, 상기 축력을 나타내는 제 2 분포 도형을 제시하는 모니터를 구비하는 것을 특징으로 하는 시일재의 시공 모니터링 장치.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,  
추가로, 상기 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 제 2 센서를 구비하고, 상기 정보 생성부가 상기 제 2 센서의 센서 출력에 의해 평행도 정보를 생성하고,  
상기 모니터가 플랜지 사이의 평행도를 나타내는 제 3 분포 도형을 제시하는 것을 특징으로 하는 시일재의 시공 모니터링 장치.

#### 청구항 5

제 3 항에 있어서,  
추가로, 상기 정보 생성부는, 시일재마다 목표 체결력이 설정되고, 상기 플랜지 이음매의 플랜지 및 상기 볼트의 치수 정보에 의해 산출되는 체결 토크를 참조하여, 상기 시일재에 대한 체결력이 상기 목표 체결력에 도달했는지를 볼트마다 판정하고,  
상기 모니터에 판정 결과를 제시하는 것을 특징으로 하는 시일재의 시공 모니터링 장치.

#### 청구항 6

제 3 항에 있어서,  
추가로, 상기 플랜지 이음매를 구비하는 시일 시공부의 위치 또는 각도를 변경함으로써, 또는 상기 플랜지 이음매의 위치 또는 각도를 변경함으로써, 작업 환경을 모의 가능하게 한 것을 특징으로 하는 시일재의 시공 모니터링 장치.

**청구항 7**

컴퓨터에 실행시키는, 시일재의 시공 모니터링 프로그램으로서,

중심점으로부터 방사상으로 연장되는 복수의 좌표를 생성하고, 각 좌표 상에 상기 볼트의 목표 축력, 또는 상기 볼트의 검출 축력을 상기 중심점으로부터의 거리로 표시하고, 인접하는 상기 좌표 상의 상기 목표 축력 사이 또는 상기 검출 축력 사이를 연결하여, 상기 좌표 상에 상기 목표 축력에 의한 제 1 분포 도형, 또는 상기 검출 축력에 의한 제 2 분포 도형을 생성하는 기능을 상기 컴퓨터로 실현하기 위한, 시일재의 시공 모니터링 프로그램.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

추가로, 상기 제 1 분포 도형 및 상기 제 2 분포 도형을 공통의 좌표 상에 겹쳐 표시시키는 기능을 상기 컴퓨터로 실현하는 것을 특징으로 하는 시일재의 시공 모니터링 프로그램.

**청구항 9**

컴퓨터에 실행시키는, 시일재의 시공 모니터링 프로그램으로서,

각 볼트의 축력을 검출하는 복수의 제 1 센서로부터 센서 출력을 받고,

상기 축력에 대한 목표 축력 및 위치 정보에 의해 상기 목표 축력의 분포 정보를 생성하고, 상기 축력 및 위치 정보에 의해 상기 축력의 분포 정보를 생성하고,

좌표 상에 상기 목표 축력을 나타내는 제 1 분포 도형을 제시하고, 상기 축력을 나타내는 제 2 분포 도형을 제시하는

기능을 상기 컴퓨터로 실현하기 위한, 시일재의 시공 모니터링 프로그램.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

추가로, 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 제 2 센서로부터 센서 출력을 받고,

상기 센서 출력에 의해 평행도 정보를 생성하고,

상기 플랜지 사이의 상기 평행도를 나타내는 제 3 분포 도형을 제시하는

기능을 상기 컴퓨터로 실현하는, 시일재의 시공 모니터링 프로그램.

**청구항 11**

제 9 항에 있어서,

추가로, 시일재마다 목표 체결력을 설정하고, 그 목표 체결력에 상기 시일재에 대한 체결력이 도달했는지를 볼트마다 판정하고,

그 판정 결과를 모니터에서 제시하는

기능을 상기 컴퓨터로 실현하는, 시일재의 시공 모니터링 프로그램.

**청구항 12**

제 9 항에 있어서,

추가로, 각 볼트의 체결 수순을 판정하고, 그 판정 결과를 상기 모니터에 제시하는 기능을 상기 컴퓨터로 실현하는, 시일재의 시공 모니터링 프로그램.

**청구항 13**

플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 모니터링 방법으로서,

도형 정보 생성 수단이 중심점으로부터 방사상으로 연장되는 복수의 좌표를 생성하고, 각 좌표 상에 상기 볼트의 목표 축력, 또는 상기 볼트의 검출 축력을 상기 중심점으로부터의 거리로 표시하고, 인접하는 상기 좌표 상의 상기 목표 축력 사이 또는 상기 검출 축력 사이를 연결하여, 상기 좌표 상에 상기 목표 축력에 의한 제 1 분포 도형, 또는 상기 검출 축력에 의한 제 2 분포 도형을 생성하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 시일재의 시공 모니터링 방법.

**청구항 14**

플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 모니터링 방법으로서, 각 볼트의 축력을 검출하는 공정과,

상기 축력에 대한 목표 축력 및 위치 정보에 의해 상기 목표 축력의 분포 정보를 생성하고, 상기 축력 및 위치 정보에 의해 상기 축력의 분포 정보를 생성하는 공정과,

좌표 상에 상기 목표 축력을 나타내는 제 1 분포 도형을 제시하고, 상기 축력을 나타내는 제 2 분포 도형을 제시하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 시일재의 시공 모니터링 방법.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,

추가로, 상기 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 공정과,

상기 평행도에 의해 평행도 정보를 생성하는 공정과,

상기 플랜지 사이의 상기 평행도를 나타내는 제 3 분포 도형을 제시하는 공정을 포함하는, 시일재의 시공 모니터링 방법.

**청구항 16**

플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 모니터링 시스템으로서,

플랜지 이음매에 시일재를 끼워 체결하는 복수의 볼트의 축력을 검출하는 제 1 센서, 또는 상기 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 제 2 센서를 구비하는 시일 시공부와,

중심점으로부터 방사상으로 연장되는 복수의 좌표를 생성하고, 각 좌표 상에 상기 볼트의 목표 축력, 또는 상기 볼트의 검출 축력을 상기 중심점으로부터의 거리로 표시하고, 인접하는 상기 좌표 상의 상기 목표 축력 사이 또는 상기 검출 축력 사이를 연결하여, 상기 좌표 상에 상기 목표 축력에 의한 제 1 분포 도형, 또는 상기 검출 축력에 의한 제 2 분포 도형을 생성하는 도형 정보 생성 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 시일재의 시공 모니터링 시스템.

**청구항 17**

플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 모니터링 시스템으로서,

플랜지 이음매에 시일재를 끼워 체결하는 복수의 볼트의 축력을 검출하는 제 1 센서, 또는 상기 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 제 2 센서를 구비하는 시일 시공부와,

상기 제 1 센서 또는 상기 제 2 센서와 유선 또는 무선으로 접속되고, 상기 축력에 대한 목표 축력 및 위치 정보에 의해 상기 목표 축력의 분포 정보를 생성하고, 상기 축력 및 위치 정보에 의해 상기 축력의 분포 정보를 생성하거나, 또는 상기 평행도에 의해 평행도 정보를 생성하는 정보 생성부와,

상기 정보 생성부와 유선 또는 무선으로 접속되고, 좌표 상에 상기 목표 축력을 나타내는 제 1 분포 도형을 제시하고, 상기 축력을 나타내는 제 2 분포 도형을 제시하거나, 또는 상기 평행도를 나타내는 제 3 분포 도형을 제시하는 모니터를 구비하는 것을 특징으로 하는 시일재의 시공 모니터링 시스템.

**청구항 18**

플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 실습 시스템으로서,

플랜지 이음매에 시일재를 끼워 체결하는 복수의 볼트의 축력을 검출하는 제 1 센서, 또는 상기 플랜지 이음매

의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 제 2 센서를 구비하는 시일 시공부와,

중심점으로부터 방사상으로 연장되는 복수의 좌표를 생성하고, 각 좌표 상에 상기 볼트의 목표 축력, 또는 상기 볼트의 검출 축력을 상기 중심점으로부터의 거리로 표시하고, 인접하는 상기 좌표 상의 상기 목표 축력 사이 또는 상기 검출 축력 사이를 연결하여, 상기 좌표 상에 상기 목표 축력에 의한 제 1 분포 도형, 또는 상기 검출 축력에 의한 제 2 분포 도형을 생성하는 도형 정보 생성 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 시일재의 시공 실습 시스템.

**청구항 19**

플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 실습 시스템으로서,

플랜지 이음매에 시일재를 끼워 체결하는 복수의 볼트의 축력을 검출하는 제 1 센서, 또는 상기 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 제 2 센서를 구비하는 시일 시공부와,

상기 제 1 센서 또는 상기 제 2 센서와 유선 또는 무선으로 접속되고, 상기 축력에 대한 목표 축력 및 위치 정보에 의해 상기 목표 축력의 분포 정보를 생성하고, 상기 축력 및 위치 정보에 의해 상기 축력의 분포 정보를 생성하거나, 또는 상기 평행도에 의해 평행도 정보를 생성하는 정보 생성부와,

상기 정보 생성부와 유선 또는 무선으로 접속되고, 좌표 상에 상기 목표 축력을 나타내는 제 1 분포 도형을 제시하고, 상기 축력을 나타내는 제 2 분포 도형을 제시하거나, 또는 상기 평행도를 나타내는 제 3 분포 도형을 제시하는 모니터를 구비하는 것을 특징으로 하는 시일재의 시공 실습 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 배관 연결의 플랜지 이음매에 사용되는 개스킷 등의 시일재의 시공 및 시공 모니터링의 기술에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 배관 연결이나 배관에 펌프 등의 설비를 접속시키는 시공에서는, 플랜지 이음매에 개스킷 등의 시일재를 끼워 넣고, 플랜지 이음매의 복수 지점에 배치한 볼트로 개스킷을 체결하고 있다.

[0003] 이 시공에 관해, 개스킷을 개재시킨 플랜지 체결부의 체결력 내지 체결 상태를 계측하고, 체결부로부터의 유체의 리크를 감시하는 것이 알려져 있다 (예를 들어, 특허문헌 1). 이 플랜지 체결부에 개재시킨 개스킷측의 압력에 대해, 이 압력을 압력 센서로 측정하고, 그 측정값에 의해 플랜지 체결력을 판정하는 것이 알려져 있다 (예를 들어, 특허문헌 2).

[0004] 이 시공에 관한 교육용 기재로서, 토크 렌치 등의 체결구에 의해 체결되는 볼트의 체결력을 로드 셀에 의해 검출하여 디스플레이에 표시하고, 플랜지의 면압을 작업자에게 확인시키는 것이 알려져 있다 (예를 들어, 특허문헌 3).

[0005] 나아가서는, 플랜지 이음매의 볼트 조임에 의한 연습을 위해, 볼트의 변형 데이터를 시인화(視認化)하는 플랜지 체결 실습 시스템도 알려져 있다 (예를 들어, 특허문헌 4).

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0006] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 평9-329281호
- (특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2007-292628호
- (특허문헌 0003) 일본 공개특허공보 2009-191932호
- (특허문헌 0004) 일본 공개특허공보 2015-141345호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0007] 그런데, 시일재에는 특성이 상이한 여러 가지 제품이 있어, 선택의 자유도가 있다. 조건에 적합한 우수한 시일재를 선정해도, 시공 상태가 불완전하면, 시일재가 갖는 기능을 발휘할 수 없고, 시일 기능의 저하는 누설 등을 발생시킨다는 과제가 있다. 시일재를 체결하는 볼트의 축력을 높이면 체결력이 증대되지만, 체결력이 시일재의 허용력의 한계를 초과하면, 시일재를 압괴시킬 위험성이 있고, 체결력이 부족하면, 필요한 시일 성능이 얻어지지 않는다. 복수의 볼트의 각 축력이 불균일하면, 시일재에 변형을 발생시켜, 기대하는 시일 성능이 얻어지지 않는다는 과제가 있다. 이 때문에, 착탈 가능한 배관 연결부의 안전성이나 신뢰성을 확보하는데 있어서, 시일재의 시공은 매우 중요하여, 신중한 시공이 요구된다.
- [0008] 이러한 시일재의 시공은, 습숙(習熟)된 작업자에 의한 것이 바람직하고, 습숙을 위해서는 훈련이나 경험이 필요하다. 그러나, 습숙자에게 있어서도 기능(技能)을 확인하고, 스킬 업을 도모하는 것은, 시공의 신뢰성을 확보하는 데에 있어서 중요하다.
- [0009] 그래서, 본 발명의 목적은 상기 과제를 감안하여, 시일재의 시공 상태의 확인의 용이화와 함께 시공의 신뢰성이나 시공 능력을 높이는 것에 있다.
- [0010] 또, 본 발명의 다른 목적은, 시일재를 체결하는 볼트 축력의 균일화뿐만 아니라, 플랜지 사이의 평행도, 시일재마다의 체결력, 볼트의 체결 수순에 따라라도 시일 성능에 영향을 미친다는 본 발명자의 지견에 기초하여, 플랜지 사이의 평행도, 시일재마다의 체결력, 체결 수순을 감시하여, 시공 기능의 향상에 기여하고, 시일 시공의 신뢰성을 보다 높이는 것에 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 시일재의 시공 모니터링 장치의 일 측면에 의하면, 플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 모니터링 장치로서, 중심점으로부터 방사상으로 연장되는 복수의 좌표를 생성하고, 각 좌표 상에 상기 볼트의 목표 축력, 또는 상기 볼트의 검출 축력을 상기 중심점으로부터의 거리로 표시하고, 인접하는 상기 좌표 상의 상기 목표 축력 사이 또는 상기 검출 축력 사이를 연결하여, 상기 좌표 상에 상기 목표 축력에 의한 제 1 분포 도형, 또는 상기 검출 축력에 의한 제 2 분포 도형을 생성하는 도형 정보 생성 수단을 구비한다.
- [0012] 상기 시일재의 시공 모니터링 장치에 있어서, 상기 도형 정보 생성 수단은, 상기 제 1 분포 도형 및 상기 제 2 분포 도형을 공통의 좌표 상에 겹쳐 표시시킨다.
- [0013] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 시일재의 시공 모니터링 장치의 일 측면에 의하면, 플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 모니터링 장치로서, 각 볼트의 축력을 검출하는 복수의 제 1 센서와, 상기 축력에 대한 목표 축력 및 위치 정보에 의해 상기 목표 축력의 분포 정보를 생성하고, 상기 축력 및 위치 정보에 의해 상기 축력의 분포 정보를 생성하는 정보 생성부와, 좌표 상에 상기 목표 축력을 나타내는 제 1 분포 도형을 제시하고, 상기 축력을 나타내는 제 2 분포 도형을 제시하는 모니터를 구비한다.
- [0014] 상기 시일재의 시공 모니터링 장치에 있어서, 추가로, 상기 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 제 2 센서를 구비하고, 상기 정보 생성부가 상기 제 2 센서의 센서 출력에 의해 평행도 정보를 생성하고, 상기 모니터가 플랜지 사이의 평행도를 나타내는 제 3 분포 도형을 제시한다.
- [0015] 상기 시일재의 시공 모니터링 장치에 있어서, 추가로, 상기 정보 생성부는, 시일재마다 목표 체결력이 설정되고, 상기 플랜지 이음매의 플랜지 및 상기 볼트의 치수 정보에 의해 산출되는 체결 토크를 참조하여, 상기 시일재에 대한 체결력이 상기 목표 체결력에 도달했는지를 볼트마다 판정하고, 상기 모니터에 판정 결과를 제시한다.
- [0016] 상기 시일재의 시공 모니터링 장치에 있어서, 추가로, 상기 플랜지 이음매를 구비하는 시일 시공부의 위치 또는 각도를 변경함으로써, 또는 상기 플랜지 이음매의 위치 또는 각도를 변경함으로써, 작업 환경을 모의 가능하게 한다.
- [0017] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 시일재의 시공 모니터링 프로그램의 일 측면에 의하면, 컴퓨터에 실행시

키는, 시일재의 시공 모니터링 프로그램으로서, 중심점으로부터 방사상으로 연장되는 복수의 좌표를 생성하고, 각 좌표 상에 상기 볼트의 목표 축력, 또는 상기 볼트의 검출 축력을 상기 중심점으로부터의 거리로 표시하고, 인접하는 상기 좌표 상의 상기 목표 축력 사이 또는 상기 검출 축력 사이를 연결하여, 상기 좌표 상에 상기 목표 축력에 의한 제 1 분포 도형, 또는 상기 검출 축력에 의한 제 2 분포 도형을 생성하는 기능을 상기 컴퓨터로 실현한다.

- [0018] 상기 시일재의 시공 모니터링 프로그램에 있어서, 추가로, 상기 제 1 분포 도형 및 상기 제 2 분포 도형을 공통의 좌표 상에 겹쳐 표시시키는 기능을 상기 컴퓨터로 실현한다.
- [0019] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 시일재의 시공 모니터링 프로그램의 일 측면에 의하면, 컴퓨터에 실행시키는, 시일재의 시공 모니터링 프로그램으로서, 각 볼트의 축력을 검출하는 복수의 제 1 센서로부터 센서 출력을 받고, 상기 축력에 대한 목표 축력 및 위치 정보에 의해 상기 목표 축력의 분포 정보를 생성하고, 상기 축력 및 위치 정보에 의해 상기 축력의 분포 정보를 생성하고, 좌표 상에 상기 목표 축력을 나타내는 제 1 분포 도형을 제시하고, 상기 축력을 나타내는 제 2 분포 도형을 제시하는 기능을 상기 컴퓨터로 실현한다.
- [0020] 상기 시일재의 시공 모니터링 프로그램에 있어서, 추가로, 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 제 2 센서로부터 센서 출력을 받고, 상기 센서 출력에 의해 평행도 정보를 생성하고, 상기 플랜지 사이의 상기 평행도를 나타내는 제 3 분포 도형을 제시하는 기능을 상기 컴퓨터로 실현한다.
- [0021] 상기 시일재의 시공 모니터링 프로그램에 있어서, 추가로, 시일재마다 목표 체결력을 설정하고, 그 목표 체결력에 상기 시일재에 대한 체결력이 도달했는지를 볼트마다 판정하고, 그 판정 결과를 모니터에서 제시하는 기능을 상기 컴퓨터로 실현한다.
- [0022] 상기 시일재의 시공 모니터링 프로그램에 있어서, 추가로, 각 볼트의 체결 수순을 판정하고, 그 판정 결과를 상기 모니터에 제시하는 기능을 상기 컴퓨터로 실현한다.
- [0023] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 시일재의 시공 모니터링 방법의 일 측면에 의하면, 플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 모니터링 방법으로서,
- [0024] 도형 정보 생성 수단이 중심점으로부터 방사상으로 연장되는 복수의 좌표를 생성하고, 각 좌표 상에 상기 볼트의 목표 축력, 또는 상기 볼트의 검출 축력을 상기 중심점으로부터의 거리로 표시하고, 인접하는 상기 좌표 상의 상기 목표 축력 사이 또는 상기 검출 축력 사이를 연결하여, 상기 좌표 상에 상기 목표 축력에 의한 제 1 분포 도형, 또는 상기 검출 축력에 의한 제 2 분포 도형을 생성하는 공정을 포함한다.
- [0025] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 시일재의 시공 모니터링 방법의 일 측면에 의하면, 플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 모니터링 방법으로서, 각 볼트의 축력을 검출하는 공정과, 상기 축력에 대한 목표 축력 및 위치 정보에 의해 상기 목표 축력의 분포 정보를 생성하고, 상기 축력 및 위치 정보에 의해 상기 축력의 분포 정보를 생성하는 공정과, 좌표 상에 상기 목표 축력을 나타내는 제 1 분포 도형을 제시하고, 상기 축력을 나타내는 제 2 분포 도형을 제시하는 공정을 포함한다.
- [0026] 상기 시일재의 시공 모니터링 방법에 있어서, 추가로, 상기 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 공정과, 상기 평행도에 의해 평행도 정보를 생성하는 공정과, 상기 플랜지 사이의 상기 평행도를 나타내는 제 3 분포 도형을 제시하는 공정을 포함한다.
- [0027] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 시일재의 시공 모니터링 시스템의 일 측면에 의하면, 플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 모니터링 시스템으로서, 플랜지 이음매에 시일재를 끼워 체결하는 복수의 볼트의 축력을 검출하는 제 1 센서, 또는 상기 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 제 2 센서를 구비하는 시일 시공부와, 중심점으로부터 방사상으로 연장되는 복수의 좌표를 생성하고, 각 좌표 상에 상기 볼트의 목표 축력, 또는 상기 볼트의 검출 축력을 상기 중심점으로부터의 거리로 표시하고, 인접하는 상기 좌표 상의 상기 목표 축력 사이 또는 상기 검출 축력 사이를 연결하여, 상기 좌표 상에 상기 목표 축력에 의한 제 1 분포 도형, 또는 상기 검출 축력에 의한 제 2 분포 도형을 생성하는 도형 정보 생성 수단을 구비한다.
- [0028] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 시일재의 시공 모니터링 시스템의 일 측면에 의하면, 플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 모니터링 시스템으로서, 플랜지 이음매에 시일재를 끼워 체결하는 복수의 볼트의 축력을 검출하는 제 1 센서, 또는 상기 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 제 2 센서를 구비하는 시일 시공부와, 상기 제 1 센서 또는 상기 제 2 센서와 유선 또는 무선



으로 접속되고, 상기 축력에 대한 목표 축력 및 위치 정보에 의해 상기 목표 축력의 분포 정보를 생성하고, 상기 축력 및 위치 정보에 의해 상기 축력의 분포 정보를 생성하거나, 또는 상기 평행도에 의해 평행도 정보를 생성하는 정보 생성부와, 상기 정보 생성부와 유선 또는 무선으로 접속되고, 좌표 상에 상기 목표 축력을 나타내는 제 1 분포 도형을 제시하고, 상기 축력을 나타내는 제 2 분포 도형을 제시하거나, 또는 상기 평행도를 나타내는 제 3 분포 도형을 제시하는 모니터를 구비한다.

[0029] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 시일재의 시공 실습 시스템의 일 측면에 의하면, 플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 실습 시스템으로서, 플랜지 이음매에 시일재를 끼워 체결하는 복수의 볼트의 축력을 검출하는 제 1 센서, 또는 상기 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 제 2 센서를 구비하는 시일 시공부와, 중심점으로부터 방사상으로 연장되는 복수의 좌표를 생성하고, 각 좌표 상에 상기 볼트의 목표 축력, 또는 상기 볼트의 검출 축력을 상기 중심점으로부터의 거리로 표시하고, 인접하는 상기 좌표 상의 상기 목표 축력 사이 또는 상기 검출 축력 사이를 연결하여, 상기 좌표 상에 상기 목표 축력에 의한 제 1 분포 도형, 또는 상기 검출 축력에 의한 제 2 분포 도형을 생성하는 도형 정보 생성 수단을 구비한다.

[0030] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 시일재의 시공 실습 시스템의 일 측면에 의하면, 플랜지 이음매에 시일재를 끼우고 복수의 볼트로 체결하여 시일하는, 시일재의 시공 실습 시스템으로서, 플랜지 이음매에 시일재를 끼워 체결하는 복수의 볼트의 축력을 검출하는 제 1 센서, 또는 상기 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 검출하는 제 2 센서를 구비하는 시일 시공부와, 상기 제 1 센서 또는 상기 제 2 센서와 유선 또는 무선으로 접속되고, 상기 축력에 대한 목표 축력 및 위치 정보에 의해 상기 목표 축력의 분포 정보를 생성하고, 상기 축력 및 위치 정보에 의해 상기 축력의 분포 정보를 생성하거나, 또는 상기 평행도에 의해 평행도 정보를 생성하는 정보 생성부와, 상기 정보 생성부와 유선 또는 무선으로 접속되고, 좌표 상에 상기 목표 축력을 나타내는 제 1 분포 도형을 제시하고, 상기 축력을 나타내는 제 2 분포 도형을 제시하거나, 또는 상기 평행도를 나타내는 제 3 분포 도형을 제시하는 모니터를 구비한다.

**발명의 효과**

- [0031] 본 발명에 의하면, 다음의 어느 효과가 얻어진다.
- [0032] (1) 시일의 체결 상태를 나타내는 분포 도형을 좌표 상에 실시간으로 제시할 수 있고, 이 분포 도형의 형상 상태나 중심으로부터의 거리에 의해 시각적으로 시일재의 체결 상태를 용이하게 인식할 수 있다.
- [0033] (2) 축력을 증감시켰을 때에, 플랜지 체결 특유의 탄성 상호 작용에 의한 헐거움을 축력의 분포 도형의 형상 변화로 용이하게 인식할 수 있고, 이러한 인식을 근거로 하여 목표 체결력에 합치하는 볼트 조임을 실시할 수 있어, 최적인 체결력으로 적절한 시일을 실현할 수 있다.
- [0034] (3) 볼트에 가하는 토크와 축력 분포의 관계를 용이하게 파악할 수 있으므로, 숙련된 작업자에게 있어서는 습관의 교정이나, 스킬 업을 도모할 수 있어, 시일 시공의 신뢰성을 높일 수 있다.
- [0035] (4) 시일재의 실습 지원 툴로서 활용할 수 있음과 함께, 스킬 업의 신속화에 기여할 수 있다.
- [0036] (5) 플랜지 이음매의 플랜지 사이의 평행도를 실시간으로 모니터링하면, 적절한 체결력뿐만 아니라, 체결의 수순이나 볼트의 체결력이 플랜지의 평행도에 영향을 미치는 것을 용이하게 확인할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0037] 도 1 은, 제 1 실시형태에 관련된 시일재의 시공 모니터링 장치를 나타내는 도면이다.
- 도 2 는, 시공 모니터링의 처리 수순을 나타내는 플로 차트이다.
- 도 3 은, 좌표 상에 목표 축력의 분포 도형을 나타냄과 함께, 탄성 상호 작용에 의해 변화되는 축력을 나타내는 도면이다.
- 도 4 는, 실시예 1 에 관련된 시일재의 시공 모니터링 장치를 나타내는 도면이다.
- 도 5 는, 시공 모니터링의 처리 수순을 나타내는 플로 차트이다.
- 도 6 은, 플랜지의 평행도의 분포 도형을 나타내는 도면이다.
- 도 7 은, 실시예 2 에 관련된 시일재의 시공 모니터링 시스템을 나타내는 도면이다.

- 도 8 은, 변형 게이지를 구비한 볼트를 나타내는 도면이다.
- 도 9 는, 시공 모니터링 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 10 은, 시일 시공의 수순을 나타내는 플로 차트이다.
- 도 11 은, 시공 모니터링의 처리 수순을 나타내는 플로 차트이다.
- 도 12 는, 축력 테이블의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 13 은, 평행도 테이블의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 14 는, 축력의 분포 도형의 변화를 나타내는 도면이다.
- 도 15 는, 축력의 분포 도형의 변화를 나타내는 도면이다.
- 도 16 은, 실시예 3 에 관련된 개스킷마다 목표 축력의 설정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 17 은, 실시예 4 에 관련된 체결 수순의 표시를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 18 은, 실시예 5 에 관련된 체결력의 합격 여부를 판정하는 처리 수순을 나타내는 플로 차트이다.
- 도 19 는, 체결력의 분포 도형 및 평가 테이블을 나타내는 도면이다.
- 도 20 은, 실시예 6 에 관련된 체결 순서의 합격 여부를 판정하는 처리 수순을 나타내는 플로 차트이다.
- 도 21 은, 실시예 7 에 관련된 시일 시공부를 나타내는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0038] <시공 모니터링 장치>
- [0039] 도 1 은, 일 실시형태에 관련된 시일재의 시공 모니터링 장치를 나타내고 있다. 도 1 에 나타내는 구성은 일례로, 이러한 구성에 본 발명이 한정되지 않는다.
- [0040] 이 시일재의 시공 모니터링 장치 (이하, 간단히 「시공 모니터링 장치」 라고 칭한다) (2) 는 시일 시공부 (4) 에 설치된다. 이 시일 시공부 (4) 는 시공 모니터링 장치 (2) 의 모니터 대상이고, 시일 시공 기기의 일례이다. 이 시일 시공부 (4) 는 플랜지 이음매 (6) 를 구비하고, 이 플랜지 이음매 (6) 에 시일재의 일례인 개스킷 (8) 을 끼워 넣고 시일한다.
- [0041] 플랜지 이음매 (6) 는 배관 (10-1, 10-2) 의 연결 수단으로서, 1 쌍의 플랜지 (6-1, 6-2) 를 구비한다. 플랜지 (6-1) 는 배관 (10-1) 의 단부 (端部) 에 일체로 형성되어 있고, 플랜지 (6-2) 는 배관 (10-2) 의 단부에 일체로 형성되어 있다.
- [0042] 개스킷 (8) 은 플랜지 (6-1, 6-2) 의 대향면 사이에 설치된다. 이 개스킷 (8) 의 형상은 환상으로서, 플랜지 (6-1, 6-2) 보다 직경이 작고, 배관 (10-1, 10-2) 의 내경보다 직경이 크다. 배관 (10-1, 10-2) 을 연결할 뿐이라면, 통상, 플랜지 이음매 (6) 는 불필요하지만, 이 플랜지 이음매 (6) 를 사용하는 것은, 배관 (10-1, 10-2) 을 예를 들어, 메인터너스 등에 의해 정기적으로 착탈시킬 필요에 대비하여, 연결된 배관 (10-1, 10-2) 으로 심리스 배관과 동등한 기능을 시일에 의해 실현하는 것에 있다.
- [0043] 각 플랜지 (6-1, 6-2) 에는 복수의 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 가 구비된다. 각 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 는, 배관 (10-1, 10-2) 의 중심 (0) 으로부터 등거리의 주회 (周回) 위치에서 일정 각도  $\theta$  의 각도 간격으로 배치된다. 각도  $\theta$  는, 축력의 위치 정보의 일례이다. 각 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 에는, 각 플랜지 (6-1, 6-2) 를 동등한 위치에서 관통하고 플랜지 (6-1, 6-2) 를 끼워 너트 (14) 를 장착하고 있다. 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 의 배치로 너트 (14) 를 체결하므로, 개스킷 (8) 에 균등한 체결력을 부여하는 것이 가능하다.
- [0044] 각 너트 (14) 에 토크 T 를 부여하기 위해서는 적절한 체결 공구 (16) 가 필요하다. 이 체결 공구 (16) 로서 예를 들어, 래칫 토크 렌치, 디지털 토크 렌치, 볼트 텐서너, 래칫 렌치, 스패너, 안경 렌치, 타격 렌치 등이 있다. 이 체결 공구 (16) 를 너트 (14) 에 대고, 토크 T 를 부여하면, 각 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 에는 도면 중 Z 축 방향으로 축력 F 를 발생시키고, 이 축력 F 가 개스킷 (8) 에 대한 체결력이 된다.
- [0045] 각 축력 F 를 검출하는 센서군 (18) 이 구비된다. 이 센서군 (18) 은, 각 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 에

대응하여, 복수의 센서 (18-1, 18-2 ··· 18-8) 가 구비된다. 각 센서 (18-1, 18-2 ··· 18-8) 에는 축력 F 를 전기 신호로 출력하는 센서를 사용하면 되고, 압력 센서, 변형 게이지, 변이계, 하중계 등 중 어느 것을 사용해도 되고, 개스킷 (8) 이 체결력을 직접 검출하는 센서여도 된다.

[0046] 센서군 (18) 의 각 센서 출력은 데이터 집적부 (20) 에 도입되어 집적된다. 각 검출 축력은 예를 들어, 전기 신호이고, 데이터 집적부 (20) 에 전기적으로 집적된다. 이 데이터 집적부 (20) 는 컴퓨터로 구성해도 되고, 기존의 데이터 로거를 사용해도 된다.

[0047] 각 검출 축력은 데이터 집적부 (20) 로부터 소정의 타이밍으로 정보 생성부 (22) 에 도입된다. 이 정보 생성부 (22) 는 도형 정보 생성 수단의 일레이다. 이 정보 생성부 (22) 에는 예를 들어, 컴퓨터가 사용된다. 이 정보 생성부 (22) 는 각 검출 축력을 디지털화하여 도입하고, 체결력의 작도화 (作圖化) 를 위한 정보 처리를 실행한다. 이 정보 처리를 실행하는 정보 생성부 (22) 의 기능에는, 중심점 0 로부터 방사상으로 연장되는 복수의 좌표축 y 를 생성하는 기능, 각 좌표축 y 상에 볼트의 목표 축력 Fref, 또는 볼트의 검출 축력 F 를 중심점 0 로부터의 거리로 표시하는 기능, 인접하는 좌표축 y 상의 목표 축력 Fref 사이 또는 검출 축력 F 사이를 연결하여, 좌표축 y 상에 목표 축력에 의한 제 1 분포 도형 (26-1), 또는 검출 축력에 의한 제 2 분포 도형 (26-2) 을 생성하는 기능이 포함된다. 이 기능은, 정보 처리에 의해 얻어진다.

[0048] 이 정보 처리에는,

[0049] a) 각 검출 축력의 도입 및 기억

[0050] b) 각 검출 축력의 위치 정보와, 검출 축력의 분포를 나타내는 작도 정보의 생성

[0051] c) 축력 분포를 전개하는 좌표의 생성

[0052] d) 목표 축력과 위치 정보를 사용하여 목표 축력의 분포를 나타내는 작도 정보의 생성

[0053] 등의 처리가 포함된다. 목표 축력은, 개스킷 (8) 에 대한 적정한 체결력에 필요한 축력이다.

[0054] 이 정보 처리에 의해 얻어지는 좌표 및 작도 정보는 모니터 (24) 에 제공되고, 모니터 (24) 의 화면에 좌표와 함께 축력 도형이 제시된다. 모니터 (24) 는, 작업자나 관리자 등에 대해 시일 상황을 제시하는 정보 제시부의 일레이다. 모니터 (24) 는 정보 생성부 (22) 에 유선 또는 무선으로 접속하면 되고, 퍼스널 컴퓨터 (PC) 의 디스플레이를 사용해도 된다.

[0055] < 축력의 모니터링 >

[0056] 다음으로, 도 2 는, 검출 축력의 모니터링의 처리 수순을 나타내고 있다. 이 처리 수순은, 본 발명의 시공 모니터링 프로그램, 시공 모니터링 방법의 일레이다.

[0057] 이 처리 수순은, 미리 시공 조건에 적합한 개스킷 (8) 의 선정이 실시되고, 각 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 의 임시 조임 후의 처리이다.

[0058] 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 의 체결인지를 판단하고 (S101), 체결이면 (S101 의 YES), 센서군 (18) 으로부터 데이터 집적부 (20) 에 각 센서 출력력을 도입하고, 검출 축력을 집적시킨다 (S102). 이 집적에는, 이미 서술한 정보 처리의 a) 각 검출 축력의 도입 및 기억에 상당한다.

[0059] 검출 축력이나 목표 축력의 작도 처리를 실시한다 (S103). 이 처리에는 이미 서술한 b) 각 검출 축력의 위치 정보와, 검출 축력의 분포를 나타내는 작도 정보의 생성, c) 축력 분포를 전개하는 좌표의 생성, d) 목표 축력과 위치 정보를 사용하여 목표 축력의 분포를 나타내는 작도 정보의 생성이 포함된다.

[0060] 이 작도 처리 후, 좌표 상에 검출 축력 및 목표 축력의 분포 도형을 모니터 (24) 에 표시한다 (S104).

[0061] 이 표시 중, 검출 축력의 변화를 감시하여, 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 의 체결은 완료인지의 판단을 실시한다 (S105). 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 의 체결 완료 전이면 (S105 의 NO), S102 ~ S105 의 처리를 계속한다. 이로써, 검출 축력의 변화가 모니터 (24) 에 표시되어 있는 분포 도형에 반영되어, 검출 축력이 분포 도형의 변화로서 동적으로 표시된다.

[0062] 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 의 체결이 완료되면 (S105 의 YES), 체결 완료시의 좌표 상에 목표 축력 및 검출 축력의 분포 도형이 표시되고 (S106), 이 시공 모니터링 처리를 완료한다. 이로써, 축력이 목표 축력과 일치하는지의 여부를 용이하게 확인할 수 있다.

- [0063] 도 3 은, 축력의 모니터링에 있어서의 검출 축력 및 목표 축력의 각 분포 도형의 일례를 나타내고 있다.
- [0064] 도 3 의 A 에 나타내는 바와 같이, 중심에 0 점을 취하여 방사상으로 복수의 좌표축  $y_1, y_2 \cdots y_8$  을 구비하는 좌표가 설정된다. [1], [2]  $\cdots$  [8] 은 볼트 번호이고, 좌표축  $y_1, y_2 \cdots y_8$  은, 복수의 볼트 (12-1, 12-2  $\cdots$  12-8) 의 배치에 대응하고 있다.
- [0065] 이 예에서는, 볼트수 8 에 대응한 좌표축수이지만, 배치되는 볼트수에 맞추어 좌표축  $y$  의 수를 설정하면 된다. 각 좌표축  $y_1, y_2 \cdots y_8$  에는 0 점으로부터 멀어지는 방향으로 정 (正) 의 축력 레벨을 나타내는 스케일을 구비하고, 동일 스케일 상에  $x$  축이 설정되어 있다.
- [0066] 개스킷 (8) 에 대한 적정한 체결력에 대해,  $F_{1ref}, F_{2ref} \cdots F_{8ref}$  는, 각 볼트 (12-1, 12-2  $\cdots$  12-8) 의 목표 축력을 나타낸다. 통상,  $F_{1ref}, F_{2ref} \cdots F_{8ref}$  는, 동일 값  $F_{ref}$  로 설정된다. 각 목표 축력  $F_{1ref}, F_{2ref} \cdots F_{8ref}$  를 예를 들어, 2 점 쇄선으로 연결하면, 제 1 분포 도형으로서 목표 축력  $F_{ref}$  의 분포 도형 (26-1) 이 생성된다. 이 경우, 분포 도형 (26-1) 은,  $F_{1ref}, F_{2ref} \cdots F_{8ref}$  에 의해 팔각형의 분포 도형이다. 이 경우,  $\theta = 45 [^\circ]$  인 점에서, 분포 도형 (26-1) 은 정팔각형이고, 볼트수가 상이하면, 분포 도형 (26-1) 은 그것에 따른 다각형상이 된다.
- [0067] 각 볼트 (12-1, 12-2  $\cdots$  12-8) 의 검출 축력을  $F_1, F_2 \cdots F_8$  로 하면, 검출 시점의 각 축력  $F_1, F_2 \cdots F_8$  을  $y_1, y_2 \cdots y_8$  상에 스케일 위치에 플롯되고, 이 경우, 분포 도형 (26-2) 으로 한다.
- [0068] 이 검출 시점에서의 검출 축력  $F_1, F_2 \cdots F_8$  과 목표 축력  $F_{1ref}, F_{2ref} \cdots F_{8ref}$  의 관계는,
- [0069]  $F_{1ref} > F_1, F_{1ref} - F_1 = \Delta F_1 \cdots (1)$
- [0070]  $F_{2ref} > F_2, F_{2ref} - F_2 = \Delta F_2 \cdots (2)$
- [0071]  $F_{3ref} > F_3, F_{3ref} - F_3 = \Delta F_3 \cdots (3)$
- [0072]  $\cdots \cdots \cdots$
- [0073]  $F_{8ref} > F_8, F_{8ref} - F_8 = \Delta F_8 \cdots (4)$
- [0074] 이다.
- [0075] 이 분포 도형 (26-2) 을 확인하면서, 체결 공구 (16) 로 축력  $F$  를  $\Delta F_1, \Delta F_2 \cdots \Delta F_8$  만큼 증가시켜, 목표 축력  $F_{1ref}, F_{2ref} \cdots F_{8ref}$  에 검출 축력  $F_1, F_2 \cdots F_8$  을 도달시키면 된다.
- [0076] 그러나, 예를 들어 축력  $F_1$  을 도 3 의 B 에 나타내는 바와 같이, 화살표  $a$  의 방향으로 증가시켜, 목표 축력  $F_{1ref}$  에 도달시킨 것으로 한다.
- [0077] 이 때, 볼트 (12-1) 측에서는,
- [0078]  $F_{1ref} = F_1, F_1 - F_{1ref} = 0 \cdots (5)$
- [0079] 가 된다. 이에 반해, 볼트 (12-2) 측에서는, 플랜지 (6-1, 6-2) 의 탄성 상호 작용의 영향을 받아 축력  $F_2$  가  $F_2'$  로 감소하여
- [0080]  $F_2' < F_2, F_2 - F_2' = \Delta F_2' > 0 \cdots (6)$
- [0081] 이 된다. 마찬가지로, 볼트 (12-8) 측도, 플랜지 (6-1, 6-2) 의 탄성 상호 작용의 영향을 받아 축력  $F_8$  이  $F_8'$  로 감소하여
- [0082]  $F_8' < F_8, F_8 - F_8' = \Delta F_8' > 0 \cdots (7)$
- [0083] 이 된다.
- [0084] 이 때문에, 볼트 (12-2, 12-8) 측에서는, 식 (1) 및 식 (4) 는,
- [0085]  $F_{2ref} - F_2' = \Delta F_2 + \Delta F_2' > \Delta F_2 \cdots (8)$
- [0086]  $F_{8ref} - F_8' = \Delta F_8 + \Delta F_8' > \Delta F_8 \cdots (9)$
- [0087] 가 된다. 요컨대, 볼트 (12-1) 측의 축력  $F_1$  을 목표 축력  $F_{1ref}$  에 도달시키면, 볼트 (12-2, 12-8) 측에서는 목표 축력  $F_{2ref}, F_{8ref}$  에 도달시키기 위해서 필요한 축력을 증대시키는 것이 필요하다.

- [0088] 요컨대, 볼트 (12-1) 를 사이에 두고 이웃하는 볼트 (12-2, 12-8) 측의 축력 F2, F8 의 감소는, 볼트 (12-1) 측에서 체결된 플랜지 (6-1, 6-2) 사이에는 플랜지 (6-1, 6-2) 가 갖는 탄성 상호 작용으로, 볼트 (12-2, 12-8) 측에서 확장을 발생시켜, 볼트 (12-2, 12-8) 측에 발생하는 헐거움을 의미한다.
- [0089] 이와 같은 탄성 상호 작용에 의한 영향을 분포 도형 (26-2) 의 변화로부터 용이하게 인식하는 것은 매우 유익하다. 즉, 탄성 상호 작용에 의한 축력의 저하 현상을 가시화함으로써, 탄성 상호 작용에 의한 영향을 시각적으로 인식시켜, 축력의 증감감 (增減感) 을 체결 공구 (16) 에 의한 토크 T 로 체감시킬 수 있어, 플랜지 체결의 스킬을 작업자에게 습득시킬 수 있다.
- [0090] <일 실시형태의 효과>
- [0091] 이 일 실시형태에 의하면, 다음과 같은 효과가 얻어진다.
- [0092] (1) 좌표 상에 목표 축력 Fref 및 검출 축력 F 의 분포 도형 (26-1, 26-2) 을 작도하여 화면 상에 표시하므로, 분포 도형 (26-1, 26-2) 의 대비에 의해 상대적인 축력차의 증감 방향을 파악하여 축력 F 를 가감할 수 있어, 목표 축력 Fref 에 도달시켜, 적절한 시일 상태를 실현할 수 있다.
- [0093] (2) 검출 축력 F 의 대소는 스케일 상에 플롯된 검출 축력 F 의 크기, 요컨대, 0 점으로부터 멀어지는 거리, 분포 도형 (26-2) 의 형상 변형 등을 분포 도형 (26-1) 과의 대비로 용이하게 파악할 수 있어, 검출 축력 F 로부터 체결 상태의 증감 관계를 시각적으로 용이하게 인식할 수 있다.
- [0094] (3) 0 점으로부터 멀어지는 방향으로 그 거리에 의해 검출 축력 F 의 크기를 나타내고 있으므로, 체결력의 증감 방향을, 0 점을 기준으로 인식할 수 있어, 검출 축력 F 를 체결 공구 (16) 의 조작 방향 요컨대, 토크 T 의 증감 방향을 용이하게 파악할 수 있다.
- [0095] (4) 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 에는 일정한 체결 수순이 존재하지만, 이 체결 수순이 실행되지 않는 경우에는, 검출 축력 F 의 분포 도형 (26-2) 의 형상 또는 그 변형 상태로부터 판정할 수 있다.
- [0096] (5) 시일 시공의 학습자에게는, 시일 시공의 습속을 신속화할 수 있음과 함께, 숙련자라도, 그 습속 정도나 시공의 교정에도 이용할 수 있다.
- [0097] (6) 체결 공구 (16) 에는 예를 들어, 래칫 토크 렌치, 디지털 토크 렌치, 볼트 텐서너, 래칫 렌치, 스패너, 안경 렌치, 타격 렌치 등이 존재하고 있다. 이들 공구에 의한 체결 결과를 검출 축력의 분포 도형으로 비교하여, 퀄리티가 높은 시일 시공에 대해 적절한 공구를 선정할 때의 선정 정보를 얻을 수 있다.
- [0098] (7) 공통의 좌표 상에 있는 목표 축력 Fref 및 검출 축력 F 의 분포 도형 (26-1, 26-2) 을 비교하면서, 목표 축력 Fref 에 검출 축력 F 를 도달시키는 조작으로, 이상적인 시일 상태를 실현할 수 있다.
- [0099] (8) 검출 축력 F 에 따라 분포 도형 (26-2) 의 변화를 인식할 수 있어, 플랜지 이음매 (6) 가 갖는 탄성 상호 작용의 영향을 용이하게 인식할 수 있어, 탄성 상호 작용의 영향을 근거로 한 체결력의 부여를 실시할 수 있어, 체결 작업의 스킬을 향상시킬 수 있다.
- [0100] 실시예 1
- [0101] 도 4 는, 실시예 1 에 관련된 시일재의 시공 모니터링 장치를 나타내고 있다. 도 1 과 동일 부분에는 동일 부호를 붙이고 있다.
- [0102] 이 실시예 1 의 시공 모니터링 장치 (2) 에서는, 복수의 제 1 센서 (18-1, 18-2 ··· 18-8) 에 더하여, 복수의 제 2 센서군 (28) 으로서 4 세트의 제 2 센서 (28-1, 28-2, 28-3, 28-4) 가 구비된다. 센서 (28-1, 28-2, 28-3, 28-4) 는 플랜지 (6-1, 6-2) 사이의 간극을 검출하는 예를 들어, 변위계를 사용하면 된다.
- [0103] 이 예에서는, 센서 (28-1, 28-2, 28-3, 28-4) 가 90 [도] 의 각도 간격으로 예를 들어, 볼트 (12-1) 측에 센서 (28-1), 볼트 (12-3) 측에 센서 (28-2), 볼트 (12-5) 측에 센서 (28-3), 볼트 (12-7) 측에 센서 (28-4) 가 배치되고, 플랜지 (6-1, 6-2) 의 4 개 지점의 주회 위치에서 간극을 검출한다. 이 각 간극으로부터 평행도가 구해진다. 평행도의 검출 위치는 4 개 지점보다 많이 설정해도 된다.
- [0104] 각 센서 (28-1, 28-2, 28-3, 28-4) 의 센서 출력은 데이터 집적부 (20) 에 도입되고, 정보 생성부 (22) 에 제공된다. 정보 생성부 (22) 는, 센서 출력으로부터 평행도 정보를 생성하고, 평행도의 작도 정보를 생성하기 위한 정보 처리를 실행한다.

- [0105] 이 정보 처리에는
- [0106] e) 각 센서 출력의 도입 및 기억
- [0107] f) 각 간극의 위치 정보와, 각 센서 출력으로부터 평행도 정보를 생성하고, 평행도의 작도 정보의 생성
- [0108] g) 평행도를 나타내는 좌표의 생성
- [0109] 등의 처리가 포함된다.
- [0110] 모니터 (24) 는, 정보 생성부 (22) 로부터 제공되는 작도 정보에 의해, 플랜지 (6-1, 6-2) 의 평행도를 나타내는 제 3 분포 도형 (26-3) (도 6) 을 생성한다.
- [0111] <평행도의 모니터링>
- [0112] 도 5 는, 평행도의 모니터링의 처리 수순을 나타내고 있다. 이 처리 수순은, 본 발명의 시공 모니터링 프로그램, 시공 모니터링 방법의 일례이다.
- [0113] 이 처리 수순에 있어서도, 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 의 체결인지를 판단하고 (S201), 체결이면 (S201 의 YES), 센서군 (28) 으로부터 데이터 집적부 (20) 에 각 센서 출력을 도입하고, 센서 출력을 집적시킨다 (S202). 검출된 간극으로부터 플랜지 (6-1, 6-2) 사이의 평행도의 작도 처리를 실시한다 (S203).
- [0114] 이 작도 처리 후, 좌표 상에 평행도를 나타내는 분포 도형 (26-3) 을 모니터 (24) 에 표시한다 (S204).
- [0115] 이 표시 중, 검출 축력의 변화를 감시하여, 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 의 체결은 완료인지의 판단을 실시한다 (S205). 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 의 체결 완료 전이면 (S205 의 NO), S202 ~ S205 의 처리를 계속한다. 이로써, 평행도의 변화가 모니터 (24) 에 표시되어 있는 분포 도형 (26-3) 에 반영되어, 평행도의 변화가 동적으로 표시된다.
- [0116] 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 의 체결이 완료되면 (S205 의 YES), 체결 완료시의 평행도의 분포 도형이 좌표 상에 표시되고 (S206), 이 시공 모니터링 처리를 완료한다.
- [0117] 도 6 은, 플랜지 이음매 (6) 에 발생하는 플랜지 (6-1, 6-2) 의 평행도 상태를 나타내는 분포 도형을 나타내고 있다.
- [0118] 평행도의 분포 도형의 표시에는, 도 6 의 A 에 나타내는 바와 같이, 센서 (28-1, 28-2, 28-3, 28-4) 의 위치에 대응하는 좌표축 y11, y12, y13, y14 가 설정된다. [1], [2], [3], [4] 는 센서 번호이고, 간극의 검출 위치를 나타내고 있다. 각 좌표축 y11, y12, y13, y14 에는 간극을 플롯하는 스케일이 부여되어 있다. 동일 스케일을 연결하여, 좌표축 x 가 표시되어 있다.
- [0119] 도 6 의 A 에 나타내는 바와 같이, 좌표축 y11, y12, y13, y14 에 검출된 간극 D1, D2, D3, D4 가 플롯되어 있다.  $D1 \approx D2 \approx D3 \approx D4$  이기 때문에, 분포 도형 (26-3) 은 거의 정방형을 나타내고 있다. 요컨대, 도 6 의 A 에 나타내는 상태에서는, 허용되는 평행도가 얻어지고 있다.
- [0120] 이에 반해, 도 6 의 B 에 나타내는 상태에서는,  $D1 < D2 \approx D3 \approx D4$  이고, 분포 도형 (26-3) 은 변형 도형이 되어 있다. 요컨대, 도 6 의 B 에 나타내는 상태에서는, 평행도가 얻어지지 않고 있다.
- [0121] <실시에 1 의 효과>
- [0122] 이 실시예 1 에 의하면, 다음과 같은 효과가 얻어진다.
- [0123] (1) 축력의 모니터링으로부터 축력이 목표 축력의 적정 범위에 있어도, 플랜지 사이의 평행도가 결여되어 불균일 조임이 발생하면, 개스킷 면압에 편향이 발생할 우려가 있지만, 이러한 문제를 평행도 모니터링에 의해 회피할 수 있다.
- [0124] (2) 축력의 모니터링으로부터 축력이 목표 축력의 적정 범위에 있어도, 플랜지 사이의 평행도가 결여되면 불균일 조임을 발생시키는 것을 작업자에게 평행도 모니터링으로 용이하게 인식시킬 수 있다. 축력에 의한 플랜지 사이의 각 체결력이 적정해도, 플랜지 사이의 체결 수순에 따라 플랜지 사이의 평행도가 변화되는 것을 인식할 수 있다.
- [0125] (3) 축력 모니터링과 평행도 모니터링에 의해, 시일 시공의 스킬 업을 도모할 수 있다.
- [0126] 실시예 2

- [0127] 도 7 은, 실시예 2 에 관련된 시공 모니터링 시스템을 나타내고 있다. 이 시공 모니터링 시스템 (30) 은, 이미 서술한 시일재의 시공 모니터링 장치를 실습 시스템으로서 구성한 것이다. 도 7 에 있어서, 도 1 과 동일 부분에는 동일 부호를 붙이고, 센서 (28-1, 28-2, 28-3) 의 기재를 생략하고 있다.
- [0128] 이 시공 모니터링 시스템 (30) 에는 제 1 및 제 2 가대 (架臺) (32, 34) 가 구비된다. 가대 (32) 는 플로어 (36) 에 강고하게 고정된 고정 가대이다. 가대 (34) 는, 캐스터 (38) 에 의해 이동 가능한 가동대이고, 가대 (32) 에 대해 플로어 (36) 상에서 원하는 위치로 이동시킬 수 있다.
- [0129] 가대 (32) 에는 이미 서술한 시일 시공부 (4) 가 탑재되고, 각 센서 (18-1, 18-2 ··· 18-8) (도 1) 의 케이블 (40) 이 가대 (32) 내를 통과시켜 대좌 (42) 측의 측면부로부터 인출되어, 가대 (34) 측으로 유도되고 있다. 이 예에서는, 가대 (32) 측에 이미 서술한 배관 (10-2) 이 구비된다.
- [0130] 가대 (34) 에는 선반 (44) 측에 데이터 로거 (46) 및 퍼스널 컴퓨터 (PC) (48) 가 설치되고, 천판 (50) 에 모니터 (24) 가 설치되어 있다. 데이터 로거 (46) 가 이미 서술한 데이터 집적부 (20) 의 일례이고, PC (48) 는 이미 서술한 정보 생성부 (22) 의 일례이다. 데이터 로거 (46) 에는, 센서군 (18) 측의 케이블 (40) 이 접속되어 있어, 각 센서 (18-1, 18-2 ··· 18-8) 의 센서 출력이 도입된다. 데이터 로거 (46) 및 PC (48) 사이는 케이블 (52) 에 의해 접속되어, 양자 사이의 데이터의 송수 (送受) 가 가능하다.
- [0131] 체결 공구 (16) 를 조작하는 실습자 (54) 는, 가대 (32) 에 대해 가대 (34) 를 이동시켜, 모니터 (24) 의 화면 (56) 을 시인 가능한 배치로 하면, 각 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 에 가한 토크 T 에 의해 변화되는 검출 축력 F 의 분포 도형 (26-2) 등을 화상으로부터 용이하게 확인할 수 있고, 그 확인과 함께 시공이 가능하다.
- [0132] <센서 (18-1, 18-2 ··· 18-8)>
- [0133] 도 8 은, 변형 게이지를 구비하는 볼트를 나타내고 있다. 볼트 본체 (58) 의 내부에는 변형 게이지 (60) 가 구비된다. 이 변형 게이지 (60) 는, 센서 (18-1, 18-2 ··· 18-8) 의 일례로, 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 에 가해지는 토크 T 에 의한 볼트 본체 (58) 의 변형을 검출하고, 이 변형이 축력 F 를 나타낸다. 변형 게이지 (60) 에는 케이블 (40) 이 접속되고, 이 케이블 (40) 을 통해 검출 축력 F 가 센서 출력으로서 취출된다.
- [0134] <PC (48)>
- [0135] 도 9 는, 이 시공 모니터링 시스템 (30) 의 구성예를 나타내고 있다. PC (48) 에는, 프로세서 (62), 기억부 (64), 입출력부 (I/O) (66), 통신부 (68), 조작 입력부 (70) 가 구비된다.
- [0136] 프로세서 (62) 는, 기억부 (64) 에 있는 OS (Operating System) 나 시공 모니터링 프로그램 등의 각종 컴퓨터 프로그램 등의 정보 처리를 실행한다. 이 정보 처리에는 이미 서술한 처리 a) 내지 e) 를 포함하는 처리 외에, 체결력의 연산, 시공 이력의 기록, 모니터 (24) 의 제어, 시공의 모니터링 내지 시공 관리 등, 컴퓨터로 가능한 각종 처리가 포함된다.
- [0137] 기억부 (64) 에는 기억 디바이스로서 예를 들어, ROM (Read-Only Memory) 및 RAM (Random-Access Memory) 이 구비되고, ROM 에는 OS 나 모니터링 프로그램이 격납된다. 이 기억부 (64) 에는 검출 정보나 작도 정보를 격납하는 데이터베이스 (DB) (72) 가 구축되고, DB (72) 에는 데이터 로거 (46) 로부터 도입되는 검출 정보가 격납된다. 검출 정보에는, 센서군 (18, 28) 의 각 센서 출력이 포함된다.
- [0138] I/O (66) 는 모니터 (24) 와의 화상 데이터의 송수에 사용된다. 통신부 (68) 에는 케이블 (52) 에 의해 데이터 로거 (46) 가 접속되어 있다.
- [0139] 조작 입력부 (70) 는 예를 들어, 키보드나 마우스 등의 입력 기기로 구성되고, 화면 조작이나 정보 입력에 사용된다.
- [0140] <체결 수순>
- [0141] 도 10 은, 개스킷 (8) 의 체결 수순을 나타내고 있다. 체결에 앞서, 시공 조건을 입력한다 (S301). 이 시공 조건은 개스킷 (8) 의 선택이나 체결력의 크기의 전제 정보이다.
- [0142] 이 시공 조건에 합치하는 개스킷 (8) 의 선정을 실시한다 (S302). 이 개스킷 (8) 의 선정은, 플랜지 (6-1, 6-2) 사이의 시일의 목표에 합치하는 개스킷 (8) 을 선정하는 것이고, 개스킷 선정에 실패를 발생시키면, 체결 수순이나 얼라인먼트가 적정해도, 적정한 시일 상태가 얻어지지 않는다.

- [0143] 체결 관리의 유무를 선택한다 (S303). 체결 관리는, 체결 공구 (16), 부여하는 체결력, 체결의 수순을 관리하는 것이다. 구체적으로는, 적어도,
- [0144] h) 적절한 체결 공구 (16) 를 선정하는 것
- [0145] i) 적절한 체결 공구 (16) 로 시일에 필요한 체결력을 얻는 것
- [0146] j) 올바른 수순으로 체결을 실시하는 것
- [0147] 이 필요하다. 따라서, 체결 관리를 있음으로 하는 경우에는 이것들을 충족시키고, 체결 관리의 「없음」에서는 이것들을 충족시키지 않거나 또는 시공자의 자유에 맡기는 것이다.
- [0148] 체결 관리 있음 (S303 의 YES) 에서는, 시공 조건에 따른 체결력의 계산을 실시한다 (S304). 이 체결력은, 개스킷 체결력 (전체 하중), 체결 토크, 볼트 직경, 추장 (推獎) 체결 면압, 개스킷 접촉 면적, 토크 계수, 볼트 개수 등을 사용하여 계산하면 된다.
- [0149] 개스킷 체결력을  $W$ , 추장 체결 면압을  $\sigma_g$ , 개스킷 접촉 면적을  $A_g$  로 하면, 개스킷 체결력  $W$  는,
- [0150]  $W = \sigma_g \times A_g \cdots (10)$
- [0151] 이 된다. 개스킷 접촉 면적  $A_g$  는, 개스킷 (8) 의 접촉 외경 및 접촉 내경으로부터,
- [0152]  $A_g = (\pi/4) \times \{(\text{접촉 외경})^2 - (\text{접촉 내경})^2\} \cdots (11)$
- [0153] 이다. 개스킷 체결력  $W$ , 체결 토크를  $T [N \cdot m]$ , 토크 계수 (0.2) 를  $k$ , 수나사의 외경 (m) 을  $d$ , 볼트 개수를  $bn$  으로 하면, 체결 토크  $T$  는,
- [0154]  $T = k \times W \times d/bn \cdots (12)$
- [0155] 에 의해 주어진다.
- [0156] 이러한 계산 결과 후, 체결 공구 (16) 나 체결 수순의 지정을 실시하고 (S305), 지정된 체결 공구 (16) 및 체결 수순에 의해 체결을 실시한다 (S306). 이 체결은 소정의 체결 수순, 예를 들어 JIS (Japanese Industrial Standards : 일본 공업 규격) 나, ASME (American Society of Mechanical Engineers : 미국 기계 학회) 의 규격에 준거한 체결 수순이면 되고, 이 수순에는 체결 순서의 주회 방향, 주회수 및 플랜지 사이의 노기스에 의한 계측 등이 포함된다.
- [0157] 각 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 에 임시 조임된 너트 (14) 에 체결 공구 (16) 를 대고, 체결 공구 (16) 로부터 토크  $T$  를 부여하여 적절한 체결력을 가한다. 이 체결력은, 각 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 로부터 플랜지 (6-1, 6-2) 에 전달된다.
- [0158] 각 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 의 축력  $F$  에 의해, 플랜지 (6-1, 6-2) 에는 탄성 상호 작용을 발생시킨다. 탄성 상호 작용은, 예를 들어, 볼트 (12-1) 를 체결하면, 이 볼트 (12-1) 를 사이에 두고 인접하는 각 볼트 (12-2, 12-8) 에 헐거움이 발생하여, 각 볼트 (12-2, 12-8) 축이 체결력이 저하되는 현상이다.
- [0159] 이 체결 중, 시공 모니터링 처리가 실시된다 (S307). 이 시공 모니터링 처리에서는 좌표 상에 검출 축력의 분포 도형이 동적으로 표시된다.
- [0160] 시공 모니터링 처리에 있어서, 체결이 완료되었는지가 판단된다 (S308). 체결을 계속하는 경우에는 (S308 의 NO), S306 내지 S308 의 스텝이 반복되고, 체결 완료이면 (S308 의 YES), 이 처리가 종료된다.
- [0161] S303 에 있어서, 체결 관리가 「없음」이면 (S303 의 NO), S304 ~ S308 을 대신하는 시공이 된다. 요컨대, 시공을 실습자의 자유에 맡기고, 실습자의 감을 의지하여 임의의 체결 공구 (16) 및 체결 수순에 의해 체결을 실시한다 (S309). 이 체결 상태는, S307 과 마찬가지로 시공 모니터링이 실행되고 (S310), 실습자의 의사에 의해 시공 종료가 된다.
- [0162] <시공 모니터링>
- [0163] 도 11 은, 도 10 에 나타내는 시일 시공의 S307 의 시공 모니터링 처리의 처리 수순을 나타내고 있다. 이 처리 수순은, 컴퓨터로 실행되는 프로그램의 실행 수순의 일례임과 함께, 본 발명에 관련된 시일재의 시공 모니터링 방법의 일례이기도 하다.



- [0164] 시일재의 시공에는 임시 조임 및 본 조임의 공정이 포함된다. 임시 조임은 본 조임의 전에 실행되는 처리로, 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 에 대한 너트 (14) 의 장착, 얼라인먼트 조정, 너트 (14) 의 본 조임 전의 체결 등이 포함된다. 얼라인먼트 조정에는 개스킷 (8) 이나 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 의 위치 설정이 포함된다. 본 조임은, 체결 공구 (16) 에 의해 토크 T 를 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 에 부여하여 단계적으로 목표 축력 (목표 체결력) 에 도달시킨다.
- [0165] 이 시공 모니터링의 처리에서는, 프로세서 (62) 가 프로그램의 실행에 의해, 센서군 (18) 으로부터 각 검출 축력을 도입하고 (S401), 검출 축력 F 및 목표 축력 Fref 의 도형화 처리를 실시한다 (S402).
- [0166] 프로세서 (62) 의 제어에 의해, 모니터 (24) 에는 좌표 상에 목표 축력 Fref 의 분포 도형 (26-1) 과 함께, 검출 축력 F 의 분포 도형 (26-2) 을 동적으로 표시한다 (S403).
- [0167] 이 검출 축력 F 등의 도형화 처리 및 체결 시공 중, 체결 처리가 소정의 주회수에 도달했는지를 감지한다 (S404). 소정의 주회수 예를 들어, 주회수 4 ~ 6 에 도달하고 있지 않으면 (S404 의 NO), S401 ~ S404 를 계속적으로 실행한다. 그리고, 체결 처리가 소정의 주회수에 도달하면 (S404 의 YES), 시일 시공의 완료로 하여 (S405), 이 처리를 종료한다.
- [0168] <축력 테이블 (74)>
- [0169] 도 12 는, 축력 테이블 (74) 을 나타내고 있다. 시공 모니터링 시스템 (30) 에는, 체결의 주회수 및 검출 축력을 기록하는 축력 테이블 (74) 이 구비된다. 이 축력 테이블 (74) 은 DB (72) 에 포함된다.
- [0170] 이 축력 테이블 (74) 에는 주회수와, 각 센서 (18-1, 18-2 ··· 18-8 ···) 의 검출 축력 F 가 격납된다. 주회수란, 소정의 수순으로 볼트 (12-1, 12-2 ··· 12-8) 모두를 체결하는 일순 (一巡) 조작을 1 회로 하고, 이것을 복수의 주회수 예를 들어, 4 ~ 6 이다. 주회마다 소정의 타이밍으로 센서군 (18) 으로부터 각 검출 축력의 도입이 실시된다. 예를 들어, 주회수 I 에 있어서, 센서 (18-1) 로부터 소정의 타이밍으로 검출 축력 F1101, F1102 ···, 센서 (18-2) 로부터 동일 타이밍으로 검출 축력 F2101, F2102 ··· 가 도입되고, 이하 동일한 처리가 된다. 도입된 검출 축력 F 는 축력 테이블 (74) 에 격납되고, 작도 정보의 처리에 사용된다.
- [0171] <평행도 테이블 (76)>
- [0172] 도 13 은, 평행도 테이블 (76) 을 나타내고 있다. 시공 모니터링 시스템 (30) 에서는, 검출 평행도를 격납하는 평행도 테이블 (76) 이 구비된다. 이 평행도 테이블 (76) 은 DB (72) 에 포함된다.
- [0173] 이 평행도 테이블 (76) 에는 주회수와, 각 센서 (28-1, 28-2, 28-3, 28-4) 에서 검출된 플랜지 사이의 간극 치수가 격납된다. 주회마다 소정의 타이밍으로 센서군 (28) 으로부터 검출된 각 간극 치수의 도입이 실시된다. 예를 들어, 주회수 I 에 있어서, 센서 (28-1) 로부터 소정의 타이밍으로 간극 치수 D1101, D1102, D1103, D1104 가 도입되고, 센서 (28-2) 로부터 동일 타이밍으로 간극 치수 D2101, D2102 ··· 가 도입되고, 이하 동일한 처리가 된다. 도입된 간극 치수 D 는 평행도 테이블 (76) 에 격납되고, 플랜지 사이의 평행도의 판정 및 그 표시에 사용된다.
- [0174] <목표 축력 및 검출 축력의 분포 도형의 생성 및 체결력의 가감 조작>
- [0175] 도 14 의 A 는, 목표 축력 및 초기의 검출 축력의 각 분포 도형을 나타내고 있다. 시공 모니터링 처리의 개시 시점에서는, 좌표 상에 목표 축력 Fref 의 분포 도형 (26-1) 이 표시되고, 이것에 겹쳐 예를 들어, 임시 조임 상태의 검출 축력 F 의 분포 도형 (26-2) 이 표시된다. 이 시점에서는, 검출 축력 F 가 작아, 0 점의 근방에 있고, 목표 축력 Fref 의 분포 도형 (26-1) 보다 매우 좁은 면적으로 분포 도형 (26-2) 이 표시된다. 요컨대, 이로써, 검출 축력 F 가 작은 것을 인식할 수 있다.
- [0176] 도 14 의 B 는, 목표 축력 및 중기의 검출 축력의 각 분포 도형을 나타내고 있다. 체결의 주회수가 증가하면, 검출 축력 F 가 커지고, 그것에 따라 분포 도형 (26-2) 이 확대된다. 이 시점에서는, 0 점측으로부터 목표 축력 Fref 의 분포 도형 (26-1) 에 가까워지고는 있지만, 분포 도형 (26-1) 의 목표 축력 Fref 보다 검출 축력 F 가 작아, 좁은 면적으로 분포 도형 (26-2) 이 표시된다. 이 시점에서 검출 축력 F 가 부족한 것을 파악할 수 있다. 그리고, 좌표축 y4 에서는, 동일 스케일 상으로부터 검출 축력 F4 가 돌출되어 있다. 이 돌출 상태에서부터 다른 축력 F 에 대해 검출 축력 F4 에 의한 체결이 큰 것을 파악할 수 있다.
- [0177] 도 14 의 C 는, 목표 축력 및 중기의 검출 축력의 각 분포 도형을 나타내고 있다. 체결의 주회수가 최종 회에 도달하고, 검출 축력 F 가 목표 축력 Fref 에 일치 또는 그 근방 범위에 도달하고 있다. 요컨대, 검출

축력 F의 분포 도형 (26-2)은, 목표 축력 Fref의 분포 도형 (26-1)과 일치 도형 내지 상사형으로 되어 있고, 이로써, 필요한 시일 상태 내지는 이상적인 시일 상태가 얻어진다.

[0178] <축력의 조정>

[0179] 도 15의 A는, 검출 축력 F가 목표 축력 Fref에 가까워진 상태를 나타내고 있다. 좌표축 y1의 볼트 (12-1)에서는, 검출 축력 F1이 목표 축력 Fref에 도달하고 있다. 이에 반해, 좌표축 y2의 볼트 (12-2)에서는 축력 F2가 부족하다.

[0180] 이 상태에서부터, 볼트 (12-2)의 축력 F2를 증가시키면, 볼트 (12-2)를 사이에 두는 볼트 (12-1, 12-3)측에서는 탄성 상호 작용을 받아 헐거움이 발생하여, 도 15의 B에 나타내는 바와 같이, 축력 F1, F3이 감소한다. 이 상태에서부터, 검출 축력 F1, F3을 목표 축력 F1ref, F3ref에 도달시키기 위해서는, 축력 F1, F3을 증가시키고, 볼트 (12-2)의 축력 F2를 감소시키는 등의 증감 처리를 실시하는 것이 필요하다.

[0181] <실시예 2의 효과>

[0182] 이 실시예 2에 의하면, 다음과 같은 효과가 얻어진다.

[0183] (1) 체결 공구 (16)에 예를 들어, 토크 렌치를 사용한 경우, 체결력에 어느 정도의 편차가 발생한다. 각 볼트 (12-1, 12-2...12-8)의 체결에는 JIS 규격 등에서 규정된 소정의 체결 수순이 있고, 이 수순을 무시하거나 또는 그 수순을 틀리면, 미스얼라인먼트가 발생하여 이른바 불균일 조임 상태를 발생시킨다. 이와 같은 관점에서 서서, 적절한 시일을 달성하여, 체결 효율을 높이기 위해서는, 각 볼트 (12-1, 12-2...12-8)에 부여되는 축력 F를 실시간으로 모니터링하고, 적절한 체결에 필요한 시공 스킬을 달성하는 것이 필요하다. 또, 숙련자라도, 기능을 확인하고, 습관 등을 교정하여, 보다 높은 스킬 업을 도모하는 것이 요구된다. 적절한 축력 F의 부여에 의한 체결, 적절한 수순을 밟는 것을 조건으로, 시일이 완성된다. 적절한 수순, 적절한 체결력, 체결 부족이나 체결 과다를 방지하여, 체결 불량 방지를 도모함으로써, 플랜지 (6-1, 6-2)사이의 개스킷 (8)에 적절한 체결력이 부여되고, 플랜지 (6-1, 6-2)사이의 간극을 개스킷 (8)으로 메워 적절한 시일을 달성할 수 있다.

[0184] (2) 이 시공 모니터링 시스템 (30)에 의하면, 작업자의 체결과 부재에 작용하는 체결력의 관계를 시각적으로 인식할 수 있다.

[0185] (3) 작업자에 의해 체결되는 볼트의 체결 상태를 시인할 수 있고, 작업자의 체결 감각을 보조하여, 교정할 수 있다.

[0186] (4) 배관 접속부의 볼트 체결의 실습 시스템에 이용하여, 작업자의 시공 훈련에 이용할 수 있다.

[0187] (5) 이 시공 모니터링 시스템 (30)을 이용하면, 작업자의 시공 능력의 향상에 기여할 수 있다.

[0188] (6) 시공에 영향을 받지 않고, 체결에 제공되는 시일 등의 부재의 기능을 발휘시킬 수 있어, 시공의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0189] 실시예 3

[0190] 도 16의 A는, 실시예 3에 관련된 개스킷 (8)마다의 목표 축력의 설정의 처리 수순을 나타내고 있다. 이 처리 수순에서는, 개스킷 (8)의 선정 (S501)에 기초하여, 목표 축력을 산출한다 (S502). 이 목표 축력을 나타내는 분포 도형을 좌표 상에 표시한다 (S503).

[0191] 도 16의 B는, 좌표 상에 표시되는, 개스킷 (8)에 따른 목표 축력을 나타내는 분포 도형을 나타내고 있다. 분포 도형 (26-11)은 예를 들어, 개스킷 (8-1)에 대한 목표 축력을 나타내고, 분포 도형 (26-12)은 예를 들어, 개스킷 (8-2)에 대한 목표 축력을 나타내고, 또, 분포 도형 (26-13)은 예를 들어, 개스킷 (8-3)에 대한 목표 축력을 나타내고 있다.

[0192] 이와 같이 선택되는 개스킷 (8)마다 적절한 목표 축력의 산출과 함께, 좌표 상에 분포 도형을 표시하면, 개스킷 (8)의 선택에 따라 필요한 체결력을 용이하게 실현할 수 있다. 목표 축력이나 목표 체결력은 개스킷 (8)이나, 볼트 (12)에 따라 상이하지만, 이 체결력의 산출에는 예를 들어, 개스킷의 추장 체결 면압, 볼트의 치수 정보를 사용하여 체결 토크를 계산하는 공지된 시스템을 사용해도 된다.

[0193] 실시예 4

- [0194] 도 17 은, 실시예 4 에 관련된 볼트의 체결 수순 표시를 나타내고 있다.
- [0195] 플랜지 이음매 (6) 에 주회 상에 배치된 복수의 볼트에는 임시 조임 및 본 조임을 일정한 수순으로 실시하는 것이 필요하다.
- [0196] 예를 들어, 도 17 의 A 에 나타내는 바와 같이, 체결을 종료한 볼트 (12-8) 로부터 다음의 체결을 실시하는 볼트 (12-1) 로 체결 마크 (78) 를 이동시켜, 체결이 도래하고 있는 볼트 (12-1) 를 시사한다.
- [0197] 이 경우, 도 17 의 B 에 나타내는 바와 같이, 직전에 체결을 종료한 볼트 (12-1) 에는 체결 종료 표시로서 체결 마크 (78) 를 예를 들어, 파선 표시로 하고, 다음의 체결을 실시하는 볼트 (12-2) 로 체결 마크 (78) 를 이동시켜, 그 수순을 시사해도 된다.
- [0198] 이와 같이, 수순 표시에 따라서 체결을 실시하게 함으로써, 미스얼라인먼트를 방지할 수 있어, 불균일 조임이 발생하는 것을 방지할 수 있다. 신뢰성이 있는 시공이나 스킵 업을 높일 수 있다. 체결 마크 (78) 대신에 체결이 도래하는 볼트 번호를 다른 볼트 번호와 상이한 착색 표시나 점멸 표시로 해도 된다.
- [0199] 실시예 5
- [0200] 도 18 은, 실시예 5 에 관련된 검출 축력을 판정하는 처리 수순을 나타내고 있다. 이 처리 수순은, PC (48) 에서 실행되는 컴퓨터 프로그램의 일례이다.
- [0201] 이 처리 수순에서는, 선정된 가스킷 (8) 에 필요한 면압에 대한 목표 축력을 산출하고 (S601), 이 목표 축력과 검출 축력을 비교한다 (S602).
- [0202] 검출 축력 F 가 목표 축력 Fref 의 허용 범위 예를 들어,  $\pm 15 [\%]$  에 있는지를 판정한다 (S603). 검출 축력 F 가 목표 축력 Fref 의 허용 범위에 있으면 (S603 의 YES), 그 판정 결과로서 축력은 합격으로 하고 (S604), 검출 축력 F 가 목표 축력 Fref 의 허용 범위 외이면 (S603 의 NO), 그 판정 결과로서 축력은 불합격으로 한다 (S605).
- [0203] 이 개별의 판정 결과를 사용하여 종합 평가를 실시한다 (S606). 이 종합 평가에서는 개별 평가 전부가 합격이면 합격으로 하고, 그 하나라도 불합격이 있으면 불합격으로 하고, 이 판정 결과를 모니터 (24) 에 표시하여, 합격 여부 판정을 고지한다 (S607).
- [0204] 도 19 의 A 는, 평가 대상으로서 좌표 상에 표시된 검출 축력 F 의 분포 도형 (26-2) 을 나타내고 있다. 이 예에서는, 축력 F3, F7 이 목표 축력 F3ref, F7ref 보다 작고, 축력 F6 이 목표 축력 F6ref 보다 큰 것을 알 수 있다.
- [0205] 도 19 의 B 는, 평가 테이블의 일례를 나타내고 있다. 이 평가 테이블 (80) 에는 목표 축력란, 허용 범위란, 검출 축력란, 개별 평가란 및 종합 평가란이 설정되어 있다. 목표 축력 = Fref = 30 [kN], 축력의 허용 범위 = Fref  $\pm 15 [\%]$  = 25.5 [kN] ~ 34.5 [kN] 이 격납되어 있다. 검출 축력란에는 센서군 (18) 의 센서 출력, 볼트마다의 검출 축력이 격납된다.
- [0206] 이 예에서는, 볼트 (12-1, 12-2, 12-4, 12-5, 12-8) 의 각 축력 F1, F2, F4, F5, F8 이 허용 범위 내이고, 볼트 (12-3, 12-6, 12-7) 의 각 축력 F3, F6, F7 이 허용 범위 외이다. 따라서, 개별 평가에서는, 허용 범위 내에 있는 축력 F1, F2, F4, F5, F8 이 합격, 허용 범위 외의 축력 F3, F6, F7 이 불합격이다. 따라서, 종합 평가는 불합격이다.
- [0207] 이것들은, 평가 테이블 (80) 에 격납됨과 함께, 모니터 (24) 에 표시되어 작업자에게 고지된다. 「불합격」의 축력에 대해서는, 적색이나 적색 점멸 등의 얼러트 표시로 해도 되고, 「합격」의 축력에 대해서는, 녹색 등의 안전한 시일이 달성되어 있는 것을 표시해도 된다.
- [0208] 이와 같이 목표 축력에 대한 검출 축력의 상이가 시일의 신뢰성을 저해하는 것을 고지할 수 있어, 적절한 시일 시공을 추진할 수 있다.
- [0209] 실시예 6
- [0210] 도 20 은, 실시예 6 에 관련된 체결 순서의 합격 여부를 판정하는 처리 수순을 나타내고 있다. 이 처리 수순은, PC (48) 에서 실행되는 컴퓨터 프로그램에 의해 실현되는 처리, 또는, 시공 모니터링 방법의 일례를 나타내고 있다.

- [0211] 이 처리 수순에서는, 플랜지 (6-1, 6-2) 사이의 체결을 계기로 하여 (S701), 체결의 순서를 검출한다 (S702). 이 순서는 예를 들어, 검출 축력의 변화 및 그 추이, 체결 위치의 이동 정보로부터 검출 또는 판정하면 된다. 검출된 순서가 체결 기준인 소정의 수순에 합치하고 있는지의 여부를 판단한다 (S703). 소정의 체결 기준으로서 체결 수순은 이미 서술한 예를 들어, JIS 나, ASME 의 규격에 준거하면 된다.
- [0212] 검출된 수순이 소정의 체결 수순에 합치하고 있으면 (S703 의 YES) 모니터 (24) 에 합격 표시를 실시한다 (S704). 이 합격 표시는, 축력의 분포 도형과 함께 표시하면 된다.
- [0213] 검출된 수순이 소정의 체결 수순에 합치하지 않으면 (S703 의 NO) 모니터 (24) 에 에러 표시를 실시한다 (S705). 이 에러 표시는, 마찬가지로 축력의 분포 도형과 함께 표시하면 된다.
- [0214] 이와 같이 체결 순서를 소정의 체결 수순과의 비교로 판정하면, 수순대로 체결이 실시되지 않은 경우에 발생하는 불균일 조임을 방지하여, 누설 리스크를 경감시킬 수 있다. 게다가, 합격 표시나 에러 표시를 이미 서술한 축력의 분포 도형과 함께 표시하면, 검출 축력이 목표 축력에 일치하고 있어도 수순이 적정하지 않으면 불균일 조임에 의한 누설 리스크가 높아지는 것을 작업자에게 습속시킬 수 있다.
- [0215] 실시예 7
- [0216] 상기 실시예에서는, 시일 시공부 (4) 의 플랜지 이음매 (6) 를 정 (定) 위치에 고정시키고 있지만, 플랜지 이음매 (6) 는 임의의 위치로 자유롭게 변경해도 되고, 도 21 의 A 에 나타내는 바와 같이, 플랜지 이음매 (6) 의 위치를 예를 들어, 수평 방향으로 변경해도 된다. 플랜지 이음매 (6) 의 위치를 임의로 변경 가능하게 하면, 실제의 작업 환경을 모의하면, 자세가 상이한 경우에도 적절히 체결을 실시하는 것을 훈련할 수 있다. 또, 작업 환경이나 작업자의 자세에 따라 체결력에 편차가 발생하고, 이것이 시일 성능을 저하시키는 것을 이 해시킬 수 있다.
- [0217] 상기 실시예에서는, 시일 시공부 (4) 에 단일의 플랜지 이음매 (6) 를 구비하고 있지만, 도 21 의 B 에 나타내는 바와 같이, 가대 (32) 의 정점부에 제 1 시일 시공부 (4-1), 중도부에 제 2 시일 시공부 (4-2) 를 구비해도 된다. 도 21 에 있어서, 도 1, 도 7 과 동일 부분에는 동일 부호를 붙이고 있다. 시일 시공부 (4-1) 에서는 예를 들어, 8 개의 볼트로 체결하는 플랜지 이음매 (6A) 를 구비하고, 시일 시공부 (4-2) 에서는 예를 들어, 12 개의 볼트로 체결하는 직경이 큰 플랜지 이음매 (6B) 를 구비하고 있다. 이와 같이 플랜지 이음매를 복합화하면, 거의 동 위치에서 조건이 상이한 시공을 실시할 수 있다.
- [0218] [다른 실시형태]
- [0219] (1) 정보 생성부 (22) 에서 예를 들어, 축력의 증감 등으로부터, 각 볼트의 체결 수순을 판정하고, 그 판정 결과를 모니터 (24) 에 제시해도 된다. 체결 수순은 JIS 나 ASME 이지만, 수순대로 체결이 실시되지 않으면 불균일 조임을 발생시켜, 액체나 가스의 누설의 리스크가 높아지므로, 화면 상에 에러 표시나 얼러트 표시를 하여 작업자에게 고지하면 된다.
- [0220] (2) 실시예 2 에서는, 축력을 검출하는 제 1 센서 (18-1, 18-2· · · 18-8), 평행도를 검출하는 제 2 센서 (28-1, 28-2, 28-3, 28-4) 의 쌍방을 구비하고 있지만, 어느 일방만을 구비하고, 검출 축력을 나타내는 분포 도형, 또는 평행도를 나타내는 분포 도형의 어느 일방을 생성하는 구성으로 해도 된다.
- [0221] (3) 상기 실시예에서는 제 1 분포 도형 및 제 2 분포 도형을 공통의 좌표 상에 표시하고 있지만, 각 분포 도형을 개별의 좌표에 표시해도 되고, 각 분포 도형내의 에어리어를 상이한 착색을 부여하여, 착색에 의해 식별 가능하게 해도 된다.
- [0222] (4) 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 가장 바람직한 실시형태나 실시예에 대해 설명하였다. 본 발명은 상기 기재에 한정되는 것은 아니다. 특히 청구의 범위에 기재되거나 또는 발명을 실시하기 위한 형태 또는 실시예에 개시된 발명의 요지에 기초하여, 당업자에게 있어서 여러 가지 변형이나 변경이 가능하다. 이러한 변형이나 변경이, 본 발명의 범위에 포함되는 것은 말할 필요도 없다.
- [0223] 산업상 이용가능성
- [0224] 본 발명에 의하면, 시일재의 시공 모니터링을 실시간으로 실시할 수 있어, 목표 축력과 대비 가능하게 축력 분포, 플랜지 이음매의 평행도를 나타내는 분포 도형을 모니터에 표시하고, 그 표시 내용을 확인하여 시공할 수 있고, 그 시공 결과를 평가하여, 시공의 스킵 업을 도모할 수 있다.

**부호의 설명**

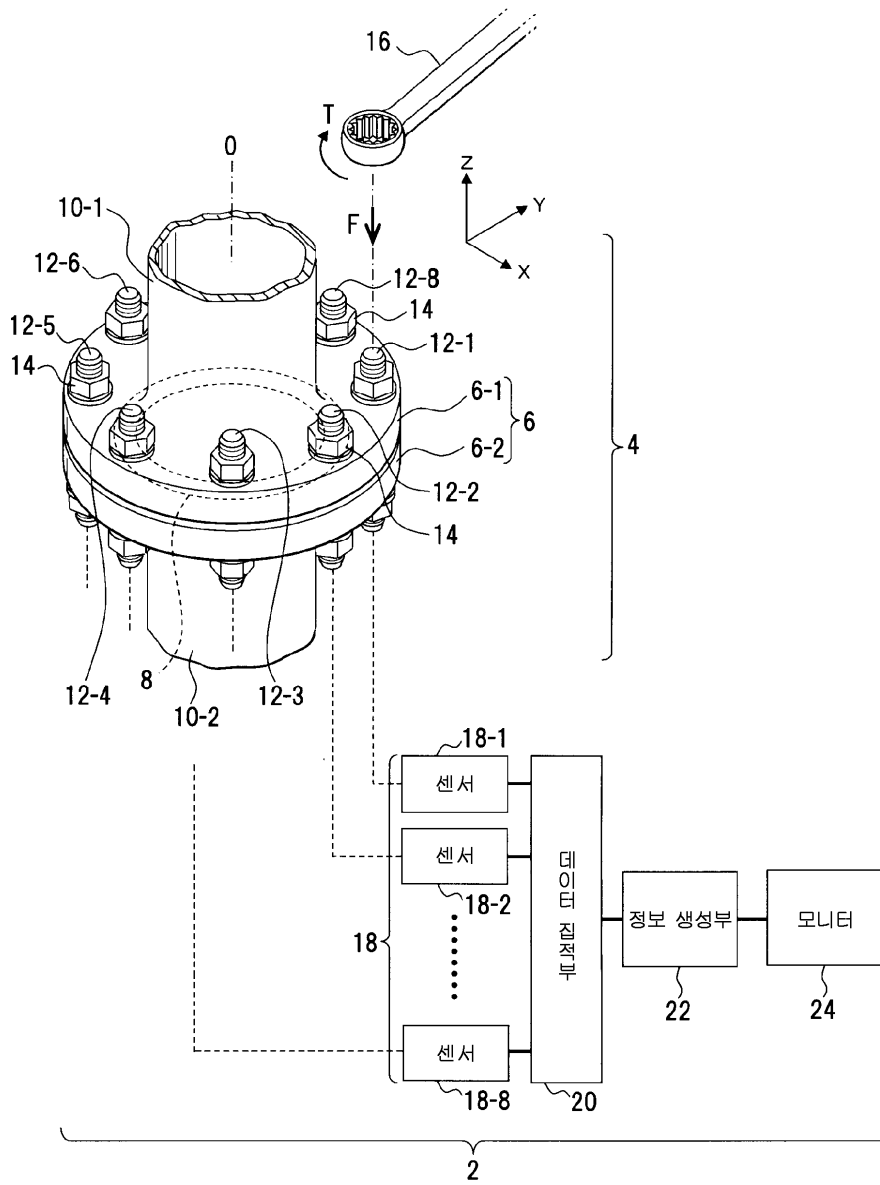
[0225]

- 2 : 시공 모니터링 장치
- 4 : 시일 시공부
- 4-1 : 제 1 시일 시공부
- 4-2 : 제 2 시일 시공부
- 6 : 플랜지 이음매
- 6-1, 6-2 : 플랜지
- 8 : 개스킷
- 10-1, 10-2 : 배관
- 12-1, 12-2 . . . 12-8 : 볼트
- 14 : 너트
- 16 : 체결 공구
- 18 : 제 1 센서군
- 28 : 제 2 센서군
- 18-1, 18-2 . . . 18-8 : 센서
- 28-1, 28-2 . . . 28-4 : 센서
- 20 : 데이터 집적부
- 22 : 정보 생성부
- 24 : 모니터
- 26-1 : 제 1 분포 도형
- 26-2 : 제 2 분포 도형
- 26-3 : 제 3 분포 도형
- 30 : 시공 모니터링 시스템
- 32 : 가대
- 34 : 가대
- 36 : 플로어
- 38 : 캐스터
- 40 : 케이블
- 42 : 대좌
- 44 : 선반
- 46 : 데이터 로거
- 48 : PC
- 50 : 천판
- 52 : 케이블
- 54 : 실습자

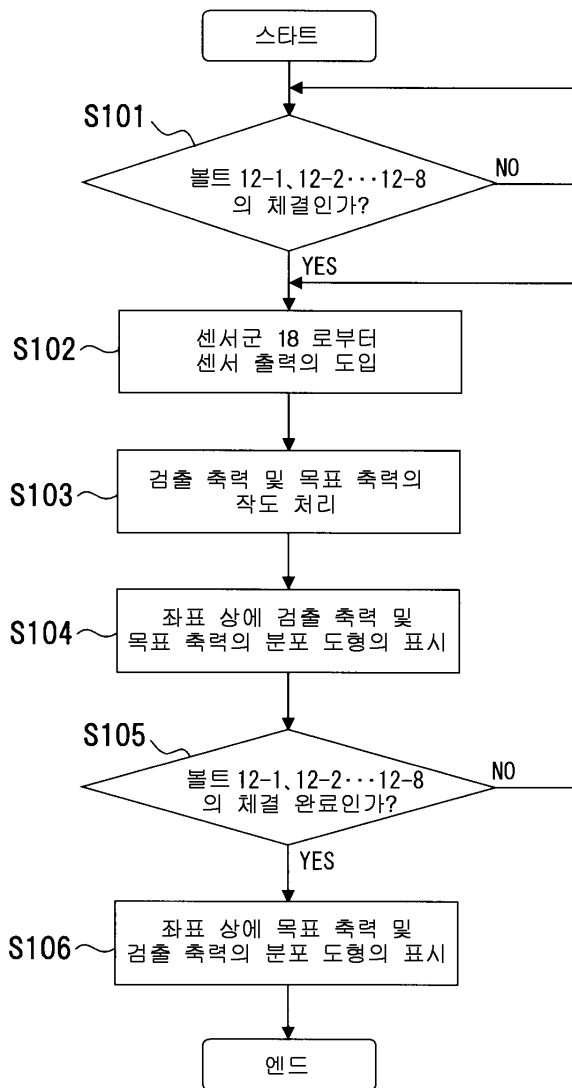
- 56 : 화면
- 58 : 볼트 본체
- 60 : 변형 게이지
- 62 : 프로세서
- 64 : 기억부
- 66 : 입출력부 (I/O)
- 68 : 통신부
- 70 : 조작 입력부
- 72 : DB
- 74 : 축력 테이블
- 76 : 평행도 테이블
- 78 : 체결 마크
- 80 : 평가 테이블

도면

도면1

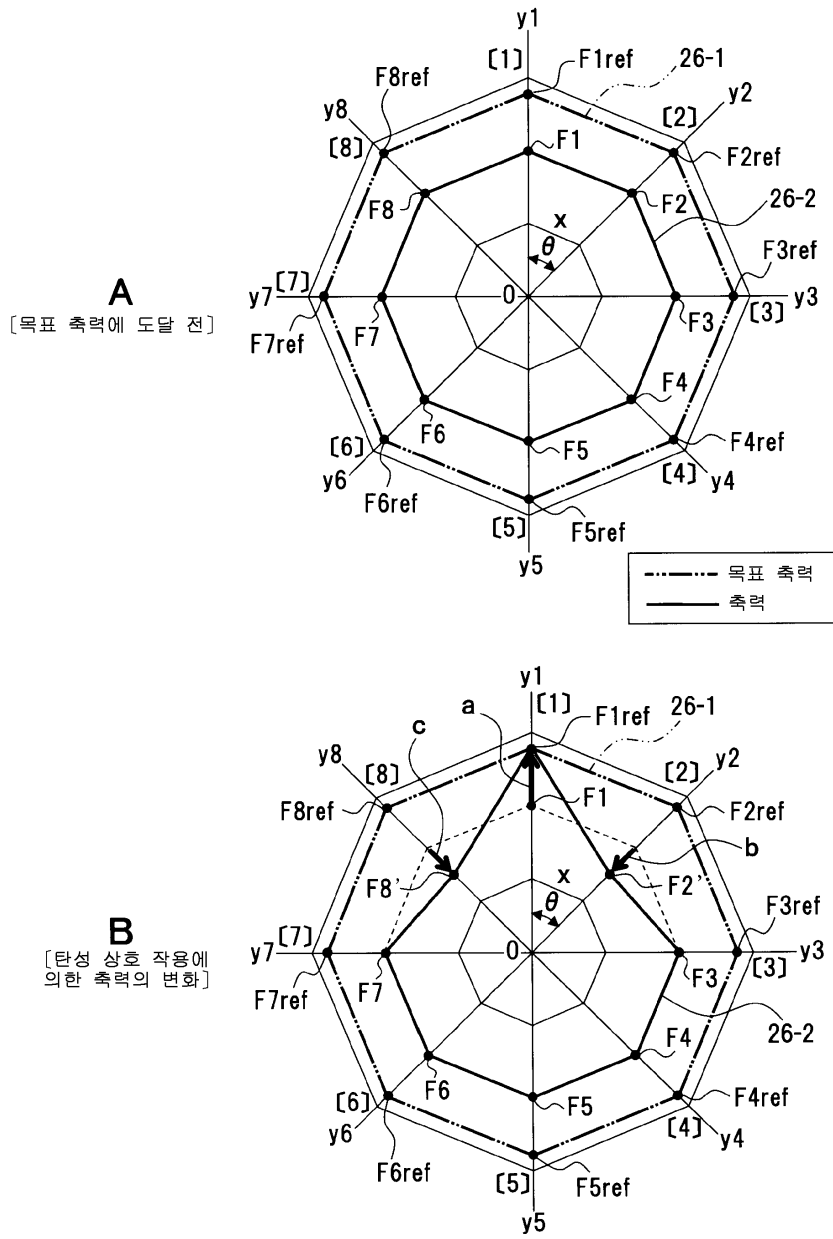


도면2

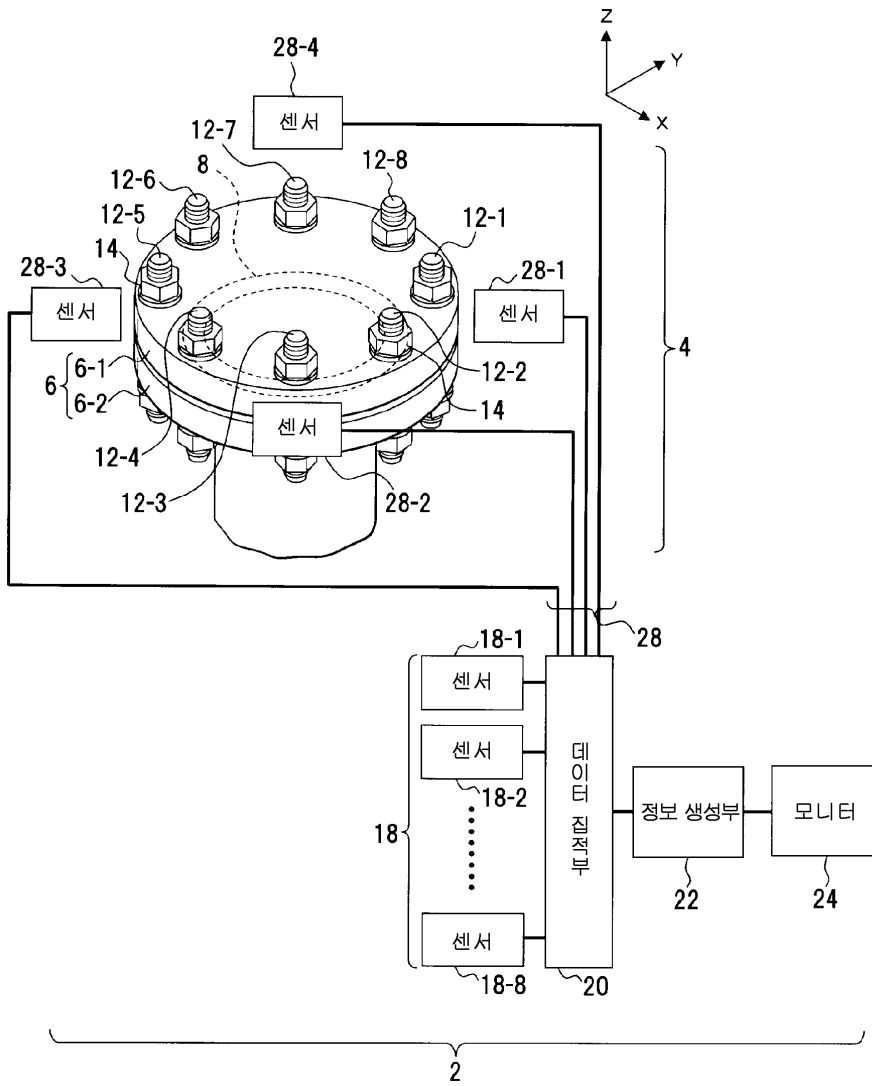




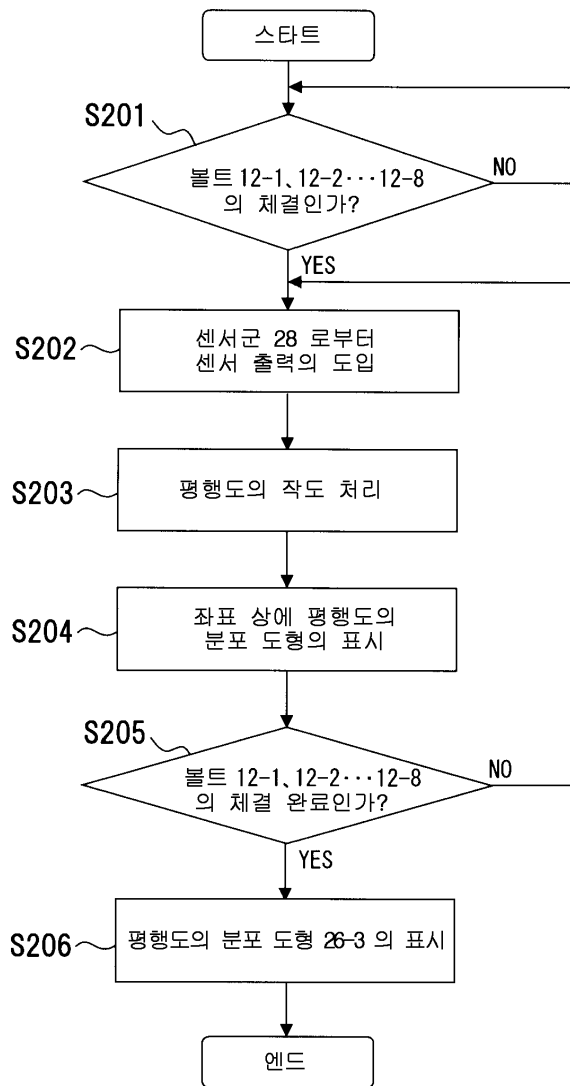
도면3



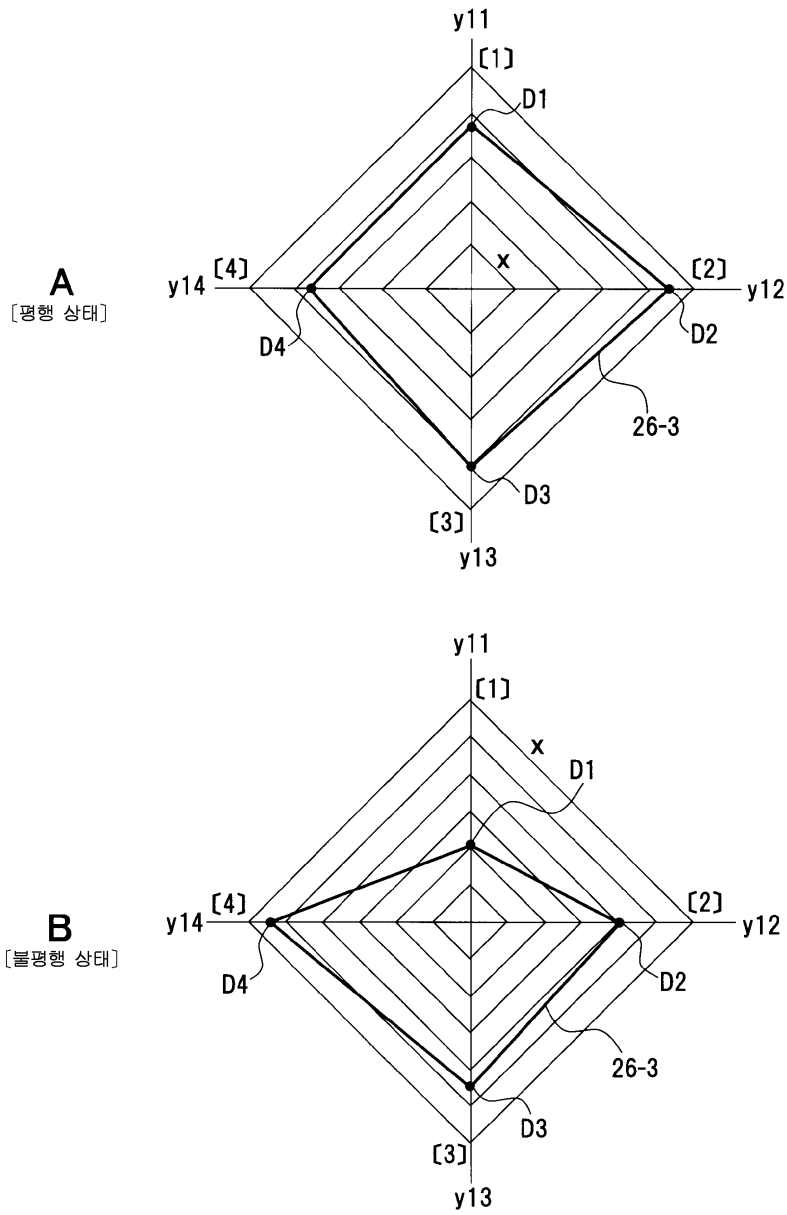
도면4



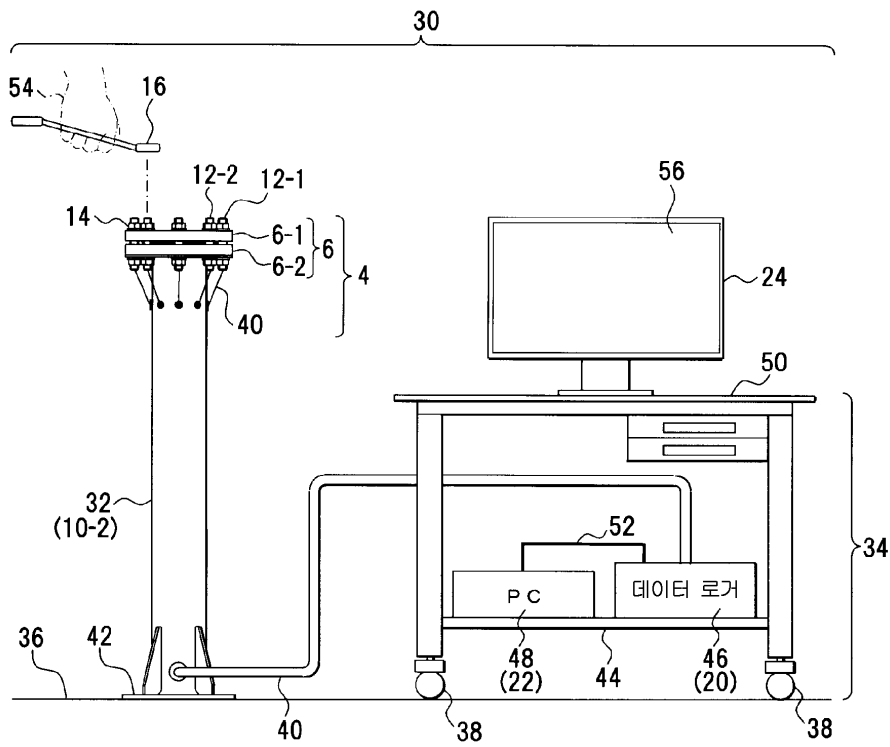
도면5



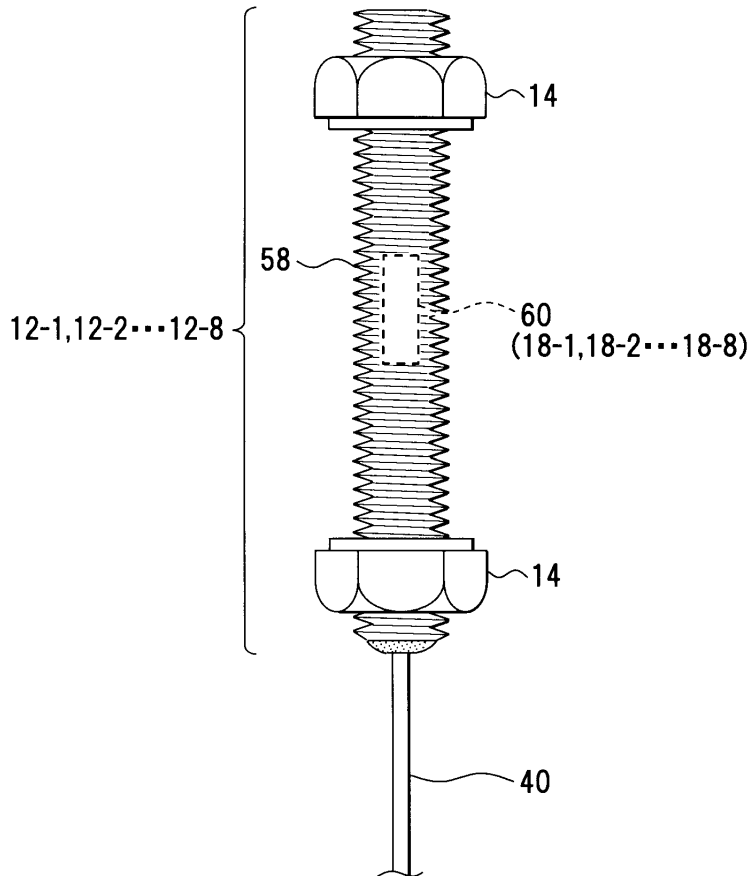
도면6



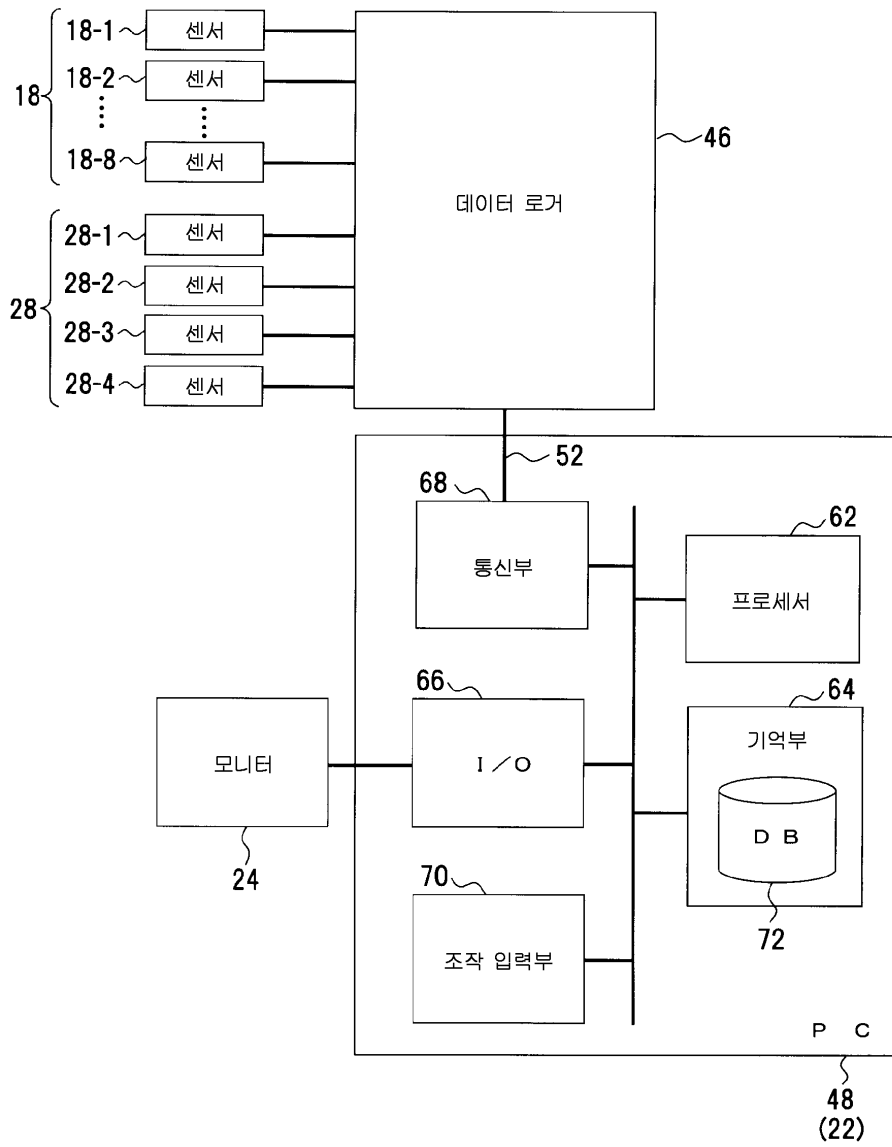
도면7



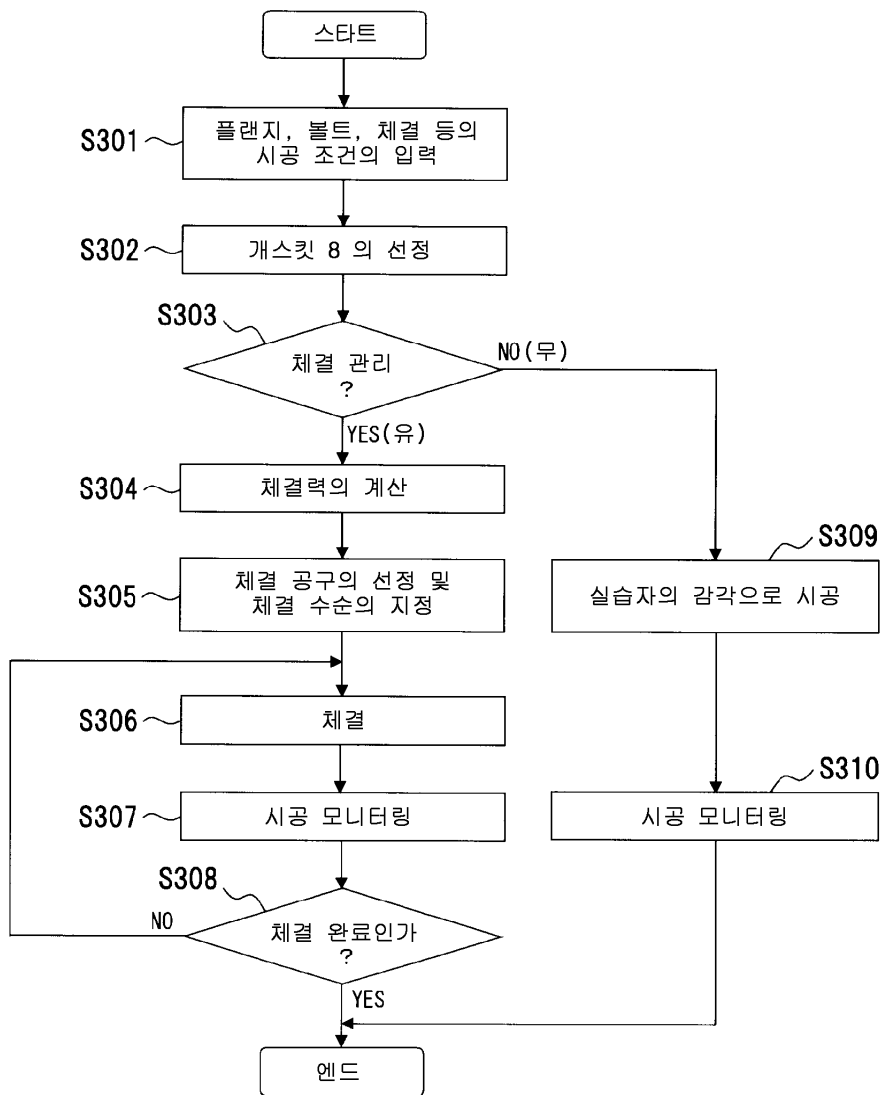
도면8



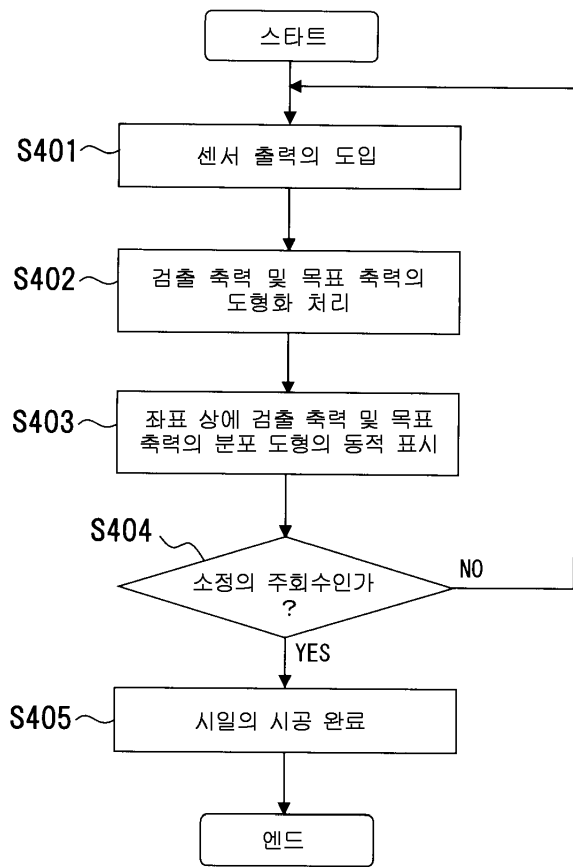
도면9



도면10



도면11





도면12

[측력 테이블 74]

		측력				
		센서 18-1	센서 18-2	.....	센서 18-8	.....
주 원 수	I	F1101	F2101	.....	F8101	.....
		F1102	F2102	.....	F8102	.....
		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	II	F1201	F2201	.....	F8201	.....
		F1202	F2202	.....	F8202	.....
		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	III	F1301	F2301	.....	F8301	.....
		F1302	F2302	.....	F8302	.....
		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	IV	F1401	F2401	.....	F8401	.....
		F1402	F2402	.....	F8402	.....
		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	...	.....	.....	.....	.....	.....

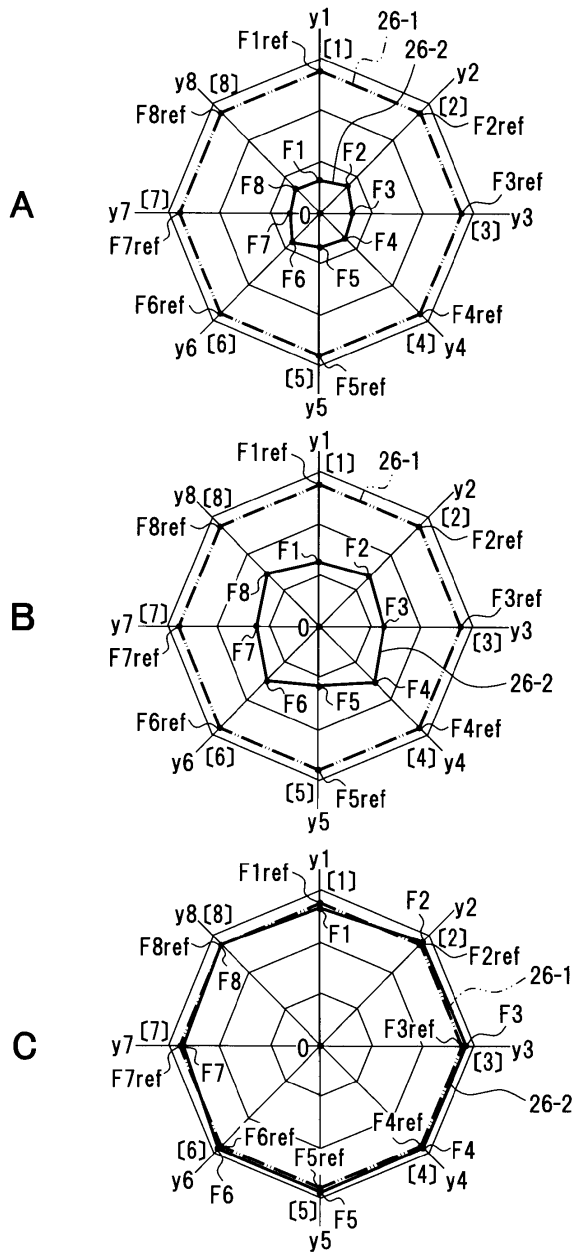
74

도면13

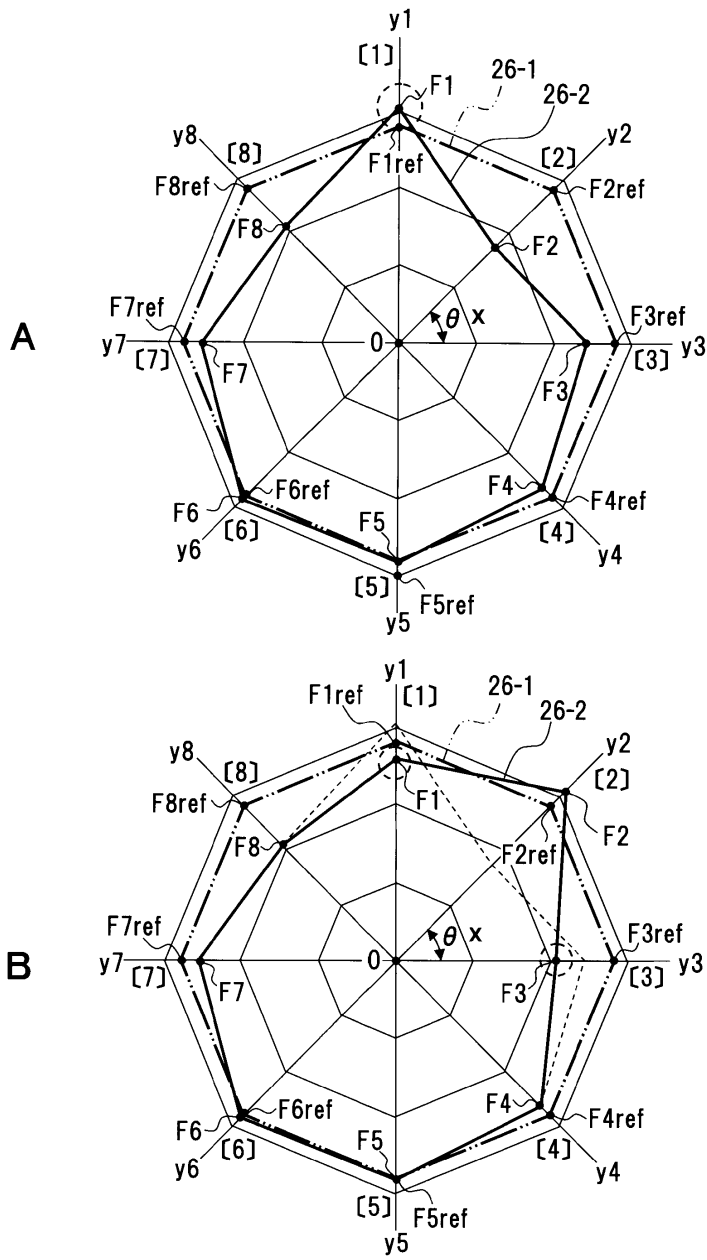
[평행도 테이블 76]

		플랜지 간의 간격				
		센서 28-1	센서 28-2	센서 28-3	센서 28-4	.....
주요수	I	D1101	D2101	D3101	D4101	.....
		D1102	D2102	D3102	D4102	.....
		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	II	D1201	D2201	D3201	D4201	.....
		D1202	D2202	D3202	D4202	.....
		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	III	D1301	D2301	D3301	D4301	.....
		D1302	D2302	D3302	D4302	.....
		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	IV	D1401	D2401	D3401	D4401	.....
		D1402	D2402	D3402	D4402	.....
		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	...	.....	.....	.....	.....	.....

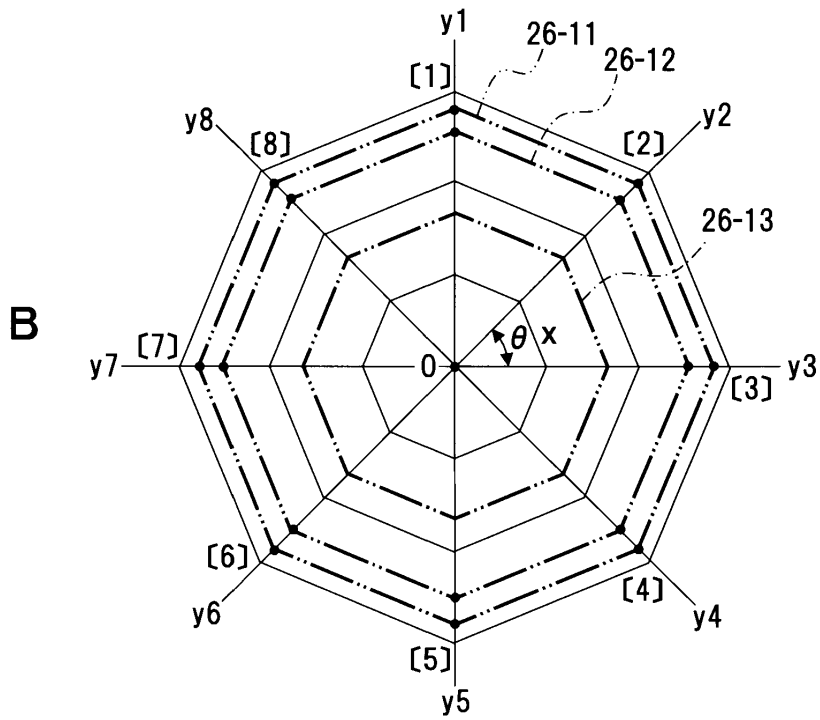
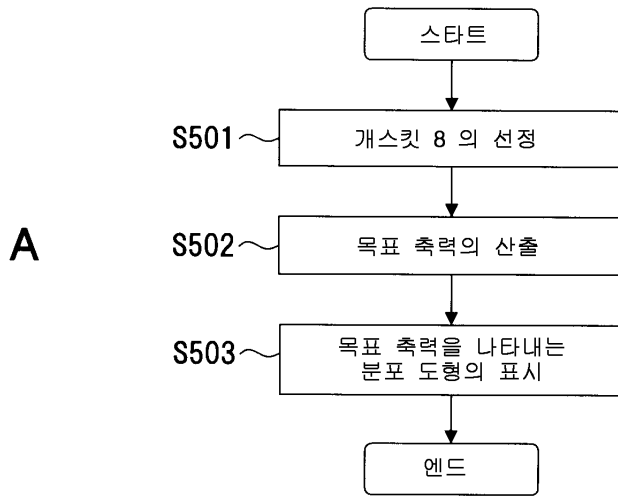
도면14



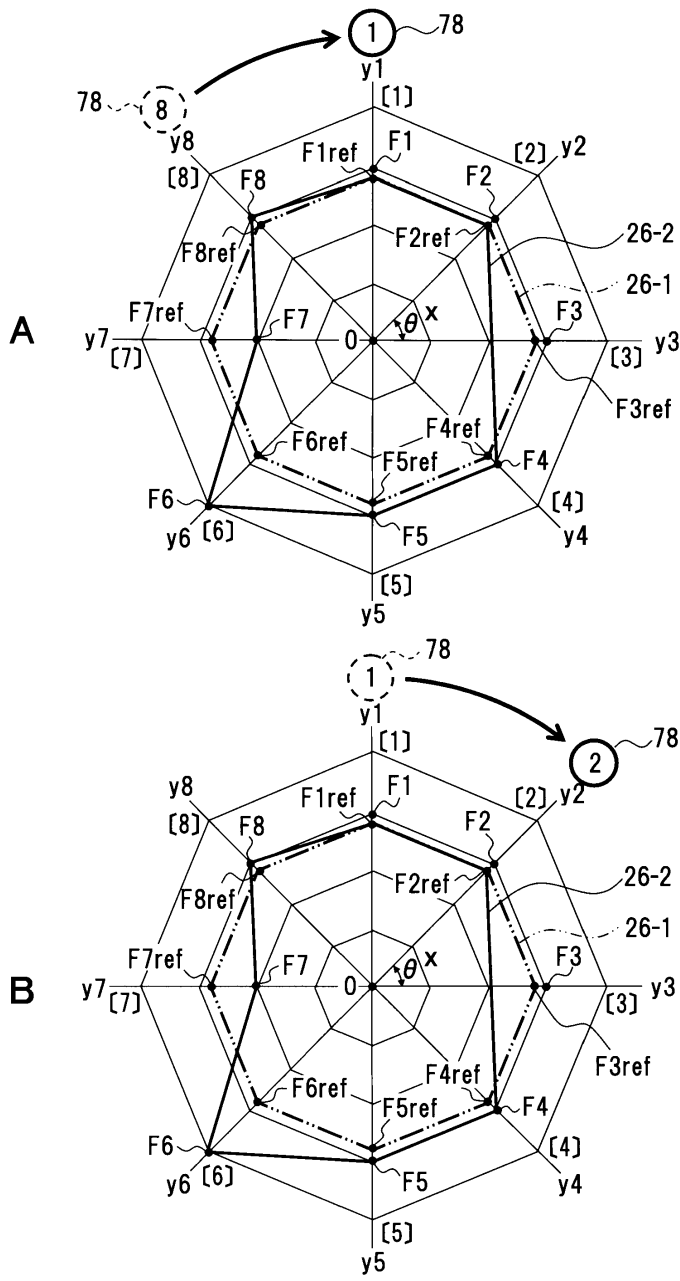
도면15



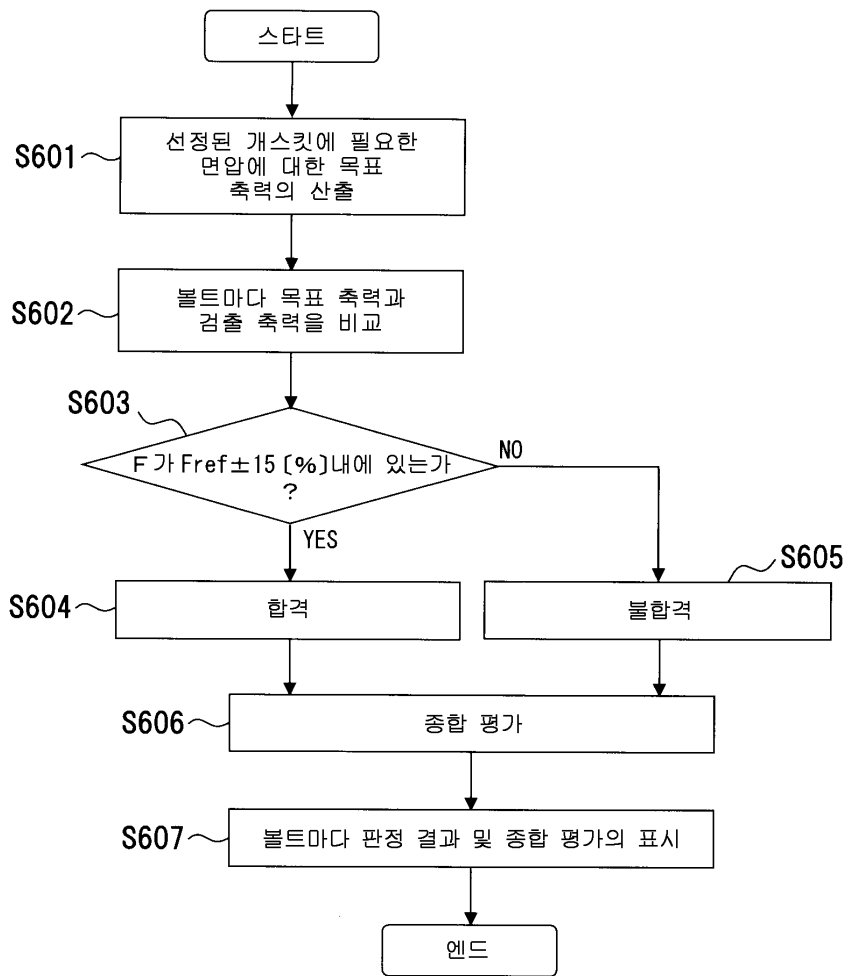
도면16



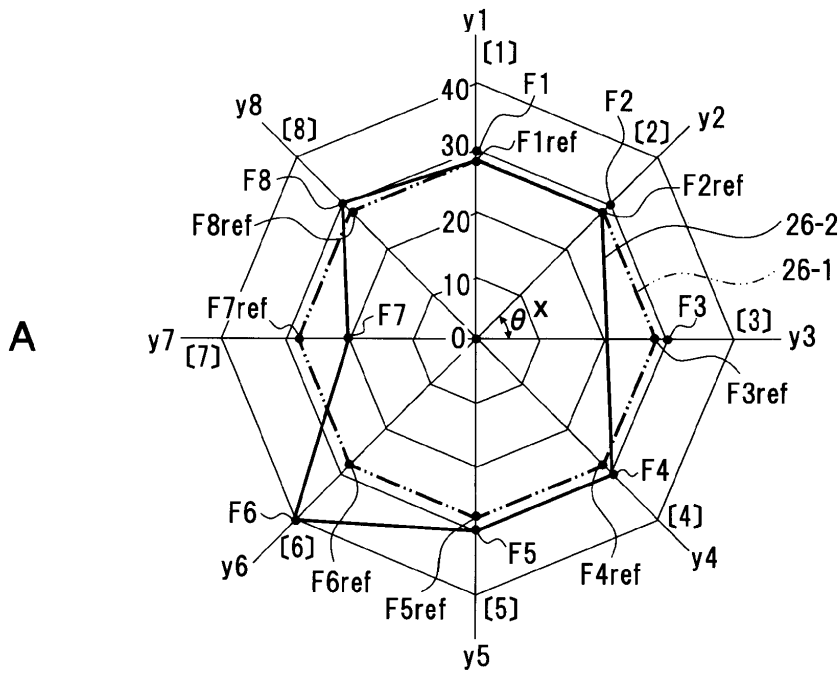
도면17



도면18



도면19

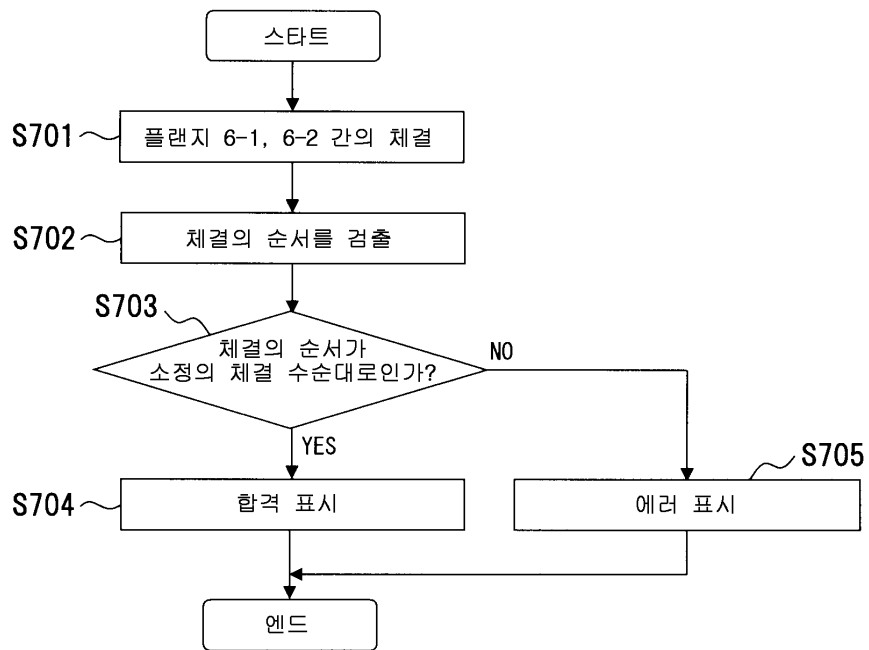


B [평가 테이블 80]

목표 축력	Fref=30 [kN]							
목표 축력의 허용 범위	Fref±15 [%] =25.5~34.5 [kN]							
검출 축력	볼트 12-1의 축력	볼트 12-2의 축력	볼트 12-3의 축력	볼트 12-4의 축력	볼트 12-5의 축력	볼트 12-6의 축력	볼트 12-7의 축력	볼트 12-8의 축력
	28.0 [kN]	28.0 [kN]	20.0 [kN]	30.0 [kN]	30.0 [kN]	40.0 [kN]	20.0 [kN]	30.0 [kN]
개별 평가	합격	합격	불합격	합격	합격	불합격	불합격	합격
종합 평가	불합격							



도면20



도면21

