



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0015257
(43) 공개일자 2017년02월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01L 23/22 (2006.01) G01D 11/24 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01L 23/222 (2013.01)
G01D 11/245 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0097634
- (22) 출원일자 2016년07월30일
심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장
15179379.1 2015년07월31일
유럽특허청(EPO)(EP)
16151559.8 2016년01월15일
유럽특허청(EPO)(EP)

- (71) 출원인
키스틀러 홀딩 아게
스위스 씨에이치-8408 윈터술 유라체 스트라세 22
- (72) 발명자
벽, 라인홀트
스위스, 8308 일나우, 에프레티코너스트라세 2
가이저, 마틴
스위스, 8400 빈터투어, 노이비젠스트라세 3
- (74) 대리인
조철현

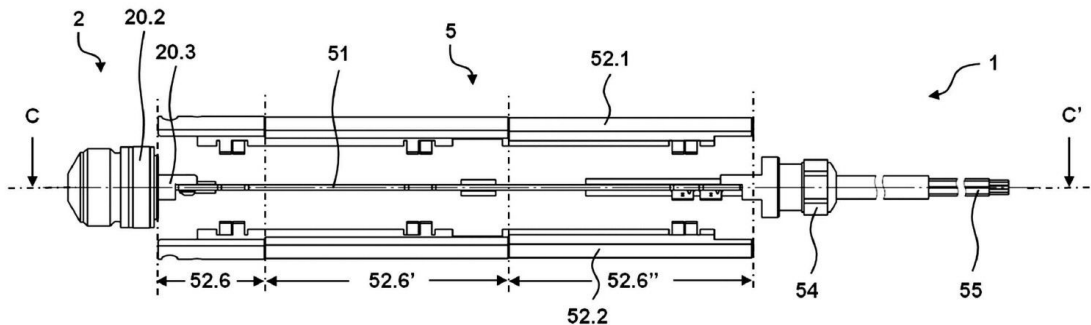
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **압력 센서와 그 제조 공정**

(57) 요약

본 발명은 센서 조립체(2)와 평가 유닛(5)을 구비하며; 상기 센서 조립체(2)가 센서(22)와 전극 배열(23)을 구비하고; 상기 센서(22)가 압력 프로파일의 작용 하에서 신호를 생성하고; 상기 전극 배열(23)이 신호를 평가 유닛(5)으로 전송하고; 상기 평가 유닛(5)이 평가 유닛 하우징(50)과, 전기 회로 기판(51)과, 그리고 보강 부재(52.1, 52.2)를 구비하고; 상기 보강 부재(52.1, 52.2)가 전기 회로 기판(51)과 평가 유닛 하우징(50) 사이의 반경 방향 평면(AB) 내에 배치되며; 상기 보강 부재(52.1, 52.2)가 전기 회로 기판(51)에 기계적으로 연결되고; 그리고 보강 부재(52.1, 52.2)가 반경 방향 평면(AB) 내에 발생하는 전기 회로 기판(51)의 기계적 공진 진동을 감쇠시키는 압력 센서(1)에 관한 것이다..

대표도



(52) CPC특허분류
G01L 23/225 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

센서 조립체(2)와 평가 유닛(5)을 구비하며; 상기 센서 조립체(2)가 센서(22)와 전극 배열(23)을 구비하고; 상기 센서(22)가 압력 프로파일의 작용 하에서 신호를 생성하고; 상기 전극 배열(23)이 신호를 평가 유닛(5)으로 전송하는 압력 센서(1)에 있어서,

상기 평가 유닛(5)이 평가 유닛 하우징(50)과, 전기 회로기판(51)과, 그리고 보강 부재(52.1, 52.2)를 구비하고;

상기 보강 부재(52.1, 52.2)가 전기 회로 기판(51)과 평가 유닛 하우징(50) 사이의 반경 방향 평면(AB) 내에 배치되며;

상기 보강 부재(52.1, 52.2)가 전기 회로 기판(51)에 기계적으로 연결되고; 그리고

보강 부재(52.1, 52.2)가 반경 방향 평면(AB) 내에 발생하는 전기 회로 기판(51)의 기계적 공진 진동을 감쇠시키는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

압력 센서(1)가 압전 압력 센서(1)이고;

센서(22)가 압전 센서(22)이며;

압전 센서(22)가 압력 프로파일의 작용 하에 압전 전하를 생성하고; 그리고

전극 배열(23)이 압전 센서(22)로부터 압전 전하를 수신하여 수신된 압전 전하를 평가 유닛(5)으로 전송하는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 3

제1항 또는 제2항 중의 어느 한 항에 있어서,

보강 부재(52.1, 52.2)가 반경 방향 평면(AB)의 어떤 영역에서 전기 회로기판(51)의 둘레에 배치되고;

보강 부재(52.1, 52.2)가 전기 회로기판(51)을 라이너 또는 표면 접촉에 의해 포장하는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

보강 부재(52.1, 52.2)가 종축(CC')을 따른 어떤 영역에서 전기 회로기판(51)을 포장하는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

보강 부재(52.1, 52.2)가 반경 방향 평면(AB) 내에서 전기 회로기판(51)을 완전히 포장하는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중의 어느 한 항에 있어서,

보강 부재(52.1, 52.2)가 반경 방향 평면(AB) 내에서 전기 회로기관(51)의 이동의 자유를 평가 유닛 하우징(50)에 대해 고정하는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중의 어느 한 항에 있어서,

보강 부재(52.1, 52.2)가 적어도 두 동일한 셸(52.1, 52.2)로 구성되고, 상기 셸(52.1, 52.2)이 전기 회로기관(51)에 기계적으로 연결되거나 및/또는 서로 기계적으로 연결될 수 있는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 8

제7항에 있어서,

셸(52.1, 52.2)이 적어도 하나의 돌출하는 잠금 부재(52.3, 52.3')를 통해 전기 회로기관(51)에 기계적으로 연결될 수 있고;

셸(52.1, 52.2) 중의 하나의 잠금 부재(52.3, 52.3')가 다른 셸(52.1, 52.2)의 대응 개구부를 통해 전기 회로기관(51)에 맞물리며; 그리고

전기 회로기관(51)이 셸(52.1, 52.2)들 사이의 반경 방향 평면(AB) 내에 배치되는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 9

제7항에 있어서,

셸(52.1, 52.2)들이 적어도 하나의 돌출하는 잠금 부재(52.3, 52.3')를 통해 서로 기계적으로 연결되고;

셸(52.1, 52.2) 중의 하나의 잠금 부재(52.3, 52.3')가 다른 셸(52.1, 52.2)의 대응 개구부에 맞물리며; 그리고

전기 회로기관(51)이 셸(52.1, 52.2)들 사이의 반경 방향 평면(AB) 내에 배치되는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중의 어느 한 항에 있어서,

평가 유닛(5)이 평가 유닛 하우징(50)을 구비하고; 그리고

평가 유닛 하우징(50)이 어떤 영역에서 보강 부재(52.1, 52.2)를 전기 회로기관(51) 상으로 가압하는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 11

제10항에 있어서,

보강 부재(52.1, 52.2)가 종방향으로 몇 개의 영역(52.6, 52.6', 52.6")을 구비하고;

각 영역(52.6, 52.6', 52.6")이 종방향을 따라 30mm, 바람직하기로 60mm, 더욱 바람직하기로 90mm의 길이를 가지는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 12

제10항에 있어서,

평가 유닛 하우징(50)이 종방향을 따라 후방 영역(52.6")으로부터 전방 영역(52.6)의 보강 부재(52.1, 52.2) 상으로 미끄럼 이동 가능하고;

보강 부재(52.1, 52.2)가 후방 영역(52.6")과 전방 영역(52.6)에서 다른 외경을 가지는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 13

제10항에 있어서,

평가 유닛 하우징(50)이 종방향을 따라 후방 영역(52.6")으로부터 중앙 영역(52.6')으로 중앙 영역(52.6')으로부터 전방 영역(52.6)의 보강 부재(52.1, 52.2) 상으로 미끄럼 이동 가능하고;

보강 부재(52.1, 52.2)가 후방 영역(52.6")과 중앙 영역(52.6')과 전방 영역(52.6)에서 다른 외경들을 가지며;

중앙 영역(52.6')의 외경이 평가 유닛 하우징(50)의 내경보다 약간 크고; 그리고

약간 크기가 크더라도 평가 유닛 하우징(50)이 보강 부재(52.1, 52.2) 상으로 손으로 미끄럼 이동 가능한 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 14

제12항 또는 제13항 중의 어느 한 항에 있어서,

전방 영역(52.6)의 외경이 평가 유닛 하우징(50)의 내경에 비해 더 큰 크기를 가지고; 그리고

더 큰 크기를 가지면, 평가 유닛 하우징(50)을 더 이상 보강 부재(52.1, 52.2) 상으로 손으로 미끄럼 이동시킬 수 없는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중의 어느 한 항에 있어서,

보강 부재(52.1, 52.2)가 전기 회로기관(51), 보강 부재(52.1, 52.2) 및/또는 평가 유닛(5)의 평가 유닛 하우징(50) 간의 선형 열팽창계수의 차이를 보상하는 적어도 하나의 절곡 영역(52.5)를 구비하는 것을

특징으로 하는 압력 센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 독립항의 전제부에 의한 압력 센서에 관한 것이다. 본 발명은 또한 상기 압력 센서를 제조하는 공정에도 관련된다.

배경 기술

[0002] 압전(piezoelectric) 압력 센서는 공지되어 널리 사용되고 있다. 이에 따라, 이들은 내연기관의 압력 지표화(indexing)에 사용되어 압력 챔버(pressure chamber) 내의 지배적인 실린더 압력을 크랭크샤프트 위치나 시간의 함수로 감지한다. 내연기관은 가솔린 엔진, 디젤 엔진, 방켈 엔진(Wankel engine) 등의 4-스토토크 엔진과 2-스토토크 엔진을 포함한다. 선박 디젤 엔진에서, 이는 실린더 압력의 장기 감시에 사용된다. 압전 압력 센서는 일반적으로 150 내지 250바의 범위에 있지만 조기 점화(pre-ignition)와 엔진 노킹(knocking)이 발생되면 500바 이상의 압력 피크를 포함하는 급속한 압력 프로파일(pressure profiles)을 감시하는데 사용된다. 그러나 압전 압력 센서는 제트 엔진, 가스 터빈, 증기 터빈, 증기기관 등의 압력 감시에도 사용될 수 있다.

[0003] 이러한 압전 압력 센서는 문헌 CH394637A1에 개시되어 있다. 이 압전 압력 센서는 압력 챔버 내의 내경(bore)을 통해 압력 챔버 내로 직접 돌출하는 멤브레인(membrane)을 구비한다. 이 멤브레인의 가장자리는 압전 압력 센서의 하우징에 용접된다. 멤브레인에 의해 포착된 압력 프로파일은 하우징 내의 멤브레인 부근에 배치된 압전 압력 센서에 작용한다. 압력 프로파일은 압전 센서에 전기적인 편극 전하(polarization charge)를 생성하고 이는 전극을 통해 신호로 전송된다. 이 신호는 압력 프로파일의 양에 비례한다. 압전 센서 상에 전극이 배치되어 있다. 신호는 도전체에 의해 전극으로부터 평가 유닛으로의 신호 케이블의 플러그 연결을 위한 소켓으로 전송된다. 소켓은 하우징의 멤브레인 대향측에 배치된다.

[0004] 그러나 본 발명은 압전 압력 센서에 제한되지 않는다. 이에 따라, 문헌 EP0140992A1은 거기에 구비된 압전 저항 (piezoresistor)을 가지는 센서가 멤브레인에 검출된 압력 프로파일의 작용 하에서 신호를 생성하는 압전 저항 식(piezoresistive) 압력 센서를 개시하고 있다. 압전 저항의 단자에 전극들이 연결되어 미끄럼 부싱(slide bushing) 형태의 도통 부재(feedthrough)를 통해 센서의 하우징으로 전송하고 전기적 도선의 가닥(strand)의 접촉면을 통해 평가 유닛으로 전송한다.

[0005] 실제, 지속적 사용중 압력 센서는 강력한 엔진 진동과 200℃ 이상의 고온에 노출된다. 이는 전극, 단자, 플러그 연결과 도통 부재들의 접촉면에 신호 전송의 기계적 안정성을 약화시킬 수 있는 미세 마찰(micro friction)과 기계적 부식(fretting corrosion)을 야기할 수 있다. 또한 고온에서의 신호 케이블 피복의 탈가스(outgassing)는 마찰 중합(friction polymerization)에 의해 국부적으로 가교 결합(cross-link)을 일으켜, 전극, 단자, 플러그 연결, 그리고 도통 부재의 접촉면 상에 퇴적물(deposit)을 형성할 수 있다. 뿐만 아니라, 고온에서는 전극, 단자, 플러그 연결, 도통 부재의 접촉면에 모재(base metal)의 확산(diffusion)과 산화층의 국부적 적층(build-up)이 발생할 수 있다. 이 효과들은 단독적으로 또는 조합되어 발생할 수 있다. 그 결과, 플러그 접점의 접촉 저항이 변화될 수 있다. 이에 따라 접촉 저항이 mΩ 범위에서 MΩ 범위의 수만 배의 크기로(by several orders of magnitude) 증가하여 평가 유닛으로 전송되는 신호를 왜곡함으로써 부정확한 신호 평가가 이뤄질 수 있다. 일반적으로, 압력 센서의 요소들에서 신호 전송을 왜곡하는 전기적 누설 전류가 발생할 수 있기 때문에, 신호 전송의 전기적 절연의 보장은 고온에서도 매우 중요하다. 또한 압력 센서의 요소들의 열팽창계수가 다르면 고온에서 국부적인 기계적 응력을 야기할 수 있다. 마지막으로, 압력 센서의 요소들은 고온에서 조기에 노후화(age prematurely)될 수 있다. 이와 같이 열적으로 유도된 기계적 응력과 조기 노후화는 압력 센서의 사용 수명(service life)에 악영향을 끼친다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 첫 번째 목적은 신호 전송에서의 신호 왜곡이 효율적으로 방지될 수 있는 압력 센서를 제시하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 신호 출력과 평가 유닛이 강력하고 연구적인 엔진 진동에서도 기계적으로 안정된 압력 센서를 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 그 요소들이 고온에서라도 기계적 응력과 조기 노후화를 방지할 수 있는 압력 센서를 제시하는 것이다. 마지막으로, 압력 센서의 제조는 비용 효율적(cost-effective)이어야 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 이 목적들 중의 적어도 하나는 독립항의 특징에 의해 달성된다.

[0008] 본 발명은 센서 조립체와 평가 유닛을 구비하며; 상기 센서 조립체가 센서와 전극 배열을 구비하고; 상기 센서가 압력 프로파일의 작용 하에서 신호를 생성하고; 상기 전극 배열이 신호를 평가 유닛으로 전송하고; 상기 평가 유닛이 평가 유닛 하우징과 전기 회로기판과 그리고 보강 부재를 구비하며; 상기 보강 부재가 전기 회로기판과 평가 유닛 하우징 사이의 반경 방향 평면 내에 배치되고; 상기 보강 부재가 전기 회로기판에 기계적으로 연결되며; 그리고 보강 부재가 반경 방향 평면에 발생하는 전기 회로기판의 기계적 공진 진동을 감쇠시키는 압력 센서에 관한 것이다.

[0009] 본 발명은 또한 이와 같은 압력 센서의 제조 공정에도 관련되는데; 전기 회로기판과 보강 부재가 제공되어, 보강 부재가 전기 회로기판에 기계적으로 연결된다.

[0010] 본 발명은 전기 회로기판이 압력 센서의 종방향으로 더 큰 팽창을 나타내며 압력 센서의 사용중 발생하는 엔진 진동이 종축에 직교하는 반경 방향 평면 내에 기계적 공진 진동(resonance vibration)을 생성한다는 관찰에 기

초한다. 본 발명은 이를 감안하여(addressed by), 보강 부재가 이 반경 방향 평면에서 전기 회로기판을 보강한다. 바람직하기로, 보강 부재는 전기 회로기판의 반경 방향 평면 내의 운동의 자유를 평가 유닛 하우징에 대해 고정한다. 이에 따라, 엔진 진동은 반경 방향 평면 내에 감쇠된(dampened) 기계적 공진 진동으로만 유입될 수 있게 되어 전기 회로기판 영역 내의 신호 전송에 관련된 요소들의 기계적 응력이 영구히 감소될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011]

이하 도면을 참조한 실시예들을 통해 본 발명을 더 상세히 설명한다. 도면에서:

도 1은 센서 조립체와 평가 유닛을 가지는 압전 압력 센서의 제1 실시예의 단면도;

도 2는 센서 조립체와 평가 유닛을 가지는 압전 압력 센서의 제2 실시예의 단면도;

도 3은 도1 또는 2에 의한 센서 조립체의 바람직한 실시예를 보이는 단면도;

도 4는 도 1에 의한 압전 압력 센서의 제1 실시예를 평가 유닛 하우징과 전기적 절연 부재를 제거하고 보인 부분 평면도;

도 5는 도 1 또는 4에 의한 압전 압력 센서의 제1 실시예의 전기 회로기판을 보이는 측면도;

도 6은 도 1, 4 또는 5에 의한 압전 압력 센서의 제1 실시예의 전기 회로기판을 보이는 평면도;

도 7은 도 2에 의한 압전 압력 센서의 제2 실시예를 평가 유닛 하우징과 전기적 절연 부재를 제거하고 보인 부분 평면도;

도 8은 도 2 또는 7에 의한 압전 압력 센서의 제2 실시예의 전기 회로기판을 보이는 평면도;

도 9는 도 2, 7 또는 8에 의한 압전 압력 센서의 제2 실시예의 전기 회로기판을 보이는 측면도;

도 10은 도 4에 의한 압전 압력 센서의 제1 실시예의 영역 A에 대한 확대 평면도;

도 11은 도 7에 의한 압전 압력 센서의 제2 실시예의 영역 B에 대한 확대 평면도;

도 12는 전기적 절연 부재를 위에 맞추는 동안의 도 4에 의한 압전 압력 센서의 제1 실시예의 측면도;

도 13은 전기적 절연 부재를 맞춘 다음에 도 4에 의한 압전 압력 센서의 제1 실시예의 측면도;

도 14는 도 12 또는 13에 따른 전기적 절연 부재의 횡단면도;

도 15는 센서 조립체의 전극 배열과 평가 유닛의 전기 회로기판 간의 재질 접합을 수행하기 전의 도 1, 4, 12 또는 13에 의한 압전 압력 센서의 제1 실시예의 평면도;

도 16은 센서 조립체의 전극 배열과 평가 유닛의 전기 회로기판 간의 재질 접합을 수행한 후의 도 1, 4, 12, 13 또는 15에 의한 압전 압력 센서의 제1 실시예의 평면도;

도 17은 도 15에 의한 압전 압력 센서의 제1 실시예의 영역 C에 대한 확대 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012]

도 1과 2는 본 발명에 의한 압전 압력 센서(1)의 두 실시예들의 단면을 도시한다. 이 단면들은 사용 준비된(ready-to-use) 상태로 장착된 압전 압력 센서(1)의 종축(CC')을 따라 도시되었다. 종축(CC'), 수직축(AA'), 그리고 수평축(BB')은 서로 직교한다. 종축(CC')을 따르는 방향은 종방향으로도 불리고, 종방향에 직교하는 방향은 반경 방향으로도 불린다. 수직축(AA')과 수평축(BB')은 반경 방향 평면(AB)을 전개(span)한다. 반경 방향은 반경 방향 평면(AB) 내에 위치한다. 단면에 있어서, 압전 압력 센서(1)와 그 요소들은 종축(CC')에 대해 대략 원형이다. 부사 "대략"은 원형으로부터 ±10%의 변형을 포함한다. 본 발명을 알고 나면, 압전 압력 센서와 그 요소들은 단면이 정사각형, 다각형 등이 될 수도 있다. 이에 따라 전기 회로기판(51)은 예를 들어 정사각형이다.

[0013]

압전 압력 센서(1)의 요소들은 서로 기계적으로 접촉되거나 서로 기계적으로 연결된다. 본 발명의 관점에 있어서, 기계적 접촉은 몇 개의 요소들이 단지 서로 직접 접촉하여 위치하는 것을 의미하는 반면, 기계적 연결의 경우는 몇 개의 요소들이 재질 접합(material bonding), 힘 폐쇄(force closure), 형태 폐쇄(form closure) 등에 의해 서로 고정(fix)되는 것을 의미한다. 이에 따라, 기계적 접촉은 기계적 연결이 아니다. 기계적 접촉은 압력 밀폐(pressure-tight)가 아니다. 형용사 "압력 밀폐"는 10바 이상의 압력 프로파일(pressure profile)에 저항

할 수 있음을 지칭한다.

- [0014] 압전 압력 센서(1)는 센서 조립체(2)와 평가 유닛(5)을 구비한다. 도 1 및 2에 도시된 바와 같이, 평가 유닛(5)은 센서 조립체(2)에 직접적 또는 간접적으로 전기적 및 기계적으로 연결된다. 도 3은 센서 조립체(2)를 반제품으로 도시하고 있다. 평가 유닛(5) 역시 도 4 내지 9, 그리고 12 내지 14에 도시된 바와 같이 복수의 요소들을 가지는 반제품이다. 도 10, 11 그리고 17은 센서 조립체(2)의 평가 유닛(5)에 대한 전기적 및 기계적 연결의 영역(A, B, C)의 확대 평면을 도시하고 있다. 또한 도 15 및 16은 센서 조립체(2)를 평가 유닛(5)에 전기적 및 기계적으로 연결하는 제조 공정을 도시한다.
- [0015] 센서 조립체(2)는 압전 압력 센서(1)의 전방 영역에 배치되며 멤브레인(membrane; 21), 센서 하우징 조립체(sensor housing assembly; 20), 압전 센서(piezoelectric sensor; 22), 그리고 전극 배열(electrode arrangement; 23)을 구비한다. 압전 압력 센서(1)는 압력 챔버(pressure chamber)의 벽에 기계적으로 연결되고, 멤브레인(21)은 내경(bore)을 통해 압력 챔버 내로 직접 돌출한다. 기계적 연결은 힘 폐쇄 또는 형태 폐쇄로 이뤄진다. 압전 압력 센서(1)의 사용중 압전 압력 센서(1)의 전방 영역은 압력 챔버 부근의 강력한 엔진 진동과 고온에 영구 노출된다. "전방", "후방"이라는 용어는 압전 압력 센서(1)와 그 요소들에 대해 멤브레인(21)을 향하는 영역이 "전방"으로 지시되는 반면, 멤브레인(21)을 멀리 대향하는 영역은 "후방"으로 지칭된다.
- [0016] 센서 조립체(2)는 센서 하우징 조립체(20)와, 밀봉 콘(sealing cone; 20.1)과, 그리고 센서 플랜지(sensor flange; 20.2)를 구비한다. 센서 플랜지(20.2)는 보강 케이싱(reinforcement casing; 20.2)으로도 지칭된다. 센서 플랜지(20.2)는 압전 센서(22)와, 이에 인접한 압전 압력 센서(1)의 요소들을 수납한다. 센서 플랜지(20.2)는 또한 압전 압력 센서(1)를 압력 챔버의 벽에 기계적으로 연결함으로써 발생하는 기계적 인장력의 전송을 방지하는데, 상기 기계적 인장력은 센서 하우징 조립체(20)를 통해 압전 센서(22)로 전송되어 신호를 왜곡시키는 한편 압력 프로파일의 검출을 방해한다. 밀봉 콘(20.1)과 센서 플랜지(20.2)는 단일 금속(pure metal), 니켈 합금, 코발트 합금, 철 합금 등의 기계적으로 유연한 금속으로 구성되어 서로 기계적으로 연결된다. 이 기계적 연결은 용접, 확산 용접(diffusion welding), 열압착 접합(thermo compression bonding), 납땜(soldering) 등의 재질 접합(material bonding)에 의해 이뤄진다. 본 발명을 알고 나면, 당업계에 통상의 지식을 가진 자는 센서 플랜지가 없이도 센서 조립체를 제조할 수 있을 것인데, 그러면 센서 조립체는 밀봉 콘만을 포함하게 된다.
- [0017] 전방의 멤브레인(21)은 단일 금속, 니켈 합금, 코발트 합금, 철 합금 등의 기계적으로 유연한 금속으로 구성된다. 멤브레인(21)의 가장자리는 전체 둘레에 걸쳐 보강 케이싱(20.2)에 기계적으로 연결된다. 이 기계적 연결은 용접, 확산 용접, 열압착 접합, 납땜 등의 재질 접합에 의해 이뤄진다. 멤브레인(21)에 의해 포착된 압력은 압전 센서(22) 상에 수직력(normal force)으로 작용한다.
- [0018] 종축(CC') 상에서 압전 센서(22)는 멤브레인(21) 바로 뒤에 위치한다. 압전 센서(22)는 제1 지지 부재(22.1), 제2 지지 부재(22.3)와 함께 압전 센서 부재(22.2)를 구비한다. 종축(CC')에 대해, 압전 센서 부재(22.2)는 제1 및 제2 지지 부재(22.1, 22.3) 사이에 배치된다. 지지 부재(22.1, 22.3)들은 수직력을 압전 센서 부재(22.2) 상에 균일하게 분배한다. 지지 부재(22.1, 22.3)들은 원통형 또는 중공 원통형이고 단일 금속, 니켈 합금, 코발트 합금, 철 합금, 도전성 세라믹, 도전성 피복을 가지는 세라믹 등 전기적으로 도전성이고 기계적으로 견고한 재질로 구성된다. 멤브레인(21)은 그 표면을 통해 제1 지지 부재(22.1)와 기계적으로 접촉한다. 또한, 제1 지지 부재(22.1)와 제2 지지 부재(22.3) 역시 그 표면을 통해 압전 센서 부재(22.2)와 기계적으로 접촉한다. 이들 표면의 기계적 접촉은 기계적 연결을 통해 이뤄질 수도 있다. 기계적 연결은 확산 용접, 열압착 접합, 납땜 등의 재질 접합에 의해 이뤄진다. 본 발명을 알고 나면, 당업계의 통상의 전문가가 지지 부재가 없이 압전 센서를 구현하거나 멤브레인과 압전 센서 부재 사이에 단지 한 지지 부재만을 가지는 압전 센서를 구현할 수 있을 것이다.
- [0019] 압전 센서 부재(22.2)는 원통형 또는 중공 원통형이며 석영(quartz; SiO₂ 단결정), 칼슘 갈로 저메네이트(calcium gallo-germanate; Ca₃Ga₂Ge₄O₁₄ 또는 CGG), 랑가사이트(langasite; La₃Ga₅SiO₁₄ 또는 LGS), 전기석(tourmaline), 갈륨오르토인산염(gallium orthophosphate) 등의 압전 결정((piezoelectric crystal) 재질로 구성된다. 압전 센서 부재(22.2)는 포착될 압력 프로파일에 민감도가 높은 방향을 향한다. 바람직하기로, 압전 센서 부재(22.2)는 수직력이 인가되면 음과 양의 편극 전하(polarization charge)가 같은 면에서 생성되도록 하는 방향을 가진다. 수직력은 이 면에 부하(load) 또는 완화(relieving) 방식으로 작용할 수 있다. 수직력에 의한 기계적 부하 하에서는 예를 들어 제1의 음의 극성(polarity)을 가지는 편극 전하가 생성되고; 수직력이 완화 효과(impact)를 가지면 예를 들어 제2의 양의 극성을 가지는 편극 전하가 생성된다. 본 발명을 알고 나면, 당업

계에 통상의 지식을 가진 자가 둘 이상의 압전 센서 부재를 사용할 수 있을 것임은 당연하다.

- [0020] 중축(CC')에 대해, 전극 배열(23)은 멤브레인(21)에 멀리 대향하는 압전 센서(22) 측의 압전 센서(22) 바로 뒤에 위치한다. 전극 배열(23)은 원통형의 전하 픽오프(charge pick-off; 23.1)와 막대(rod)형의 전하 출력(23.2)을 가진다. 전하 픽오프(23.1)와 전하 출력(23.2)은 서로 전기적으로 연결된다. 전극 배열(23)은 단일 금속, 니켈 합금, 코발트 합금, 철 합금 등의 도전성 재질로 구성된다. 전하 픽오프(23.1)와 전하 출력(23.2)은 일체로 구성되거나 서로 기계적으로 연결될 수 있다. 전극 배열(23)의 재질은 바람직하기로 10 내지 18 ppm/°C의 범위, 바람직하기로 10 내지 12 ppm/°C 범위의 선형 열팽창계수를 가진다. 재질 접합, 형태 폐쇄(form closure)와 힘 폐쇄(force closure) 등의 임의 방식의 기계적 연결이 사용될 수 있다.
- [0021] 수직력의 영향(impact) 하에서도 높은 국부 전압과 전기적 누설이 발생될 수 있는 비접촉 영역이 없도록, 전하 픽오프(23.1)는 그 전면 전체에 걸쳐 제2 지지 부재(22.3)의 배면과 전기적으로 접촉하고 있는데, 여기서 전하가 방출된다. 전하 픽오프(23.1)와 제2 지지 부재(22.3)의 전기적인 면접촉은 표면들 간을 서로 기계적으로 접촉시킴으로써 이뤄진다. 본 발명을 알고 나면, 당업자는 기계적인 면접촉을 확산 용접, 열압착 접합, 납땜 등의 재질 접합에 의한 기계적 연결에 의해서도 구현할 수 있을 것이다.
- [0022] 제1 극성을 가지는 전기적 편극 전하는 전극 배열(23)에 의해 신호로 수신되어 평가 유닛(5)으로 전송된다. 제2 극성을 가지는 전기적 편극 전하는 복귀선(return line)으로부터 멤브레인(21) 또는 접지된 센서 플랜지(20.2)의 클램핑 슬리브(clamping sleeve)를 통해 신호로 수신되어 평가 유닛(5)에 공급된다. 신호 또는 복귀선으로부터의 신호의 전류는 1pA 정도의 수준으로(in the order of) 매우 낮아, 전기적 절연 재질을 통한 누설 전류에 왜곡될 수 있다. 도면에는 도시되지 않았지만, 당업자라면 본 발명을 알고 나서 도전성 재질로 구성된 쉴드가 신호선을 둘러싸는 쉴드(shield; guard)에 의한 신호 전송도 채택할 수 있는데, 상기 쉴드는 신호선의 기준 전위(reference potential) 상에 있다. 이 경우, 누설 전류는 기준 전위와 쉴드(guard) 사이를 흐른다. 전위차가 제로(0)이므로 쉴드와 신호선 간에는 누설 전류가 흐르지 않는다. 쉴드는 신호선, 전기 회로기판의 신호 도체, 전기 회로기판의 전기적 요소들의 전기 단자 등을 둘러쌀 수 있다. 뿐만 아니라, 당업계에 통상의 지식을 가진 자라면 제2 극성을 가지는 편극 전하를 추가적 신호로 사용할 수 있을 것이다. 이에 따라, 당업자는 전기적으로 절연된 상태로 제2 극성의 편극 전하를 접지 전위(ground potential)로부터 평가 유닛으로 전송할 수 있다. 이는 센서 하우징 조립체를 평가 유닛 하우징의 전자기 쉴드(electromagnetic shielding)에 크리핑(crimping) 등의 재질 접합으로 전기적 연결함으로써 이뤄질 수 있다.
- [0023] 전극 배열(23)은 전기적 절연 몸체(25)에 의해 센서 플랜지(20.2)에 대해 전기적으로 절연된다. 전기적 절연 몸체(25)는 중공 원통형이며 세라믹, Al₂O₃ 세라믹, 사파이어 등 전기적으로 절연성이며 기계적으로 견고한 재질로 구성된다. 중축(CC') 상에서, 전기적 절연 부재(25)는 멤브레인(21)에 멀리 대향하는 전하 픽오프(23.1) 측의 전하 픽오프(23.1) 바로 뒤에 위치한다. 전기적 절연 부재(25)는 그 전체 표면에서 전하 픽오프(23.1)와 기계적으로 접촉한다. 전하 출력(23.2)은 압전 센서(22)에 멀리 대향하는 센서 조립체(2)의 단부까지 연장된다.
- [0024] 보상 부재(26)는 압전 압력 센서(1)의 요소들의 다른 열팽창계수들을 보상한다. 보상 부재(26)는 중공 원통형이며 단일 금속, 니켈 합금, 코발트 합금, 철 합금, 세라믹, Al₂O₃ 세라믹, 사파이어 등 기계적으로 견고한 재질로 구성된다. 중축(CC') 상에서, 보상 부재(26)는 멤브레인(21)에 멀리 대향하는 전기적 절연 몸체(25) 측에 배치되어 전기적 절연 몸체(25) 바로 뒤에 위치한다. 도 3에 의한 센서 조립체(2)의 실시예에서, 보상 부재(26)는 그 전체 표면에서 전기적 절연 몸체(25)와 기계적으로 접촉한다. 본 발명을 알고 나면, 당업계의 통상의 전문가 는 보상 부재를 멤브레인에 멀리 대향하는 전하 픽오프 측에 배치하여 지지 부재를 대체할 수 있을 것이다. 보상 부재는 제1 지지 부재 대신 멤브레인과 압전 센서 부재 사이에 배치될 수 있지만, 제2 지지 부재 대신 압전 센서 부재와 전하 픽오프 사이에 배치될 수도 있다.
- [0025] 평가 유닛(5)은 회로기판 하우징(50), 전기 회로기판(51), 그리고 보강 부재(51.1, 52.2)를 구비한다. 전기 회로기판(51)과 보강 부재(52.1, 52.2)는 평가 유닛(5)의 평가 유닛 하우징(50) 내에 수용된다. 보강 부재(52.1, 52.2)는 전기 회로기판(51)과 평가 유닛 하우징(50) 사이에 반경 방향으로 배치된다. 뿐만 아니라, 평가 유닛(5)은 전기적 연결 부재(53), 신호 케이블 플랜지(54), 그리고 신호 케이블(55)을 구비한다. 보강 부재(52.1, 52.2)는 전기적 절연 부재(52.1, 52.2)로도 지칭된다. 평가 유닛 하우징(50)은 회로기판 하우징(50)으로도 지칭된다.
- [0026] 전기 회로기판(51)은 4불화 에틸렌 수지(polytetrafluoroethylene), 폴리이미드(polyimide), Al₂O₃ 세라믹, 탄화수소 세라믹의 적층 등의 기판 재질(base material)로 구성된다. 이 기판 재질은 상온에서 10¹⁵ Ωcm 이상,

바람직하기로 상온에서 10^{16} Ωcm 이상의 비용적저항(specific volume resistance)을 가지는 전기적 절연 물질이다. 기판 재질은 280℃ 이하의 영구적인 사용 온도에 맞춰진다. 특히 매우 높은 비용적저항은 영구적인 사용 온도가 280℃ 바로 밑이더라도 신호 출력이 전류 누설에 의해 왜곡되지 않을 것을 보장한다. 바람직하기로, 기판 재질은 10 내지 18 ppm/℃, 더 바람직하기로 10 내지 12 ppm/℃ 범위의 선형 열팽창계수를 가지는데, 이는 전하 출력(23.2) 및/또는 전기적 연결 부재(53)의 열팽창계수와 대략 동일하다.

[0027] 전기 회로기판(51)은 고온 영역(high temperature region; 51.1)과 상온 영역(normal temperature region; 51.2)을 구비한다. 고온 영역(51.1)은 전기 회로기판(51)의 중앙 영역의 전부에 위치한다. 고온 영역(51.1)은 센서 조립체(2)에 대향한다. 상온 영역(51.2)은 전기 회로기판(51)의 후방 영역의 중앙에 위치한다. 상온 영역(51.2)은 센서 조립체(2)에 대향한다. 전기 회로기판의 고온 영역에 있어서, 사용 온도는 280℃ 이하이다. 고온 영역(51.1)은 바람직하기로 전기 회로기판 길이의 80% 너머, 더 바람직하기로는 전기 회로기판 길이의 50% 너머, 더 바람직하기로는 전기 회로기판 길이의 30% 너머, 더 바람직하기로는 전기 회로기판 길이의 20% 너머 연장된다.

[0028] 전기 회로기판(51)은 전기적 신호 도선들을 구비한다. 이 전기적 신호 도선은 단일 금속, 니켈 합금, 코발트 합금, 철 합금 등의 도전성 재질로 구성된다. 전기적 신호 도선들은 전기 회로기판(51)의 바닥면에 위치(rest on)된다. 바람직하기로, 전기적 신호 도선들은 제1층이 팔라듐 니켈 합금(palladium nickel alloy)이고 제2층이 금으로 구성된 다층(multi-layered) 구조이다. 제1층은 회로기판(51)의 모판(base plate)에 직접 도금(plated onto)되는 반면 제2층은 제1층 상에 기상 증착(vapor-deposit)된다. 제1층은 금이 전기 회로기판(51)의 기판 재질에 확산(diffusion)되는 것을 방지하는 장벽(barrier)으로 기능한다. 제2층은 낮은 전기적 저항과 우수한 납땜 특성을 가져 부식(corrosion)으로부터의 보호층으로 기능한다. 전기적 신호 선(lead)의 상면은 개방(표면 마이크로스트립)되거나 솔더 마스크(solder mask)로 덮인다(피복 마이크로스트립). 바람직하기로, 전기적 신호 도선의 도전 재질을 통한 고온 영역(51.1)로부터 저온 영역(51.2)로의 열전도를 방지하기 위해 전기 회로기판(51)의 고온 영역(51.1)에는 전기적 신호 도선이 배치되지 않는다. 이와는 달리, 전기적 신호 도선의 도전 재질을 통한 고온 영역(51.1)로부터 저온 영역(51.2)로의 열전도를 최소화하기 위해 신호 전송을 위한 전기적 신호 도선이 전기 회로기판(51)의 고온 영역(51.1)에만 배치될 수 있다. 이 경우, 이와 같은 신호 전송을 위한 전기적 신호 도선은 예외로 하고, 전기 회로기판(51)의 고온 영역(51.1)에는 다른 전기적 신호 도선이 배치되지 않는다.

[0029] 전기 회로기판(51) 상에는 저항, 캐패시터, 반도체, 프로세서 등의 전자부품들이 탑재된다. 바람직하기로, 전자부품들은 그 초기 노후화를 피하기 위해 전기 회로기판(51)의 상온 영역(51.2)에만 위치한다. 상온 영역(51.2)에서 영구적 사용온도는 120℃ 이하로, 전자부품은 확장된 산업 표준의 그리 고가가 아닌 영구 사용온도 상한인 + 125℃만 충족시키면 된다. 당업계에 통상의 지식을 가진 자라면 모재가 니켈 합금, 코발트 합금, 철 합금, Al₂O₃ 세라믹 등으로 구성되어 500℃ 너머의 영구 사용온도를 가지는 후막 회로(thick layer circuit)를 사용할 수도 있음도 당연하지만, 이는 비교적 고가이다.

[0030] 솔더 마스크(solder mask)가 전기 회로기판 상에 적용된다. 솔더 마스크는 전자부품들과 전기적 신호 도선들을 부식으로부터 보호한다. 솔더 마스크는 또한 전기 회로기판(51)의 기판 재질에 납땜 재질이 묻지 않도록 방지하는데, 전기 회로기판(51)에 전자부품들을 탑재하는 동안 마찬가지로 우발적인 전기적 연결의 형성을 방지한다. 바람직하기로, 전기 회로기판(51)의 고온 영역(51.1)에는 솔더 마스크가 적용되지 않는다. 그러나 실온에서 솔더 마스크의 비용적저항이 10^{14} Ωcm보다 크게 작으면 280℃ 바로 밑의 고온에서 신호 전송중 신호 왜곡을 야기할 수 있는 누설 전류에 대해 더 이상 충분한 저항을 달성할 수 없게 된다. 뿐만 아니라, 솔더 마스크가 280℃ 바로 밑의 고온에서 영구적인 내열성이 없으면, 용융되거나 연소되어 평가 유닛의 기능을 손상시킬 것이다.

[0031] 전기적 연결 부재(53)는 적어도 하나의 전기적 신호 도선을 통해 전자부품에 전기적으로 연결된다. 이 전기적 연결은 납땜, 크립핑 등의 재질 접합으로 이뤄진다. 전극 배열(23)로부터 수신된 신호는 전하 출력(23.2)을 통해 평가 유닛(5)의 전기적 연결 부재(53)로 공급되고 전기적 신호 도선을 통해 평가 유닛(5)의 전기적 연결 부재(53)로부터 전기 회로기판(51)으로 공급된다. 전극 배열(23)로부터 평가 유닛(5)으로의 신호 전송은 재질 접합만을 통해 이뤄진다. 바람직하기로, 전극 배열(23)을 가지는 센서(22)의 표면의 전기적 접점으로부터 평가 유닛(5)까지의 신호 전송은 재질 접합만을 통해 이뤄진다. 평가 유닛(5) 내에서 신호는 초기 평가를 받으면서 증폭될 수 있다. 바람직하기로 신호와 복귀선으로부터의 신호 양자 모두 평가 유닛(5)에서 증폭 및 평가된다. 신호와 복귀선으로부터의 신호는 멤브레인(21)에 의해 포착된 압력 프로파일의 양에 비례한다. 이미 평가된 증폭된 신호 및 복귀선 신호 또는 신호 및 복귀선 신호는 신호 케이블(55)을 통해 전송된다. 신호 케이블(55)의 전

단(front end)은 전기 회로기판(51)의 상온 영역(51.2)에 전기적 및 기계적으로 연결된다. 이 전기적 및 기계적 연결은 납땜, 크리핑 등의 재질 접합으로 이뤄진다. 본 발명을 알고 나면, 당업자는 전하 출력(23.2)을 전기 회로기판(51)의 신호 도선에 직접 전기적 및 기계적으로 연결하여 신호 전송에 전기적 연결 부재(53)를 필요로 하지 않도록 할 수도 있을 것이다. 이 전기적 및 기계적 연결 역시 납땜, 크리핑(crimping) 등의 재질 접합으로 이뤄질 수 있다.

[0032] 전기적 연결 부재(53)는 증공 원통형이며 단일 금속, 니켈 합금, 코발트 합금, 철 합금 등의 도전성 재질로 구성된다. 전기적 연결 부재(53)의 재질은 바람직하기로 10 내지 18 ppm/°C, 더 바람직하기로 10 내지 12 ppm/°C 범위의 선형 열팽창계수를 가진다. 이에 따라, 전기적 연결 부재(53)의 선형 열팽창계수는 센서 조립체(2) 및/또는 전기 회로기판(51)의 열팽창계수의 크기에 부합된다.

[0033] 도 1, 4 내지 6, 10, 12, 13과 15 내지 17에 의한 압전 압력 센서(1)의 제1 실시예에서, 전기적 연결 부재(53)는 소켓(socket) 형태의 어댑터(adapter; 53.0)를 구비한다. 바람직하기로, 어댑터(53.0)는 슬릿(slot)을 가지는 소켓 형태다. 소켓 형태의 어댑터(53.0)는 전기 회로기판(51)의 고온 영역(51.1) 내에 배치된다. 신호 전송을 위해, 소켓 형태의 어댑터(53.0)는 재질 접합에 의해 전기 회로기판(51)의 전기적 신호 도선에 연결된다. 이 재질 접합은 용접, 확산 용접, 열압착 접합, 납땜 등으로 이뤄진다. 뿐만 아니라, 소켓 형태의 어댑터(53.0)는 전기 회로기판(51)에 기계적으로 연결된다. 이 기계적 연결은 어댑터(53.0)를 전기 회로기판(51)에 부착시키고 신호 전송을 하는 두 가지 기능을 한다. 바람직하기로, 이 기계적 연결은 용접, 확산 용접, 열압착 접합, 납땜 등의 재질 접합으로 이뤄진다. 본 발명을 알고 나면, 당업자는 형태 폐쇄이나 힘 폐쇄를 통해 기계적 연결을 구현할 수도 있을 것이다.

[0034] 도 2, 7 내지 9, 그리고 11에 의한 압전 압력 센서(1)의 제2 실시예에 있어서, 전기적 연결 부재(53)는 고리형 어댑터(annular adapter; 53.1)와 보상 부재(compensation element; 53.2)를 구비한다. 고리형 어댑터(53.1)와 보상 부재(53.2)는 바람직하기로 일체로 형성된다. 전기적 연결 부재(53)는 종축(CC')을 따라 연장된다. 고리형 어댑터(53.1)는 전기적 연결 부재(53)의 전단에 위치한다. 보상 부재(53.2)는 고리형 어댑터(53.1)를 기계적으로 지지한다. 바람직하기로, 보상 부재(53.2)는 Z 절곡부, U 절곡부, 팽창 루프(expansion loop) 등의 적어도 하나의 절곡부(bend)를 구비한다. 이 절곡부는 압전 압력 센서(1)의 신호 전송 요소들의 선형 열팽창계수의 차이를 보상한다. 절곡부는 또한 센서 조립체(2)와 평가 유닛(5)의 요소들의 종축(CC')을 따른 제조 오차를 보상한다. 절곡부의 영역에서 보상 부재(53.2)가 팽창하거나 수축할 수 있으므로 열적으로 도입된 기계적 인장 및/또는 제조 오차를 심각하지 않은 값으로 감소시킨다. 보상 부재(53.2)는 전기 회로기판(51)의 고온 영역(51.1) 상에 연장된다. 본 발명을 알고 나면, 당업계에 통상의 지식을 가진 자는 압전 압력 센서의 두 실시예들을 조합할 수 있을 것이다. 이에 따라, 제1 실시예의 소켓 형태의 어댑터가 제2 실시예의 보상 부재의 전단에 조합될 수 있다.

[0035] 대략, 보상 부재(53.2)는 전기 회로기판(51)의 전체 고온 영역(51.1) 상에 연장된다. 신호 전송을 위해, 보상 부재(53.2)는 재질 접합에 의해 전기 회로기판(51)의 저온 영역(51.2)에 위치한 전기적 회로기판(51)의 신호 도선에 연결된다. 이 재질 접합은 용접, 확산 용접, 열압착 접합, 납땜 등으로 이뤄진다. 또한 보상 부재(53.2)는 전기 회로기판(51)에 기계적으로 연결된다. 보상 부재(53.2)를 전기 회로기판(51)에 부착하기 위해, 기계적 연결은 바람직하기로 보상 부재(53.2)의 적어도 하나의 레그(leg)를 전기 회로기판(51)의 고온 영역(51.1) 내의 적어도 하나의 대응 개구부(opening)에 삽입하는 형태 폐쇄 또는 힘 폐쇄에 의해 이뤄진다. 레그는 탄성적 또는 소성적으로 변형 가능하여 개구부에 삽입되었을 때 압축됨으로써 형태 및 힘 폐쇄에 의해 레그를 제자리에 유지시키는 기계적인 사전응력 도입이 이뤄진다. 바람직하기로, 스프링 형태의 레그는 전단과 후단에서 서로 연결되고 중앙 영역에서 이격된 두 스프링 힌지(spring hinge)를 가지는 납작한 나선 스프링이다. 이들이 개구부에 삽입되면, 두 스프링 힌지가 중앙 영역에서 탄성적으로 변형된다. 본 발명을 알고 나면, 보상 부재(53.2)를 전기 회로기판(51)의 고온 영역(51.1) 내에 부착하기 위한 기계적 연결이 재질 접합에 의해 달성될 수도 있다. 이 재질 접합은 용접, 확산 용접, 열압착 접합, 납땜 등에 의해 이뤄진다. .

[0036] 전하 출력(23.2)은 전기적 연결 부재(53)와 조립된다. 종축(CC')에 대해, 전하 출력(23.2)의 후단은 소켓 형태의 어댑터(53.0) 또는 고리형 어댑터(53.1) 내로 돌출한다. 이 영역에서, 전하 출력(23.2)의 종축(CC')에 대한 외면과 소켓 형태의 어댑터(53.0) 또는 고리형 어댑터(53.1)의 종축(CC')에 대한 내면은 전기적 및 기계적으로 서로 연결된다. 이 전기적 및 기계적 연결은 용접, 확산 용접, 열압착, 납땜, 크리핑 등의 재질 접합에 의해 이뤄진다. 이에 따라, 전하 출력(23.2)은 전기적 연결 부재(53)에 어떤 영역에서 재질 접합을 형성한다. 이 어떤 영역에서의 재질 접합은 전체 둘레에 걸친 스팟 용접(spot welding) 또는 시임 용접(seam welding)으로 이뤄질 수 있다. 재질 접합은 입전 압력 센서(1)의 사용중 전극, 단자, 커넥터와 도통 부재의 접촉면 상의 미세 마찰,

기계적 부식, 마찰 공중합 또는 산화층의 적층을 방지하여 신호 왜곡을 효율적으로 방지할 수 있다. 본 발명을 알고 나면, 당업계의 통상의 전문가는 다른 형상을 가진 전극 연결 부재(53)도 사용할 수 있음은 물론이다. 이에 따라, 전극 연결 부재(53)는 판(plate)이나 반구(half shell) 형태를 가질 수 있다. 이 경우, 전하 출력(23.2)은 전기적 연결 부재(53)까지 연결되지 않는다. 전기적 및 기계적 연결을 위해, 이 경우의 전하 출력(23.2)은 판형이나 반구형을 가지는 전기적 연결 부재(43) 상에 놓이게(place on) 된다.

[0037] 도 14에 도시한 바와 같이, 보강 부재(52.1, 52.2)는 전기적 회로기판(51) 둘레의 반경 방향 평면(AB)에 배치된다. 보강 부재(52.1, 52.2)는 중공 원통형이고 폴리에테르 에테르 케톤(polyether ether ketone; PEEK), 4불화 에틸렌수지(polytetrafluoroethylene), 폴리이미드(polyimide), 헥사플루오르프로필렌 비닐리덴 불화 공중합체(hexafluoropropylene vinylidene fluoride copolymer; FKM) 등 적어도 120℃, 바람직하기로 150℃의 온도까지 형상적으로 안정적인 전기적 절연 재질로 구성된다. 보강 부재(52.1, 52.2)의 재질은 바람직하기로 10 내지 50 ppm/℃ 범위의 선형 열팽창계수를 가진다. 보강 부재(52.1, 52.2)는 어떤 영역에서 전기 회로기판(51)을 포장(enclose)한다. 보강 부재(52.1, 52.2)는 반경 방향 평면에 대해 전기 회로기판(51)과 평가 유닛(50) 사이에 배치된다. 바람직하기로, 보강 부재(52.1, 52.2)는 종축(CC')을 따라 어떤 영역에서 전기 회로기판(51)을 포장한다. 도 14에 표현된 바와 같이 전기 회로기판(51)을 완전히 포장하는 보강 부재(52.1, 52.2) 역시 반경 방향 평면에서 360°로 포장하는 것을 포함하도록 의도된 것이다. 전기 회로기판(51)은 보강 부재(52.1, 52, 2)를 어떤 영역에서 종방향으로 관통할 수 있다. 이를 위해, 보강 부재(52.1, 52.2)는 적어도 하나의 개구부를 가질 수 있다. 또한 이런 개구부를 통해 전기 회로기판(51) 역시 어떤 영역에서 외부로부터 관찰 및 근접 가능하다.

[0038] 바람직하기로, 보강 부재(52.1, 52.2)는 몇 개의 부분을 구비하도록 적어도 두 셸(shell; 52.1, 52.2)로 구성된다. 바람직하기로, 두 셸(52.1, 52.2)은 동일하다. 바람직하기로, 두 셸(52.1, 52.2)은 동일한 부품으로 제조 원가를 절감한다. 두 셸(52.1, 52.2)은 전기 회로기판(51)에 기계적으로 연결되거나 및/또는 서로 기계적으로 연결된다. 이 기계적 연결은 형태 폐쇄 및/또는 재질 접합 및/또는 힘 폐쇄로 이뤄질 수 있다. 이 기계적 연결은 가역적 또는 비가역적으로 분리 가능하다. 바람직하기로, 두 셸(52.1, 52.2)은 적어도 하나의 돌출하는 잠금 부재(locking element; 52.3, 52.3')를 통해 전기 회로기판(51) 또는 서로에 대해 기계적으로 연결된다. 바람직하기로, 셸(52.1, 52.2) 중의 하나의 잠금 부재(52.3, 52.3')가 다른 셸(52.1, 52.2)의 대응하는 개구부에 맞물린다. 바람직하기로, 셸(52.1, 52.2) 중의 하나의 한 잠금 부재(52.3, 52.3')가 다른 셸(52.1, 52.2)의 대응 개구부를 통해 전기 회로기판(51)에 맞물린다. 바람직하기로, 셸(52.1, 52.2)는 수직축(AA')에 대해 경면대칭(mirror-symmetrical)이 아니다. 도 14에 의한 셸(52.1, 52.2)의 단면에 있어서, 셸(52.1, 52.2)의 두 돌출하는 잠금 부재(52.3, 52.3')들은 수직축(AA')의 좌우에 배치된다. 종축(CC')을 따라, 두 잠금 부재(52.3, 52.3')는 동일한 반경 방향 평면(AB) 내에 위치하지 않으므로; 좌측의 잠금 부재(52.3)는 점선으로 표현되었다. 이에 따라, 전기 회로기판(51)은 두 셸(52.1, 52.2) 사이에 위치한다. 보강 부재(52.1, 52.2)는 전하 출력(23.2)과 전기적 연결 부재(53) 간의 연결 영역에 적어도 하나의 창(window; 52.4)을 구비한다. 이 창(52.4)을 통해, 전하 출력(23.2)과 전기적 연결 부재(53)가 외부로부터 근접 가능하여 조립 툴(joining tool)에 의해 근접될 수 있을 것이다. 이와는 달리 보강 부재(52.1, 52.2)는 한 몸체로 구성될 수도 있다. 한 몸체로 구성된 보강 부재(52.1, 52.2)는 전기 회로기판(51) 상에 종방향으로 밀어 넣어지거나 만곡 베어링(flexure bearing)에 의해 전기 회로기판(51) 상에 반경 방향으로 절곡된다.

[0039] 보강 부재(52.1, 52.2)는 반경 방향 평면(AB) 내 및/또는 종축(CC')을 따른 기계적인 공진 진동(resonance vibration)에 대해 전기 회로기판(51)을 기계적으로 보강한다. 압전 압력 센서(1)의 사용중 전기 회로기판(51)에는 엔진 진동에 의한 기계적 진동이 유입될 수 있다. 전기 회로기판(51)은 진동(oscillating)할 수 있는 시스템이다. 엔진 진동은 광대역의 주파수를 나타낸다. 공진 주파수는 진동 시스템의 진폭이 엔진 진동의 인접 주파수에 의해 유입된 것보다 큰 경우의 엔진 진동의 주파수이다. 공진 진동은 전기 회로기판(51)이 공진 주파수를 가지는 경우의 진동이다. 바람직하기로, 보강 부재(52.1, 52.2)는 전기 회로기판(51)의 반경 방향 평면(AB) 내의 운동 자유를 평가 유닛 하우징(50)에 대해 고정시킨다. 여기서 고정이란 전기 회로기판(51)을 평가 유닛 하우징(50)에 대해 움직이지 않도록 지지(hold)하는 것을 의미한다. 바람직하기로, 셸(51, 52) 사이에 배치된 전기 회로기판(51)은 셸(52.1, 52.2)에 기계적으로 연결되어 반경 방향 평면(AB) 내 및/또는 종방향(CC')을 따른 기계적인 공진 진동에 대해 강체(rigid body)를 형성한다. 보강 부재(52.1, 52.2)는 전기 회로기판(51)과 선형 또는 면형의 기계적 접촉을 형성한다. 압전 압력 센서(1)의 사용중 발생하는 엔진 진동은 이와 같이 보강된 전기 회로기판(51)에 반경 방향 평면(AB) 또는 종방향(CC')을 따라 감쇠된(dampened) 공진 진동으로만 유입될 수 있으므로, 전기 회로기판(51) 영역에서 압전 압력 센서(1)의 신호 전송에 포함되는 기계적 응력의 성분은 영구히 감소된다.

[0040] 중방향 및/또는 반경 방향을 따른 힘 부하에 대한 전기 회로기관(51)의 추가적인 보강은 평가 유닛 하우징(50)을 보강 부재(52.1, 52.2)에 끼워 맞춤(interference fit)함으로써 이뤄진다. 이 경우, 평가 유닛 하우징(50)은 보강 부재(52.1, 52.2)를 전기 회로기관(51)에 대해 어떤 영역에서 가압한다. 또한, 전하 출력(23.2)과 전기적 연결 부재(53)는 끼워 맞춤에 의한 기계적으로 견고한 방식으로 창(52.4) 내에 위치한다. 평가 유닛 하우징(50)은 종축(CC')을 따라 보강 부재(52.1, 52.2) 상으로 이동할 수 있다. 보강 부재(52.1, 52.2)는 종축(CC')을 따라 몇 개의 영역(52.6, 52.6', 52.6'')을 구비한다. 도 12 및 13에 의한 실시예에서, 보강 부재(52.1, 52.2)는 종축(CC')을 따라 세 영역(52.6, 52.6', 52.6'')을 구비한다. 바람직하기로, 각 영역(52.6, 52.6', 52.6'')은 종축(CC')을 따라 30mm, 더 바람직하기로 60mm, 더욱 바람직하기로 90mm의 길이를 가진다. 평가 유닛 하우징(50)은 종축(CC')을 따라 보강 부재(52.1, 52.2) 상을 후방 영역(52.6'')으로부터 중앙 영역(52.6')으로, 그리고 중앙 영역(52.6')으로부터 전방 영역(52.6)까지 미끄럼 이동 가능하다. 바람직하기로, 보강 부재(52.1, 52.2)는 후방 영역(52.6'')과, 중앙 영역(52.6')과, 전방 영역(52.6)에서 다른 외경을 가진다. 바람직하기로 각 영역(52.6, 52.6', 52.6'')은 전기 회로기관(51)의 길이의 33%에 걸쳐 연장된다. 이에 따라, 보강 부재(52.1, 52.2)의 외경은 종축에 따라 영역 별로 단이 진다(steped). 보강 부재(52.1, 52.2)의 후방 영역(52.6'')의 외경은 평가 유닛 하우징(50)의 내경보다 작거나/같다. 평가 유닛 하우징(50)은 손으로 밀어 보강 부재(52.1, 52.2) 상으로 부드럽게 미끄럼 이동시킬 수 있다. 보강 부재(52.1, 52.2)의 중앙 영역(52.6')의 외경은 평가 유닛 하우징(50)의 내경보다 약간 크다. 이렇게 약간 크더라도 평가 유닛 하우징(50)은 손으로 밀어 보강 부재(52.1, 52.2) 상으로 부드럽게 미끄럼 이동시킬 수 있다. 보강 부재(52.1, 52.2)의 전방 영역(52.6)의 외경은 평가 유닛 하우징(50)의 내경보다 더 크다. 이렇게 더 큰 경우는, 평가 유닛 하우징(50)을 더 이상 손으로 밀어 보강 부재(52.1, 52.2) 상으로 미끄럼 이동시킬 수 없다. 이 큰 크기는 끼워 맞춤에 허용되는 기계적 응력이 초과되지 않도록 하는 재질에 따라 선택된다. 본 발명을 알고 나면, 당업자는 중앙 영역이 없이 전방 영역과 후방 영역만을 가지는 보강 부재도 구현할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라, 당업자는 단이 진 외경이 아니라 대략 후방 영역으로부터 전방 영역으로 외경이 꾸준히 증가하는 보강 부재도 구현할 수 있을 것이다.

[0041] 보강 부재(52.1, 52.2)는 전기 회로기관(51)을 평가 유닛 하우징(50)으로부터 전기적으로 절연한다.

[0042] 보강 부재(52.1, 52.2)는 전기 회로기관(51)과, 보강 부재(52.1, 52.2) 및/또는 평가 유닛 하우징(50)의 선형 열팽창계수의 차이를 보상하기 위해 적어도 하나의 절곡 영역(bending zone; 52.5)을 구비한다. 이 절곡 영역(52.5)은 중방향의 홈(groove)으로 형성된다. 절곡 영역(52.5)의 영역에서, 보강 부재(52.1, 52.2)는 탄성적으로 팽창 또는 수축하여 열적으로 도입된 기계적 응력을 심각하지 않은 값으로 감소시키고, 특히 기능에 유해한 보강 부재(52.1, 52.2)의 소성 변형(plastic deformation)을 방지한다. 본 발명을 알고 나면, 당업자는 보강 부재(52.1, 52.2)의 재질에 형성된 적어도 하나의 인입부(recess) 형태 또는 만곡된 힌지(flexure hinge) 형태의 절곡 영역 역시 구현할 수 있을 것이다. 보강 부재(52.1, 52.2)는 센서 플랜지(20.2)와 평가 유닛 하우징(50)으로부터 전기 회로기관(51)으로의 엔진 진동의 전파(spreading)를 감쇠시킴으로써 전기 회로 기관(51)에 도달하는 엔진 진동의 강도가 감쇠되어 전기 회로기관(51) 영역에서 압전 압력 센서(1)의 신호 전송에 관련된 요소들의 기계적 응력을 영구적으로 감소시킨다.

[0043] 센서 플랜지(20.2)의 후방 영역은 전체 둘레에 걸쳐 평가 유닛 하우징(50)의 전면(front edge)에 기계적으로 연결된다. 이 기계적 연결은 용접, 확산 용접, 열압착 접합, 납땜 등의 재질 접합에 의해 수행된다. 센서 플랜지(20.2)의 후방 영역은 센서 하우징 프레임(20.3)을 구비한다. 바람직하기로, 센서 플랜지(20.2)와 센서 하우징 프레임(20.3)은 일체로 형성된다. 센서 하우징 프레임(20.3)은 종축(CC')에 평행한 방향을 가지는 적어도 하나의 스트럿(strut)으로 구성된다. 도 10에 도시된 바와 같이, 센서 하우징 프레임(20.3)은 바람직하기로 두 스트럿으로 구성된다. 전기 회로기관(51)의 전단은 이 스트럿에 기계적으로 연결된다. 이 기계적 연결은 바람직하기로 전기 회로기관(51)이 나사로 스트럿의 내부 나사에 나사 결합되는 형태 폐쇄로 이뤄진다. 이 기계적 연결은 또한 전기적 연결이다. 바람직하기로, 나사는 적어도 하나의 워셔(washer)를 통해 전기 회로기관(51)에 기계적으로 연결된다. 워셔는 스트럿과, 나사와 적어도 하나의 전기적 신호 도선 간에 전기적 접촉을 형성한다. 워셔는 단일 금속, 니켈 합금, 코발트 합금, 철 합금 등의 도전성 재질로 구성된다. 두 스트럿을 통한 전기적 연결은 중복(redundant)이다. 센서 플랜지(20.2)로 수신된 복귀선으로부터의 신호는 센서 하우징 프레임(20.3)을 통해 전기 회로기관(51)의 전기적 신호 도선으로 전송된다. 귀환선으로부터의 신호의 센서 플랜지(20.2)와 평가 유닛(5) 간의 신호 전송은 재질 접합과 힘 폐쇄만으로 이뤄진다. 나사와 워셔에 의한 스트럿과 전기 회로기관(51) 간의 힘 폐쇄는 엔진 진동에서 유래된 종축(CC')을 따른 기계적 공진 진동을 감쇠시킨다.

[0044] 이에 따라, 신호 케이블 플랜지(54)의 전방 영역은 적어도 하나의 스트럿을 구비한다. 바람직하기로, 신호 케이블 플랜지(54)의 전방 영역은 두 스트럿을 구비한다. 전기 회로기관(51)의 후단은 신호 케이블 플랜지(54)의 스

트렛에 기계적으로 연결된다. 이 경우에도, 기계적 연결은 바람직하기로 전기 회로기관(51)이 나사를 통해 스트렛의 나사구멍에 나사 결합되는 힘 폐쇄이다.

- [0045] 도 12, 13, 15 그리고 16은 압전 압력 센서(1)의 제조 공정의 단계들을 도시한다. 도 3에 의한 센서 조립체(2)와 평가 유닛(5)은 별도의 반제품(semi-finished product)으로 제조된다. 이는 다양한 센서 조립체(2)가 다양한 평가 유닛(5)과 함께 압전 압력 센서(1)를 구성할 수 있어, 제조가 비용 효율적이 된다. 다양한 센서 조립체(2)는 다른 멤브레인 두께의 멤브레인(21) 및/또는 다른 작동 온도 범위를 가지는 압전 센서(22)를 포함한다. 다양한 평가 유닛(5)은 다른 작동 온도 범위를 가지는 전기 회로기관(51) 및/또는 전기적으로 증폭되지 않은 편극 전하, 전기적으로 증폭된 편극 전하, 전압 등 다른 신호 방식들을 포함한다.
- [0046] 센서 조립체(2)는 센서 하우징 조립체(20) 내에 수용되는 멤브레인(21)과, 압전 센서(22)와, 전극 배열(23)과, 그리고 전기적 절연 몸체(25)를 구비한다. 평가 유닛(5)은 평가 유닛 하우징(50)과, 전기 회로기관(51)과, 보강 부재(52.1, 52.2)와, 전기적 연결 부재(53)과, 신호 케이블 플랜지(54)와, 그리고 신호 케이블(55)을 구비한다. 신호 케이블(55)은 신호 케이블 플랜지(54)를 통해 평가 유닛(5)에 연결된다. 본 발명을 알고 나면, 당업계에 통상의 지식을 가진 자는 신호 케이블을 평가 유닛에 연결하는 신호 케이블 대신 신호 케이블 플러그 등의 전기적 플러그 커넥터 역시 사용할 수 있을 것이다.
- [0047] 공정의 첫 단계에서, 전하 출력(23.2)과 전기적 연결 부재(53)가 서로 조립된다. 이를 위해, 전하 출력(23.2)의 후단이 종축(CC') 상의 전기적 연결 부재(43)에 밀어 넣어져 전하 출력(23.2)의 후단이 전기적 연결 부재(43) 내로 돌출하고, 종축(CC')에 대한 전하 출력(23.2)의 외면과 종축(CC')에 대한 전기적 연결 부재(43)의 내면이 어떤 영역에서 서로 기계적으로 접촉하게 된다.
- [0048] 공정의 다른 단계에서, 전기 회로기관(51)의 전단은 센서 하우징 프레임(20.3)에 기계적으로 연결된다. 이 기계적 연결은 전기 회로기관(51)이 나사에 의해 센서 하우징 프레임(20.3)의 스트렛의 내부 나사에 나사 결합되는 힘 폐쇄로 이뤄진다.
- [0049] 후속하는 공정 단계에서, 보강 부재(52.1, 52.2)가 전기 회로기관(51)에 기계적으로 연결되거나 서로 연결된다. 이 형태 또는 힘 폐쇄는 도 12 및 13에 표현되어 있다. 바람직하기로, 한 보강 부재(52.1, 52.2)의 몇 개의 잠금 부재(52.3, 52.3')가 다른 보강 부재(52.1, 52.2)의 대응 개구부에 맞물려 전기 회로 기관(51)을 종축(CC') 및/또는 수평축(BB')을 따른 힘 부하에 대해 기계적으로 보강한다.
- [0050] 공정의 추가적인 단계에서, 도 15에 도시된 바와 같이 평가 유닛 하우징(50)이 종축(CC')을 따라 센서 플랜지(20.2)에 대해 이동한다. 이 경우, 보강 부재(52.1, 52.2)가 평가 유닛 하우징(50)에 의해 전기 회로기관(51) 상에 가압된다. 이 끼워 맞춤은 종축(CC') 및/또는 수평축(BB')을 따른 힘 부하에 대해 추가적으로 전기 회로기관(51)을 기계적 보강한다.
- [0051] 이어지는 공정의 단계에서, 전하 출력(23.2)의 외면과 전기적 연결 부재(53)의 내면은 어떤 영역에서 서로 전기적 및 기계적으로 연결된다. 이 전기적 및 기계적 연결은 용접, 확산 용접, 열압착 접합, 납땜 등의 재질 접합으로 이뤄진다. 보강 부재(52.1, 52.2)의 창(52.4)을 통해 삽입된 조립 틀이 전하 출력(23.2)과 전기적 연결 부재(53) 간의 재질 접합을 수행한다. 조립 틀은 도 15에 표현되지 않았다. 조립 틀은 전기저항 용접 시스템의 전극일 수 있지만 크리핑 툴(crimping tool), 레이저 등이 될 수도 있다. 이와 같이, 조립 틀이 보강 부재(52.1, 52.2)의 창(52.4)을 통해 재질 접합을 수행할 수 있도록, 평가 유닛 하우징(50)은 종축(CC') 상에서 센서 플랜지(20.2)로부터 이격된다.
- [0052] 공정의 또 다른 단계에서, 평가 유닛 하우징(50)이 종축(CC')을 따라 센서 플랜지(20.2)에 대해 완전히 이동하여, 도 16에 도시된 바와 같이 평가 유닛 하우징(50)의 전변이 센서 플랜지(20.2)의 후면에 기계적 접촉하고 외부로부터 근접 가능하게 된다. 이 평가 유닛 하우징(50)의 이동은 도 16에 화살표로 도시되었다. 이와 같이 하여, 센서 플랜지(20.2)의 후방 영역은 대략 평가 유닛 하우징(50)의 전변과 평탄(flush)하고 보강 부재(52.1, 52.2)가 이제는 차폐된 상태로 외부로부터 접근 가능하다.
- [0053] 공정의 다음 단계에서, 평가 유닛 하우징(50)은 센서 플랜지(20.2)에 어떤 영역에서 연결된다. 바람직하기로, 평가 유닛 하우징(50)의 전변은 전체 둘레에 걸쳐서 센서 플랜지(20.2)의 후면에 기계적으로 연결된다. 이 기계적 연결은 용접, 확산 용접, 열압착 접합, 납땜 등의 재질 접합으로 이뤄진다. 조립 틀은 평가 유닛 하우징(50)의 전변과 센서 플랜지(20.2)의 후면 간에 재질 접합을 형성한다. 조립 틀은 도 16에 도시되지 않았다.
- [0054] 공정의 또 다른 단계에서, 평가 유닛 하우징(50)은 어떤 영역에서 신호 케이블 플랜지(54)에 기계적으로 연결된다. 바람직하기로, 평가 유닛 하우징(50)의 후방 영역은 전체 둘레에 걸쳐 신호 케이블 플랜지(54)의 전단에 기

계적으로 연결된다. 이 기계적 연결은 용접, 확산 용접, 열압착 접합, 납땜 등의 재질 접합에 의해 수행된다. 조립 틀은 평가 유닛 하우징(50)의 후방 영역과 신호 케이블 플랜지(54)의 전면 간에 재질 접합을 형성한다. 조립 틀은 도 16에 도시되지 않았다.

[0055] 본 발명을 알고 나면, 당업계에 통상의 지식을 가진 자는 신호 전송에 직접적으로 관련된 압전 압력 센서의 모든 요소들이 재질 접합으로 서로 연결된 압전 압력 센서를 구현할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라, 모든 구성 부품들 간의 기계적 연결이 재질 접합인 압전 압력 센서도 구현될 수 있을 것이다.

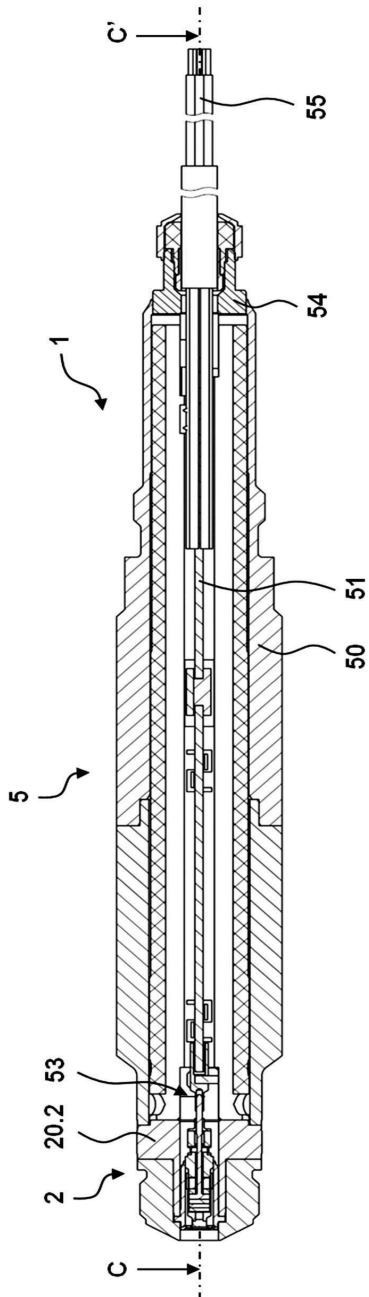
부호의 설명

- [0056] A, B, C 확대영역(enlarged area)
- AA', BB', CC' 축(axis)
- AB 반경 방향 평면(radial plane)
- 1 (압전) 압력 센서(pressure sensor)
- 2 센서 조립체(sensor assembly)
- 5 평가 유닛(evaluation unit)
- 20 센서 하우징 조립체(sensor housing assembly)
- 20.1 밀봉 콘(sealing cone)
- 20.2 센서 플랜지(sensor flange)
- 20.3 센서 하우징 프레임(sensor housing frame)
- 21 멤브레인(membrane)
- 22 센서(sensor)
- 22.1, 22.3 지지 부재(support element)
- 22.2 압전 센서 부재(piezoelectric sensor element)
- 23 전극 배열(electrode arrangement)
- 23.1 전하 픽오프(charge pick-off)
- 23.2 전하 출력(charge output)
- 25 전기적 절연 몸체(electric insulation body)
- 26 보상 부재(compensation element)
- 50 평가 유닛 하우징(evaluation unit housing)
- 51 전기 회로기판(electric circuit board)
- 51.1 고온 영역(high temperature region)
- 51.2 상온 영역(normal temperature region)
- 52.1, 52.2 보강 부재(reinforcement element)
- 52.3, 52.3' 잠금 부재(locking element)
- 52.4 창(window)
- 52.5 절곡 영역(bending zone)
- 52.6, 52.6', 52.6'' 영역(area)
- 53 전기적 연결 부재(electrical connection element)
- 53.0 (소켓 형태의) 어댑터(adapter in the form of a socket)

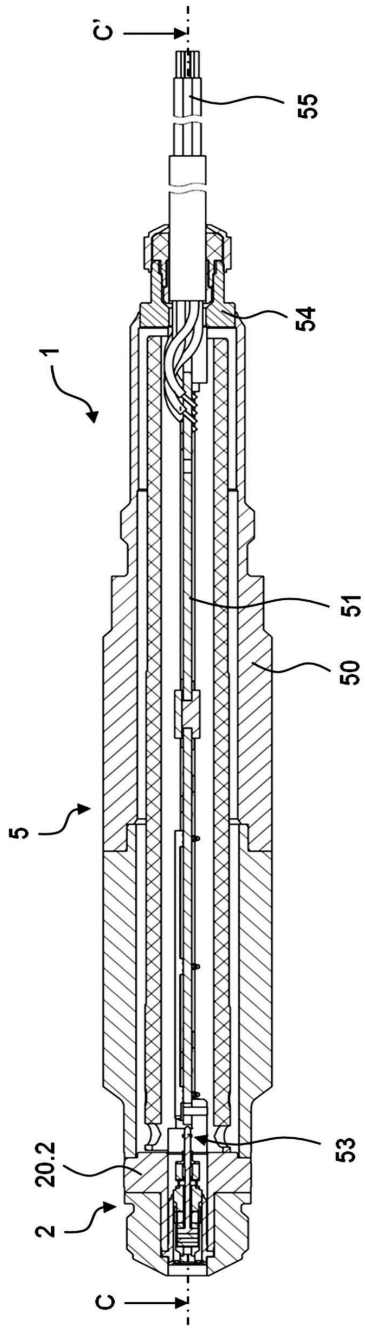
- 53.1 고리형 어댑터(annular adapter)
- 53.2 보상 부재(compensation element)
- 54 신호 케이블 플랜지(signal cable flange)
- 55 신호 케이블(signal cable)

도면

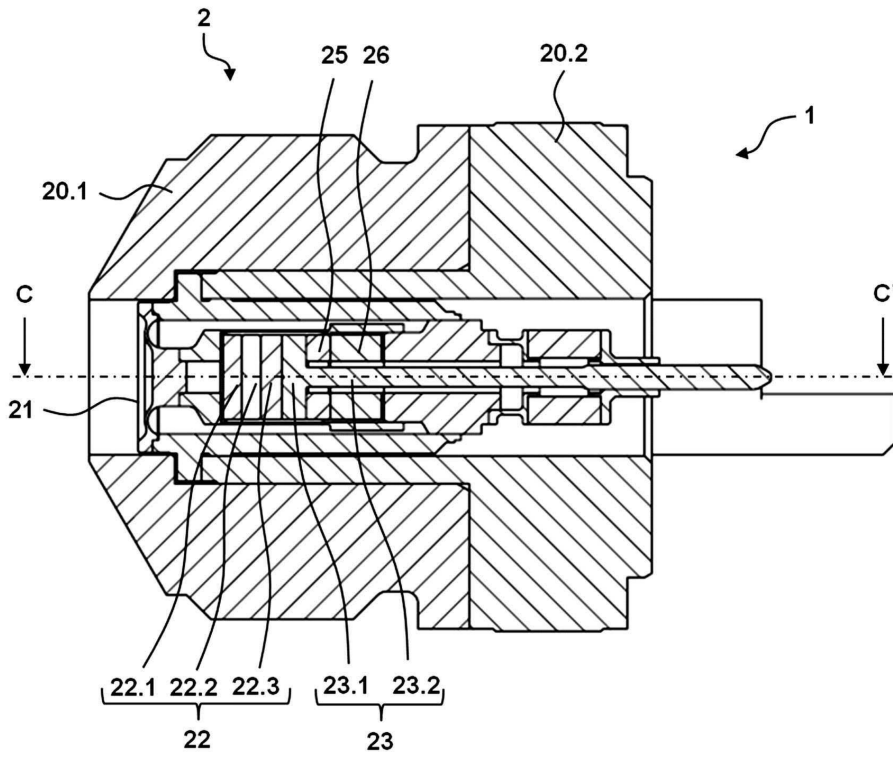
도면1



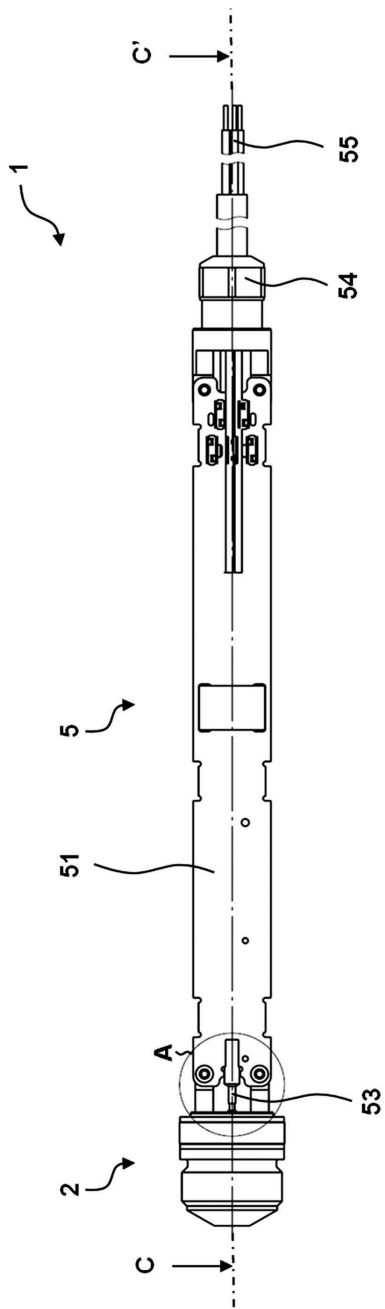
도면2



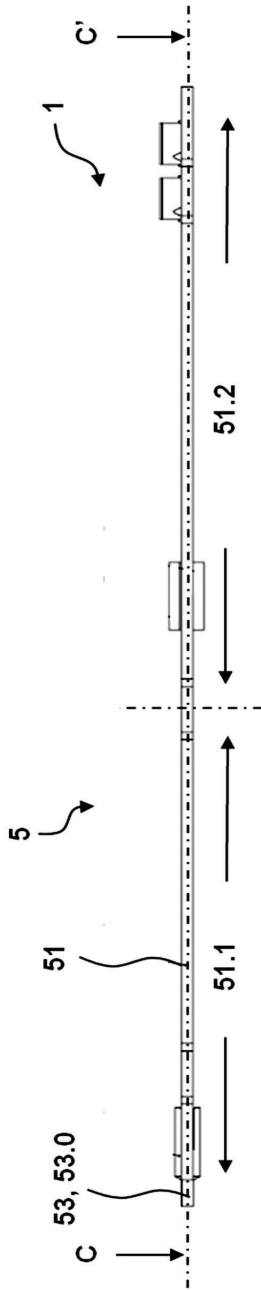
도면3



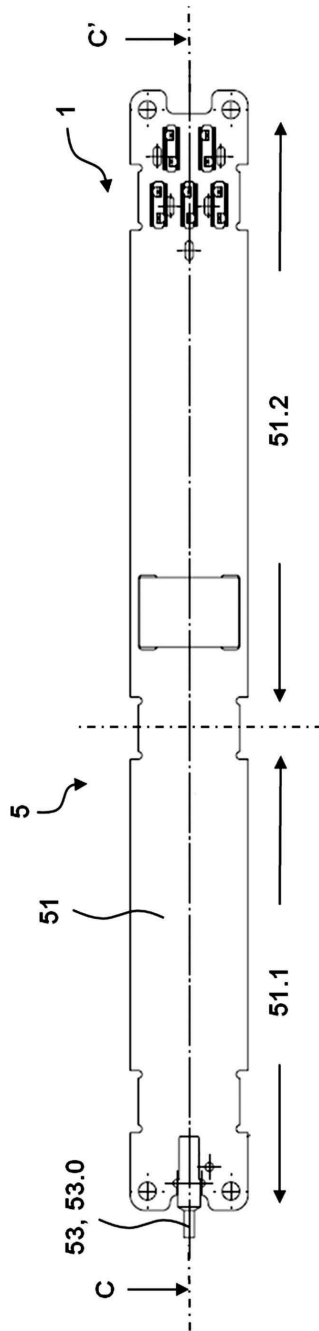
도면4



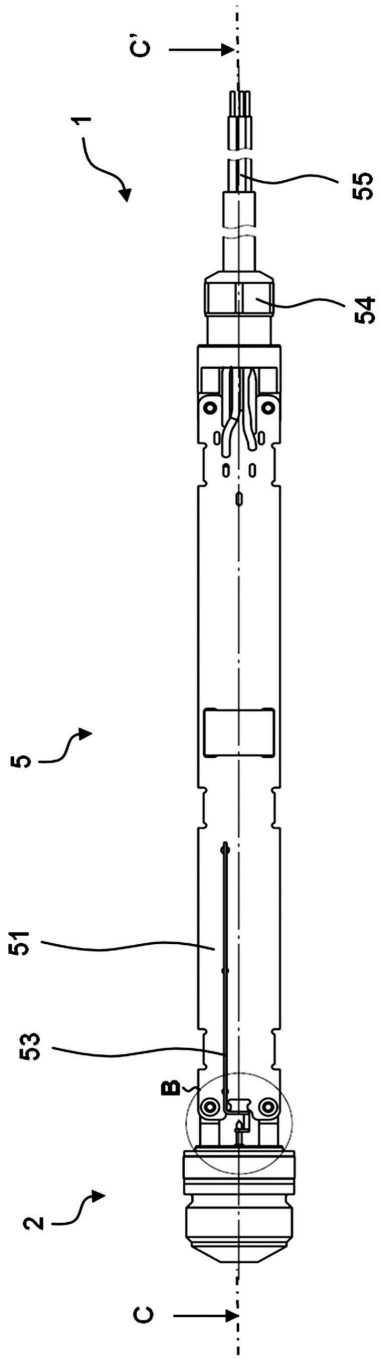
도면5



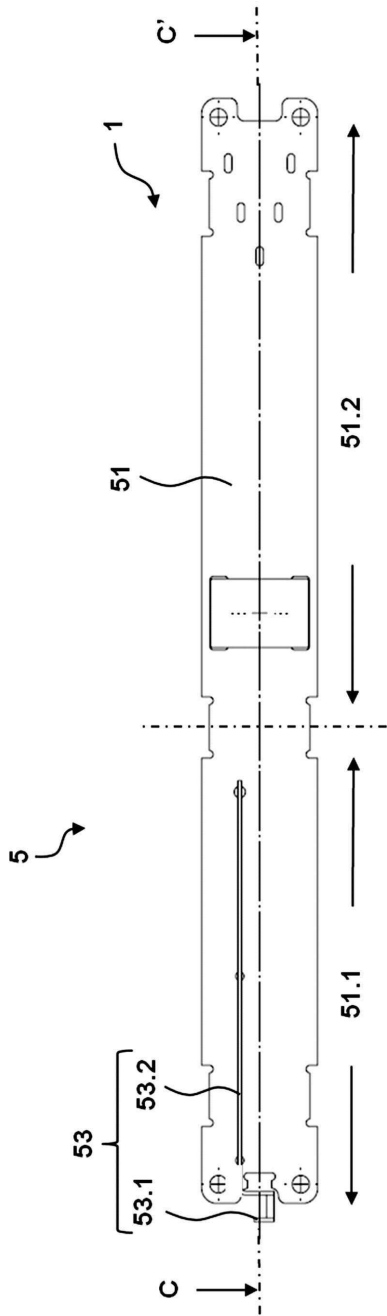
도면6



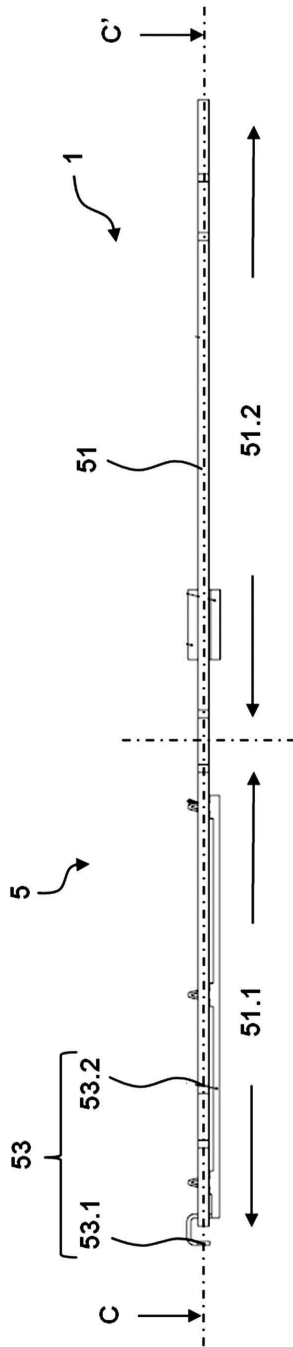
도면7



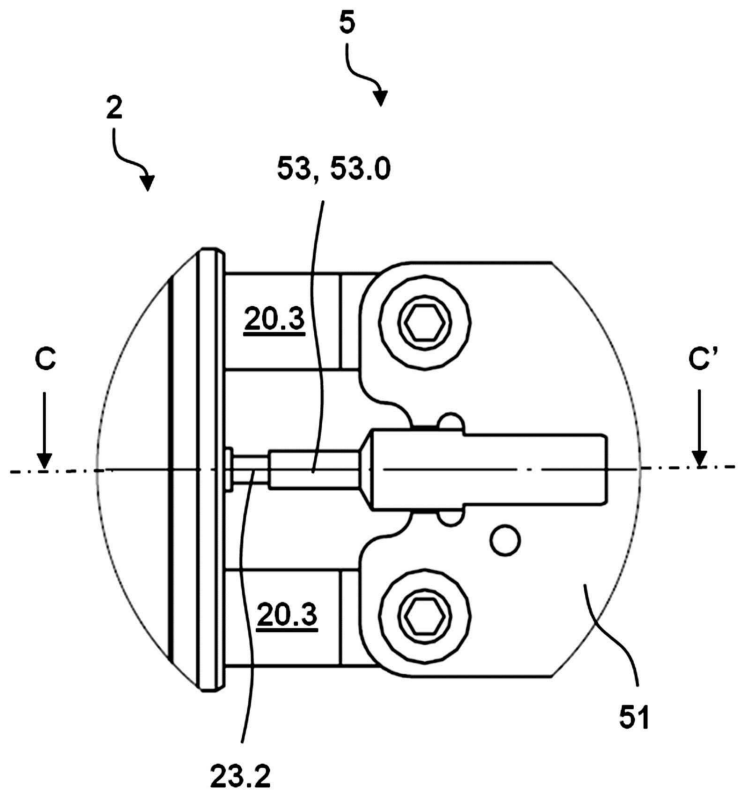
도면8



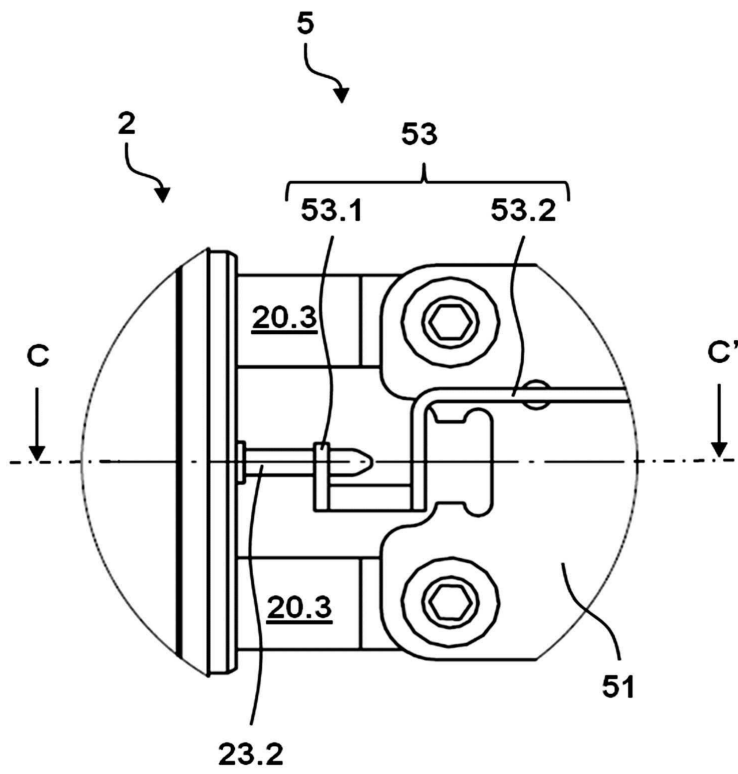
도면9



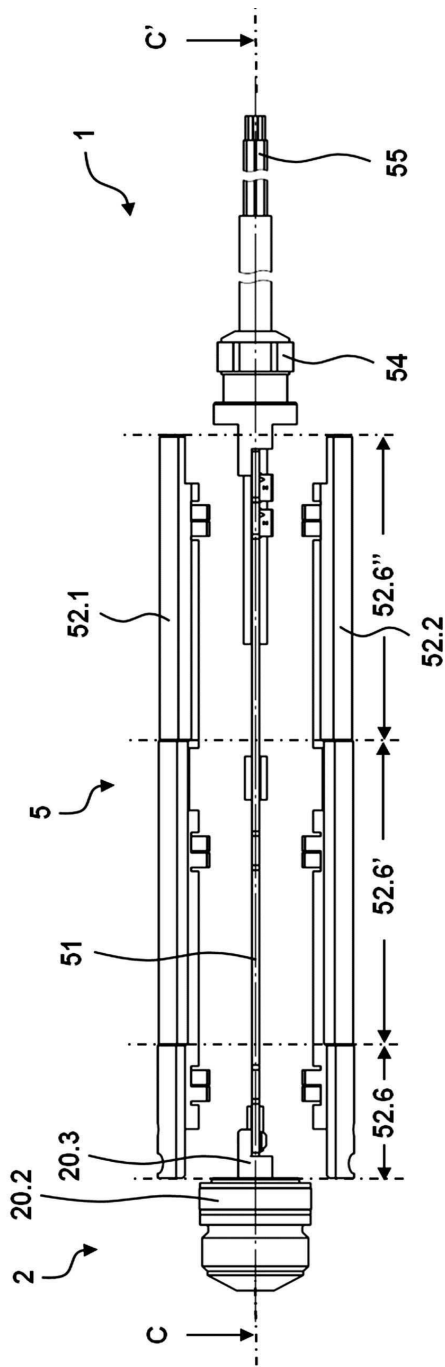
도면10



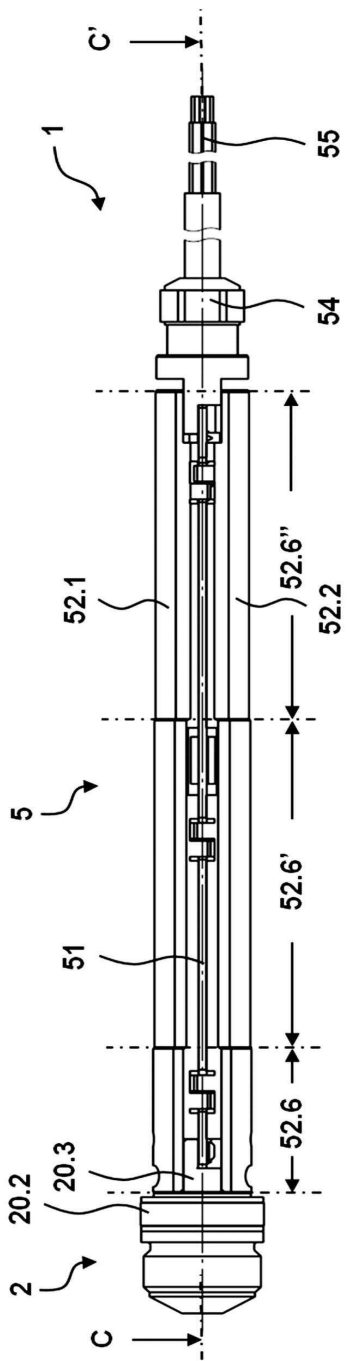
도면11



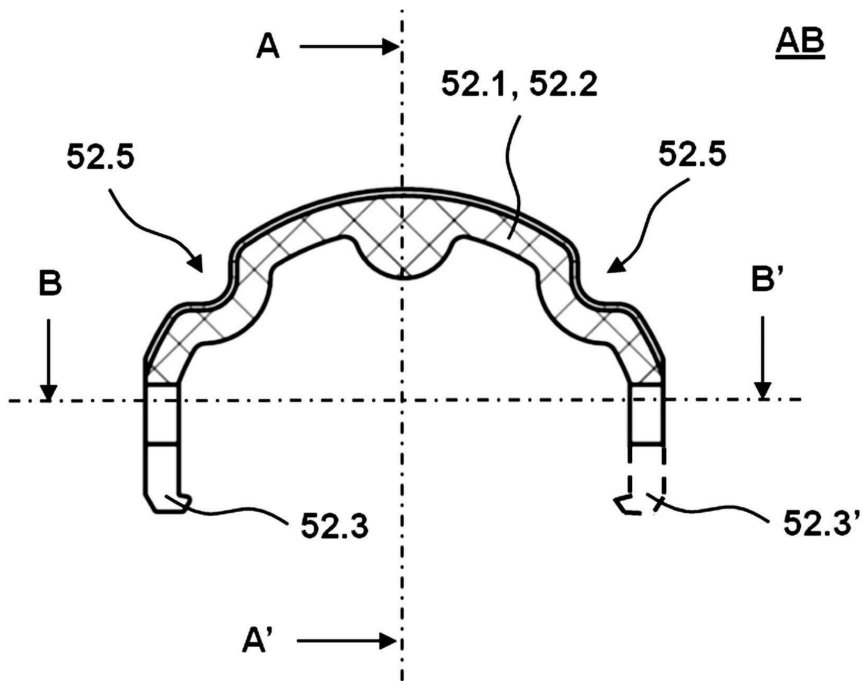
도면12



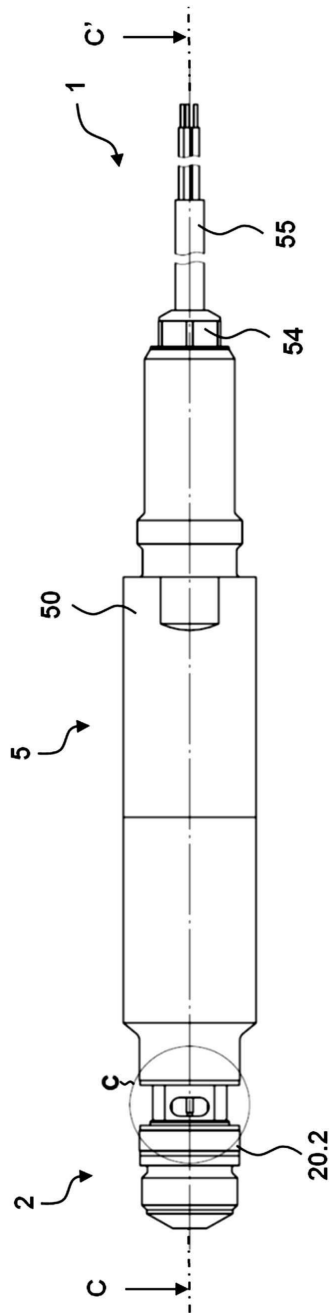
도면13



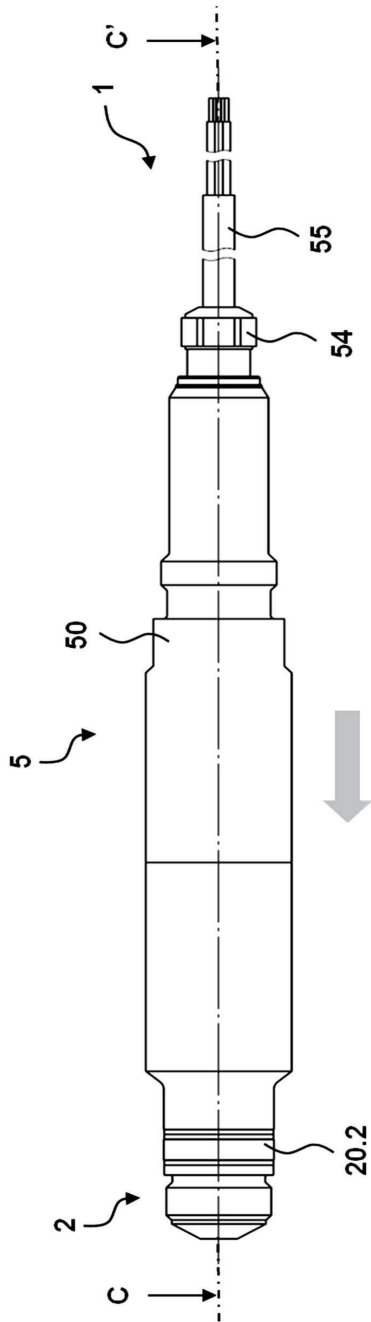
도면14



도면15



도면16



도면17

