(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H01J 5/16

(45) 공고일자 2003년06월19일
(11) 등록번호 10-0376743
(24) 등록일자 2003년03월06일

(21) 출원번호	10-1997-0700567	(65) 공개번호	특1997-0705160
(22) 출원일자	1997년01월27일	(43) 공개일자	1997년09월06일
번역문제출일자	1997년01월27일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1995/09409	(87) 국제공개번호	WO 1996/03763
(86) 국제출원일자	1995년07월26일	(87) 국제공개일자	1996년02월08일
(81) 지정국	국내특허 : 캐나다 일본 대한민국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 사이프러스 독일 덴마크 스페인 핀랜드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴		

(30) 우선권주장 08/281,327 1994년07월27일 미국(US)

(73) 특허권자 파커화니핀코오포레이션
미합중국오하이오주44112클리브랜드유클리드에브뉴17325

(72) 발명자 해슬러 윌리엄 엘., 쥬니어
미국 오하이오 44001, 암허스트, 사우스 드웨이 로우드6982
하퍼, 샌드라
미국 캘리포니아 92629, 다나 포인트, 산티아고 드라이브 33062
채프맨 에릭
미국 캘리포니아 90631, 라 하브라, 라 세르나 520
노란, 마이클
미국 캘리포니아 92626, 코스타 메사, 바하마 플레이스1782
셔리, 윌리엄, 알
미국 캘리포니아 92691, 미션 비죠, 글렌코에 26955

(74) 대리인 손원, 전준항

심사관 : 강병섭

(54) 광섬유센서장치및센싱방법

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 어느 물체의 다른 물체에 대한 위치와 같은 정보를 광섬유로 검출하고 그 정보를 전자적으로 해석하거나 번역하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 상세히는 본 발명은 전송되었거나 반사된 광 표시기의 화상을 수신하여 위치를 검출하는 광섬유 센싱 방법 및 센서 장치에 관한 것이다.

배경기술

<2> 종래에 광 표시기(light indicia)로서 위치를 검출하거나 전자적으로 측정하는 수많은 장치가 있었다. 예컨대 슬릿을 통해 광의 패턴을 검출하는 장치가 미국 특허 5,258,931에 나타나 있다. 이 장치는 위치를 측정하기 위하여 슬릿으로부터 나온 광 패턴을 전자적으로 해석하기 위한 전하 결합 소자(Charge Coupled Devices, 이하 "CCD"라 한다)를 사용한다. 룰러(ruler)를 따라 위치를 정하는 미리정한 패턴으로 배열된 슬릿이나 마크를 갖는 룰러가 위치가 측정될 기계의 제1 부품(first piece)에 부착되어 있다. 광원 및 CCD는 기계의 제2 부품에 연결되어 있다. 상기 광원과 CCD는 상기 룰러에 인접 위치하며 상기 제1 부품이 상기 제2 부품에 대해 이동할 때 슬릿의 패턴을 따라 이동한다. 상기 광원은 CCD에 인접한 룰러 내의 마크 또는 슬릿의 패턴에 상응하는 광 표시기의 패턴을 생성한다. 상기 CCD는 이들 징후를 전자적으로 검출하여 이들을 전기적 신호로 변화시킨다. 이 방식에서는, CCD에 인접한 룰러에 있는 마크나 슬릿 패턴이 전자적으로 통신 연결되어 제2 부품에 관한 제1 부품의 상대 위치를 판단하는데 사용될 수 있다.

<3> 어떤 상황에서는 CCD나 광원을 위치 검출을 위해 필요한 위치에 설치할 수 있는 경우가 있다. 또한 검출된 위치로부터 광원 및 CCD의 위치까지 위치 관계를 전송하기 위하여 CCD 와 광원을 기계적으로 연결할 수 없는 경우도 있다. 더구나, 몇몇 경우에는 중량이나 비용의 견지에서 위치센서의 수효 및/또는 인터페이스 수효를 줄이는 것이 필요한 경우도 있다.

<4> 과거에는 광섬유를 이용하여 패턴이나 화상을 이송하기 위하여 다른 장치들이 사용되었다. 관찰되는 화상이나 패턴은 쉽게 도달할 수 없는 위치에 있기 때문에 광섬유에 대한 필요성이 흔히 야기된다. 예컨대 화학적으로 열악한 환경에 있는 물체를 조망하기 위해 광섬유를 사용할 수 있다. 이 예에서는, 광

섬유 다발의 일단을 그 열악한 환경에 위치시킨다. 광이 인접한 근접 말단으로부터 섬유 다발의 일부를 통해 조사되어, 이들 다발을 지나 열악한 환경에 있는 원격단 물체까지 가게 된다. 반사되거나 투과된 화상은 나머지 다발을 통해 근접 말단에 설치된 관찰자에게 돌아오게 된다. 상기 섬유 다발은 다발 내의 섬유 직경만큼 미세한 해상도를 갖는 화상을 제공한다.

<5> 광섬유 다발은 화상 정보의 전달을 위해 과거부터 사용되었지만 상대 위치 또는 온도 값과 같은 파라미터 정보를 전달하기 위하여 사용되지는 않았다. 일반적으로 이 같은 종류의 정보는 전자 기기에 의해 보다 간단히 전달될 수 있을 것으로 생각되었다. 그러나 몇몇 경우에는 전자기 간섭을 받을 수 있는 환경에서 정보를 전달할 필요가 있다.

<6> 과거에 사용된 이 같은 종류의 센서가 갖는 문제점은 이들 센서가 요구되는 만큼 견고하거나 내고장성을 갖지 않는다는 점이다. 이는 특히 항공기 계기의 경우에 중요하다. 중량 또한 이 같은 계기에서는 중요한 인자이다. 전기 센서는 이들 어느 점에서도 완전히 만족스럽지는 않는 것이다.

발명의 상세한 설명

<7> 따라서 본 발명의 목적은 광섬유를 이용하여 파라미터의 값과 같은 정보를 전달하는 방법 및 장치를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 위치정보를 전달할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 하나 이상의 파라미터에 관한 정보를 전달할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 각 파라미터에 대한 중복성(redundancy)을 제공하는 것이다.

<8> 또 다른 본 발명의 목적은 전자기적 간섭에 비교적 저항성이 있는 방식으로 정보를 전달하는 방법 및 장치를 제공하는 것이다. 또 다른 본 발명의 목적은 견고하고 내고장성을 갖는 방법 및 장치를 제공하는 것이다. 나아가 본 발명의 목적은 항공기에 사용하기 위한 개선된 계기 또는 센서 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

<9> 이들 목적에 의하면 본 발명은 중복 파라미터(redundant parameters)를 검출하는 방법을 포함한다. 이 방법에서는, 광식별 표시기(light distinctive Indicia)가 패턴 위치에 의한 파라미터 값을 나타내는 식별 패턴에 고정되어 있다. 1차로 조사기 섬유와 2차로 수신기 섬유를 갖는 불연속의 광섬유 다발을 이들 양쪽 섬유 세트가 광식별 표시기에 인접하게 선형 배열로 균등하게 분산되도록 설치한다. 상기 광은 광원에 의해 광원 위치로부터 1차 광섬유로 도입되고, 광섬유 다발을 따라 원격 위치까지 전송되고, 그 원격 위치에서 광식별 표시기로부터 반사 또는 투과된 다음, 광 검출 전기 장치 어레이로 향한 제2 다발을 지나 광원 위치로 다시 이송된다. 상기 1차 및 2차 광섬유 다발은 선형 배열로 장착되어 반사된 광이 원격 위치에 있는 광식별 표시기의 패턴과 일치하는 패턴으로 불연속적으로 이송된다. 상기 전기 장치에 의해 검출된 패턴은 파라미터 값에 상당하기 때문에, 상기 광 검출 전기 장치로 이송된 패턴은 파라미터 값을 나타낸다. 그 후 이장치는 패턴을 전기적으로 검출하여 그 패턴이 나타내는 파라미터 값을 가리키는 전기 신호로 변환시킨다.

<10> 하나의 파라미터를 검출하는 방법 이외에도 본 발명은 여러 개의 파라미터 값을 검출하기 위한 멀티플렉스 방법을 제공한다. 이는 여러 가지 수단으로 성취될 수 있다. 예를 들어 별개의 불연속 섬유 다발 세트를 하나의 광 검출 전기 장치에서 접합시킬수 있다. 각각의 불연속 섬유 다발 세트는 별도의 파라메트를 전달할 수 있으며, 1차 다발의 각 세트에 대하여 조사기의 온(ON) 상태를 순차화시킴으로써 다른 표시기 세트 및 다른 파라미터를 검출할 수 있는 것이다.

<11> 본 발명에 따라 구성된 장치는 광식별 표시기가 제1 물체에 고정되고 식별 패턴에 설치된 위치 검출 시스템인 광섬유 센서 장치를 포함한다. 상기 패턴은 제 1 물체에 대한 위치를 가리킨다. 각각의 제1 및 제2 섬유 세트는 제2 물체에 대하여 고정된 원격 말단을 가지며 상기 광식별 표시기에 인접한 선형 패턴 검출 어레이에 설치된다. 상기 광원으로부터 나온 광은 광원에 인접한 근접 말단에서 시작하여 제1 섬유를 통해 원거리에 있는 제2 물체로 이송된다. 그 후 광은 제1 물체상의 식별 표시기로부터 제2 섬유 내로 반사 또는 투과된다. 그 후 광은 제2 섬유를 지나 근접 말단으로 되돌아고 현재 광이 전달하는 패턴이 전기 장치에 의해 검출된다. 상기 광섬유 다발의 원격 말단은 제2 물체에 대하여 고정되어 있으며 상기 제1 물체상의 광 패턴은 제2 물체에 관하여 제1 물체의 위치를 나타내도록 설치되어 있기 때문에, 상기 섬유에 의해 이송되는 패턴은 제2 물체에 대한 제1 물체의 위치를 가리킨다.

<12> 본 발명의 장치는 항공기에 사용되는 위치 센서 및 기타 센서에 사용하기에 특히 적합하다. 예를 들어 본 발명은 항공기에 사용되는 개선된 액추에이터를 포함한다. 액추에이터의 고정된 또는 이동된 부위에 표시기 패턴을 사용하고, 액추에이터의 마주보는 고정되었거나 이동된 부위에 패턴 검출 섬유 어레이를 고정시킴으로서, 이 장치는 액추에이터의 위치를 검출 및 감지하고 이에 의해 항공기의 비행표면의 위치를 검출 및 감지할 수 있다. 이 방법에서는, 통상의 항공기의 도선을 광섬유로 대체시킬 수 있다. 본 발명의 방법과 장치는 복수의 파라미터에 대하여 사용될 수 있으며, 공기 속도, 엔진 온도 등과 같은 기타 항공기 계기 파라미터를 본 발명으로 검출할 수 있다. 이에 의해 항공기는 항공기 계기 파라미터를 검출하기 위해 통상의 광 신호기를 사용할 수 있다.

<13> 본 발명의 방법 및 장치를 이용하는 항공기에서는, 광 검출 전기 장치를 중앙에 위치시켜 차폐시키는 것이 가능하다. 이로 인해 본 발명의 시스템은 전자기 간섭의 영향을 비교적 덜 받는 것이다. 본 발명에 사용된 종류의 광섬유는 이 같은 계기에 사용된 배선보다 가볍기 때문에 항공기의 중량을 감소시키고 또한/혹은 중복성 및 내고장성을 개선시킨다. 본 발명의 광섬유 및 전기검출기는 통상의 항공기 계기보다 전기 부품수가 적기 때문에 본 발명은 통상의 센서보다 보다 견고하고 신뢰도가 있다.

도면의 간단한 설명

<14> 도 1은 본 발명에 따른 시스템인 광섬유 센서 장치의 개략도이고,

<15> 도 1A 내지 도 1C는 도 1에 도시된 광섬유 센서 장치의 일부 개략도,

<16> 도 2는 본 발명에 따라 구성된 항공기 액추에이터의 단면도이고,

<17> 도 3은 도 2에 도시된 장치의 일부 확대 단면도이고,

<18> 도 4는 도 3에 도시된 장치의 일부 확대 단면도이고,

<19> 도 5는 도 2에 도시된 장치의 일부 확대 단면도이고,

<20> 도 6은 도 2에 도시된 장치의 일부 확대 평면도이고,

<21> 도 7은 본 발명에 의한 액추에이터 설비를 갖는 항공기의 개략도이고,

<22> 도 8A는 본 발명에 따라 구성된 짧은 스트로크 센서의 확대 개략도이고,

<23> 도 8B는 도 8A에 도시된 위치에서 도 8A에 도시된 장치에 의해 발생된 광 신호 수준을 개략적으로 보여주는 도표이고,

<24> 도 9는 본 발명에 따라 구성된 온도센서의 개략도이고,

<25> 도 10A 및 10B는 본 발명에 따라 구성된 유체 수준 센서의 개략도이고,

<26> 도 11A는 본 발명에 따라 구성된 공기 터빈 스타터의 rpm과 온도 팽창용 검출장치의 개략도이고,

<27> 도 11B는 도 11A의 장치에 의해 발생된 광 신호 수준을 도시한 도표이고,

<28> 도 11C는 도 11A의 장치에 의해 발생된 광 신호 수준을 도시한 도표이고,

<29> 도 12A는 본 발명에 따라 구성된 회전 위치 검출을 위한 배열의 개략 측면도이고,

<30> 도 12B는 도 12A에 도시된 장치의 개략 평면도이고,

<31> 도 13A는 본 발명에 따라 구성된 유체 검출용 배열의 개략 측면도이고,

<32> 도 13B는 도 13A에 도시된 장치의 개략 평면도이고,

<33> 도 14는 본 발명에 따라 구성된 장치의 분해 사시도이며,

<34> 도 15는 전체적으로 도 1의 요소를 포함하나 도 8, 도 9 및 도 10의 요소들과 결합된 4-채널 4중 여유(quad-redundant) 배열의 개략도이다.

<35> < 도면의 주요 부위에 대한 부호의 설명 >

<36> 10: 위치 검출 시스템 11: 광섬유 세트

<37> 17. 광식별 표시기 23: 광원

<38> 51: 탐지기 20: 전자-광학 인터페이스 유닛

<39> 25: 광 검출 전기 장치(light sensing electrical device)

실시예

<40> 이하 본 발명을 첨부 도면을 참조하여 설명한다.

<41> 도1을 참조하면, 본 발명에 의해 구성된 시스템인 광섬유 센서 장치(10)가 개략적으로 도시되어 있다. 이 광성유 센서 장치(10)는 원격 말단(13)과 근접 말단(15)을 갖는 광섬유 다발 세트(11)를 포함한다. 원격 말단은 광식별 표시기(17)에 인접 설치되어 있다. 근접 말단(15)은 제1 섬유 다발(19)과 제2 섬유 다발(21)의 2부분으로 나뉘어져 있다. 상기 제1 섬유 다발(19)은 광원(23)에 연결되어 있다. 제2 섬유 다발(21)은 광 검출 전기 장치(25)에 연결되어 있다. 상기 광 검출 전기 장치(25)와 이에 연결된 도면 번호 15, 19, 21 및 23으로 지시된 신호 장치 및 요소들을 전기-광학 인터페이스 유닛(20)라고 부른다. 상기 유닛(20)은 항공기 조종실이나 계기실과 같은 안전한 부위에 위치한 반면, (도면 부호 13 및 17을 비롯한) 센서 탐침은 유압 날개 플랩 작동기 실린더와 같은 분위에 위치될 수 있다(도 7 참조).

<42> 도 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 광섬유 센서 장치(10)는 하나이상의 광원(23), 하나이상의 광섬유 다발 말단(13) 및 하나이상의 광식별 표시기(17)를 포함할 수 있다. 이와 같이, 도 1은 4개의 분리된 광원(27, 29, 31, 33)을 예시하고 있다. 또한 4개의 분리된 광섬유 다발 세트(35, 37, 39, 41)가 도시되어 있다. 간략화를 위해, 4개의 광섬유 다발 각각에 인접한 식별 표시기(17)는 센서의 외측에 도시되어 있다. 도 1A는 원격 말단(13)에서의 하나의 광섬유 다발의 첫 번째 3개 화소의 배열을 보여준다. 제1 섬유 다발 각각(19)은 하나의 제2 섬유 다발(21)안으로 나뉘어 지고 분산되어 3개의 화소 중의 하나를 이룬다. 이는 나머지 제1및 제2 섬유 다발에 대하여도 선형 배열로 반복된다. 도 1B는 근접 말단의 섬유 다발(21)에서 광 검출 전기 장치(25)에 대한 제2 섬유의 경계를 보여준다. 4개의 다발 세트(35, 37, 39, 41) 각각으로부터의 제1 화소는 상기 전기 장치(25)의 제1 요소에 인접하여 배열되어 있다. 마찬가지로 제2 화소는 제2 요소 다음에 있는 방식으로 배열된다. 이 같은 방법으로, 전기 장치(25)의 각 요소는 다발 세트 화소로부터의 광에 의해 명료하게 자극될 수 있다.

<43> 전형적인 광섬유 다발 세트(11)는 32개 이상의 섬유 가닥 다발을 포함할 수 있다. 각 다발은 불연속 또는 별도의 광 신호를 그 다발의 원격 말단(13) 및 근접말단(15)으로 그리고 이들로부터 이송할 수 있다. 도시된 바와 같이, 상기 다발의 근접 말단(15)은 송신용 제1 섬유 다발(19)과 수신용 제2 섬유 다발(21)로 분리되어 있다. 필요하면 각 섬유 다발은 하나의 광섬유로 대체할 수 있다.

<44> 도 1은 연결기(43, 45, 47, 49)를 예시하고 있다. 이들 각각의 연결기는 상응하는 말단이 정렬되도록 섬유 다발을 다른 섬유 다발에 접합시킨다. 이 방법에 의해 긴 광섬유 다발이 광원(23)이나 표시기(17)와 같은 장치에 있는 짧은 광섬유 다발에 연결될 수 있다. 정렬된 연결을 제공하기 위하여 Mil

C29600과 같은 표준 군사연결기를 사용할 수 있다. 이 방법에서는 각 다발 세트(35, 37, 39, 41)와 각 연결기(43, 45, 47, 49)는 별도의 광 화상을 이송시키기 위한 32개의 정렬된 다발 또는 "화소(pixels)"를 갖는다.

<45> 본 발명에서 각 화소는 약 167개의 섬유로 이루어져 있으며 각 섬유는 404μm의 직경을 갖는다. 이들 섬유들은 축방향으로 정렬되어 있으며 광을 준 코히어런트(quasi-coherent) 상태로 안내한다. 각 섬유의 많은 관통공들은 0.6으로 비교적 크다. 하나의 화소 다발 내에 있는 다수의 섬유 각각에 큰 광통공이 다수 존재하므로 연결기 경계면에서의 정렬이 용이하다. MIL-C-29600에 따른 Deutsch ABC 및 DG 123과 같은 표준 연결기가 상기 정렬된 연결을 위해 사용될 수 있다. 독일-프랑스에서 개발한 MIL-C-38999에 따른 경계면 핀은 2개의 화소다발의 스프링 하중 결합(spring load mating)을 제공함으로써 감쇄를 최소화시키고 반복성을 최대화시킨다.

<46> 각각의 광원(27, 29, 31, 33)은 각각 광섬유 다발 세트(35, 37, 39, 41)의 부품인 1차 섬유 다발에 연결되어 있다. 각각의 다발 세트에 연결된 광원은 각기 조명을 다발 세트 내의 모든 수신용 제2 섬유로 이송하게 되어 있다.

<47> 여기서 사용되는 "광(light)"이란 용어는 가시광선뿐만이 아니라 전자기 발광을 의미하며, 항공기 계기에 가장 적합한 광원은 적외선 방사체(infrared emitter)이다. 또한, 중복성, 신뢰도 및 출력을 위하여 하나의 광원용으로 이 같은 방사체를 여러 개 사용할 수도 있다. 예를 들어 이 같은 방사체 8개가 어레이로 연결된 것을 방사체인 광원(31)으로 사용할 수 있을 것이다. 이 같은 방사체는 Honeywell에서 판매된다.

<48> 광섬유 다발 세트(35, 37, 39, 41) 각각에 대하여 별도의 광원(27, 29, 31, 33)이 예시되어 있으나, 광 검출 전기 장치(25)는 하나만이 있다. 상기 광 검출 전기 장치(25)는 각 다발 세트(35, 37, 39, 41)의 화소 또는 광 채널 각각에 대하여 하나의 검출기를 갖는 광 검출 전기 탐지기(51)의 어레이이다. 32개의 화소 또는 섬유 다발을 갖는 다발 세트에 대하여, 상기 장치(25)는 32개의 광 검출전기 탐지기(51)로 된 어레이를 필요로 할 것이다. 각각의 다발 세트(35, 37, 39, 41)로 부터의 근접 말단에 있는 제2 섬유 다발(21)은 화소끼리 함께 결합되어 이들이 도 1B에서와 같이 광 검출 전기 장치(25)의 요소인 탐지기(51) 중의 하나를 공유한다. 각각의 섬유 가닥들은 섬유 다발 말단(13)의 정해진 순서에 근거하여 어레이 형태의 광 검출 전기 장치(25)에 접합되어 있기 때문에 광식별 표시기(17)로부터의 정보 어레이가 코히어런트 상태로 이송된다.

<49> 탐지기(51)의 어레이는 광 다이오드로 형성될 수 있다. 각각의 광 다이오드는 접합된 섬유 다발(53, 55, 57, 59)의 말단에 밀착 이격될 수 있다. 적외선 광 다이오드의 예로서는 UDT의 A5V-35를 들 수 있다.

<50> 탐지기(51)는 신호 컨디셔닝 회로(61)에 연결될 수 있다. 이 장치는 각각의 광 다이오드 신호에 신호의 컨디셔닝 및 이 신호의 아날로그에서 디지털로의 변환을 순차적으로 수행한다. 이는 탐지기(51)의 어레이에 나타난 그레이-레벨 신호(gray-level signals)의 패턴을 판독하거나 인식할 수 있도록 한다. 신호 어레이는 이같이 각 워드가 16비트로 구성된 메모리(63) 내에서 32-워드 디지털 표현으로 변환될 수 있다. 그 후 이 표현 패턴은 컴퓨터(65)에서 프로그램된 컴퓨터 화상 분석을 통해 분석될 수 있다. 다발 세트(35, 37, 39, 41) 중의 어느 것을 판독할 것인가를 결정하기 위하여, 컴퓨터(65)는 광원(27, 29, 31, 33)중 어느 것이 활성화되는지를 결정할 수 있는 노출 제어 장치(67)에 연결될 수 있다. 광식별 표시기(17)로부터의 정보 어레이로 나타낸 파라미터가 판독되는 것이 바람직한 경우 광원(31)이 조광되고 이들 패턴에 대한 적절한 분석 작업이 컴퓨터(65)에 의해 수행될 것이다.

<51> 컴퓨터(65)의 분석 작업에 사용되는 마이크로프로세서는 Intel 87C196이다. 그 마이크로프로세서 프로그램에서 컴퓨터(65)의 화상 분석 작업과 노출 제어 장치(67)의 제어 작업이 행해진다. 1차 섬유의 근접 말단에서 각각의 광원이 개별적으로 온(ON)되고 검출된 각각의 파라미터는 각각 2차 섬유를 통해 전송된다. 평행 광 신호는 광 다이오드 어레이인 광 검출 전기 장치(25)에 의해 수신되고 신호 컨디셔닝 전자 장치 및 A/D 회로(61)로 연속적으로 클럭 아웃(clock out) 된다.

<52> 컴퓨터(65)의 분석 작업 출력은 제어장치 등에 의해 정보를 반복적으로 갱신시키기 위하여 순차 출력단(69)으로 전달될 수 있다. 예컨대 비행 제어 컴퓨터는 그 순차 출력단(69)으로부터 각 항공기 표면의 각 액추에이터에 대한 반복적으로 갱신된 위치 정보를 받을 수 있을 것이다. 그 후 이 정보는 그 위치 정보의 일정한 모니터링을 통하여 항공기의 비행을 제어하는데 사용될 수 있다.

<53> 본 발명의 광섬유 위치 센서를 장착한 액추에이터(71)가 도 2 내지 도 6에 예시되어 있다. 이 액추에이터(71)는 항공기의 비행표면을 제어하는데 사용될 수 있는 종류의 것이며, 광섬유 다발 세트(39)의 원격 말단(13)과 광식별 표시기(17)를 포함한다. 이 액추에이터(71)는 본 발명에 따른 광섬유 위치 검출용 요소가 부가된 것을 제외하고는 통상의 것이다. 액추에이터(71)는 로드 말단(73)과 실린더 말단(75)을 갖는다. 상기 로드 말단은 로드 말단(73)을 항공기 날개 플랩의 제어 혼(control horn)과 같은 항공기 요소에 부착시키는 핀을 수용하기 위한 핀 개구부(77)를 갖는다. 상기 실린더 말단(75)은 실린더 말단(75)을 날개 프레임 구조와 같은 항공기 요소에 부착시키는 핀을 수용하기 위한 핀 개구부를 갖는다. 상기 로드 말단(73)을 실린더 말단(75)에 대하여 유압 가동시키고 이에 따라 항공기의 제어표면을 이동시키기 위하여 유압유체가 주 실린더(79, 81)로 그리고 그로부터 이송되어 유압 피스톤을 구동시킨다. 실린더 말단(75)에 대한 로드 말단(73)의 위치는 항공기의 제어표면의 위치에 상응한다.

<54> 본 발명의 4-채널 피스톤 센서를 액추에이터(71)에 편입시키기 위하여, 주 실린더(79)에는 스케일 튜브(83)가 제공된다. 상기 스케일 튜브(83)는 그 내부 직경상에 제1 물체인 광식별 표시기를 갖는다. 이 튜브는 액추에이터의 로드 말단(73)에 연결되어 로드 말단(73)과 함께 움직인다.

<55> 스케일 튜브 내에 탐침(85)이 밀착 설치되어 있다. 이 탐침(85)은 액추에이터의 실린더 말단(75)에 연결되어 실린더 말단과 함께 움직인다. 간단히 하기 위하여, 도 2 내지 도 6은 스케일 튜브(83)에서 4채널 탐침(85)의 섬유 다발 말단(13)의 단지 2개의 어레이만을 도시하고 있다. 상기 탐침(85)과 광섬유 다발 말단(13)은 실린더 말단(75)과 함께 움직이고 상기 스케일 튜브(83)는 로드 말단(73)과 함께 움

직이기 때문에, 스케일 튜브(83)에 대한 탐침(85)의 상대 위치는 실린더 말단(75)에 대한 로드 말단(73)의 상대 위치와 동일하다. 따라서 이는 액추에이터(71)에 연결된 비행제어 표면의 상대 위치의 측정을 뜻한다.

<56> 스케일 튜브(83) 내에는 링(89)과 스페이서(91)가 포함되어 있다. 링(89)은 스페이서(91)와 함께 스케일 튜브(83)의 매끄러운 원통형 내벽 표면(93)을 이룬다. 링(89)은 스페이서(91)와는 다른 광 반사 특성을 갖기 때문에 이들 2개가 조합하여 광식별 표시기(17)를 이룬다. 또한 링(89)과 스페이서(91)는 스케일 튜브(83)의 축(83a)을 따라 그들의 상대 위치에 상응하는 식별 패턴으로 배열되어 있다. 도 5 에서 쌍을 이룬 링(89)의 패턴이 이 성질을 예시하고 있다. 링(89)의 제1 쌍(95)은 제2 쌍(97)보다 근접되어 있고 제2 쌍(97)은 제3 쌍(99)보다 근접되어 있으며 이와 같은 방법으로 마지막 쌍(101)까지 배열되어 있다. 이 방법에서, 임의의 링 쌍의 거리는 스케일 튜브(83) 내에서의 그 링 쌍의 상대 위치를 나타낸다.

<57> 링(89)은 천연 반사면을 갖는 416 스테인리스강으로 이루어지는 반면 상기 스페이서는 흑색 산화물 피막을 갖는 416 스테인리스강으로 형성함으로써 상기 링(89)은 스페이서(91)와는 다른 광반사 특성을 갖는다. 이로 인해 링(89)은 적외선 전자기 방사광에 대하여 반사성이 크고, 스페이서(91)는 이 방사광에 대하여 비(非)반사성이 큰 것이다.

<58> 광식별 표시기(17)를 형성하는 다른 방법으로서 알루미늄으로 된 얇은 장방형 조각에 흑색 줄무늬 패턴을 양극산화시킨 다음 압연시켜 튜브를 형성한다. 상기 줄무늬 패턴은 삽화(artwork)를 그리는 컴퓨터상에서 만들어진다. 그 삽화로부터 실크-스크린 음판(silk-screen negative)을 화학적으로 에칭한다. 그 후 사각형 부분(예를 들어 폭 1.7인치 x 길이 9인치 x 두께 0.005인치)을 0.001인치 깊이로 완전히 황양극산화시킨다. 이 황양극산화가 설정되기 전에, 상기 컴퓨터 삽화로부터 형성된 실크-스크린 음판을 이용하여 흑색염료를 상기 알루미늄 시편의 상면에 실크-스크린 한다. 상기 염료는 양극산화 깊이까지 침투하여 어두운 스페이서(91)를 형성한다. 상기 실크-스크린에 의해 염료로부터 차폐된 줄무늬 부분은 여전히 투명하고 반사성을 유지하여 링(89)으로서의 역할을 한다. 그 후 상기 사각형 알루미늄 조각은 내면에 패턴을 갖고 압연되어 튜브를 형성한다. 이 튜브는 내마모성을 위해 (면도날로) 2중 밀폐 테플론(Teflon) 코팅된다. 건조 후 상기 튜브는 스케일 튜브(83) 내에 삽입된다. 이와 같은 방법으로 링(89) 및 스페이서(91)를 형성하면 노동력이 대폭 감소되고 물리적인 링 및 스페이서를 조립한 것보다 비용이 적게 든다. 또한 이 방법을 이용하여 링 및 스페이서를 보다 정밀하게 위치시키고 보다 적은 그리고 보다 정밀한 표시기(indicia)를 형성할 수 있다.

<59> 앞서 기술한 바와 같이 링(89)은 최소 2 가지 크기인 반면 상기 스페이서(91)는 그 크기가 다양하다. 광식별 표시기(17)를 이루는 링 및 스페이서는 독특한 패턴으로 배열된다. {상태(ON/OFF) 타입을 예외로 하는} 모든 파라미터에 대하여, 상기 화소 어레이는 링의 가장자리를 모니터한다. 이들 가장자리의 위치는 지정된 공차 내에서 그 파라미터의 센서에 대하여 고유할 것이다. 파라미터 각각에 대하여, 각각의 32 화소 값은 8번 판독되어 평균화된다. 각 화소는 그 자신의 스케일 인자를 갖고 스케일된 휘도에 대하여 옵셋(offset)된다. 모든 화소는 가장자리 변이가 있는지 즉 수준이 증대하였는지{투명 링(89)을 가리킴} 혹은 수준이 감소하였는지{어두운 스페이서(91)를 가리킴}를 결정하기 위하여 다음 화소와 임계수준까지 비교된다. 최소 3개의 가장자리가 항상 화소 어레이에 의해 탐지된다.

<60> 계속되는 화소를 비교하여 각각의 가장자리를 측정하기 위하여 상태방정식이 설정되며, 이 결과는 사용된 방정식을 기준으로 가중된다. 상기 가장자리를 식별 하는데 최소 제곱법과 증분법의 2가지 기술이 있다.

<61> 최소 제곱법은 각각의 인접한 가장자리 쌍 사이의 거리를 계산한다. 첫 번째 가장자리 쌍 사이의 차이와 가장자리 1과 가장자리 2(혹은 가장자리 3과 가장자리 4 등) 사이의 알려진 차이를 제곱한다. 다음 가장자리 쌍 사이의 차이(만일 하나가 있으면)와 가장자리 3과 가장자리 4(혹은 가장자리 6과 가장자리 7 등) 사이의 알려진 차이를 제곱하고 앞서의 합을 더한다. 상기 합은 가장자리 1(혹은 2)을 기초로 한 최소 제곱 값이다. 이 과정은 마지막 가장자리에 도달할 때까지 다음 가장자리를 생략하고 남아있는 것의 제곱을 더하는 것을 반복한다. 가장 적은 최소 제곱 값을 실제의 첫 번째 가장자리 번호로 취급한다.

<62> 증분법에서는, 제1 화소의 상태 즉 높은지 낮은지 여부 및 그 제1화소로부터 제1 가장자리까지의 거리를 저장한다. 만일 새로운 상태가 이전 상태와 같다면, 제1 가장자리 번호는 같은 것으로 추정한다. 만일 상태가 변경되었다면, 제1 가장 자리까지의 거리를 이전 값과 비교한다. 만일 새로운 거리가 보다 적다면 새로운 제1 가장자리가 추정되고 제1 가장자리 번호는 1만큼 감소되며, 그렇지 않으면 제1 가장자리가 이전의 제2 가장자리인 것으로 추정되고 제1 가장자리 번호는 1만큼 증가된다. 최소 제곱 값은 상기 추정된 제1가장자리를 기준으로 계산된다. 만일 고정된 허용가능 값보다 크다면 최소 제곱기술이 이용된다. 검출 헤드로 본 모든 가장자리의 상기 계산된 위치와 거리로 형성된 화상은 완전한 스트로크에 걸쳐 상기 고유 화상과 비교되며, 이 비교에 따라 정확한 위치가 결정된다.

<63> 상기 제1 물체 식별 표시기(17)를 포함하는 링(89)과 스페이서(91)의 어레이 패턴을 검출하기 위하여, 광섬유 다발의 원격 말단(13)은 도 6에 도시된 바와 같이 선형 어레이(103) 내에 배열되며, 제2 물체를 구성한다. 이 선형 어레이 내의 광 섬유 말단들은 탐침 헤드(87)의 벽에서 세로 슬릿(105) 내에 들어맞게 되어 있다. 이 방식에서 섬유의 말단(13)은 탐침(85) 외형의 내측에서 스케일 튜브(83)의 내벽 표면(93)에 바로 인접하여 방사상 외측을 가리킨다.

<64> 도 4에서 명확히 보는 바와 같이, 탐침 헤드에는 도시된 세트(39, 41)와 4 세트의 섬유 다발이 결합되었다. 그 각각은 탐침 헤드(87)의 반대편상에 있는 슬롯 내에 배열된 섬유 말단(13)의 선형 어레이를 갖는다. 상기 마주보는 4-슬롯 세트 2개는 동일한 세로 위치에 있기 때문에, 각 섬유 어레이에 인접한 링의 패턴은 동일하다. 이 방식에서는 4개의 광섬유 어레이가 이 동일한 실린더에 대하여 중복된 위치 검출을 제공한다.

<65> 또한, 탐침 헤드(87)상의 각 섬유 다발 슬롯 세트 사이에는 4개의 나선형 루론 러너(rulon runner)가 있으며, 이들은 탐침 및 스케일 튜브간의 마찰을 줄이고 거리를 유지시키며 또한 먼지 등을 배

출시키는 역할을 한다.

<66> 상기한 액추에이터 센서는 8인치 스트로크 및 정확도 ± 0.002 인치를 갖는다. ± 0.002인치의 정밀도만 요구된다면 보다 짧은 스트로크, 예를 들어 2인치 스트로크에 대하여 비슷한 배열을 이용할 수 있다. 만일 보다 높은 정밀도가 필요하다면, 상기 센서 헤드 및 패턴은 그 크기를 감소시키고 광식별 표시기의 스페이서및 링의 수준을 증가시킴으로써 변형시킬 수 있을 것이다.

<67> 예를 들어 0.060 인치 스트로크와 같은 아주 짧은 스트로크에 있어서는, 상기 센서 헤드와 패턴은 ± 0. 0005 정밀도를 위해 변형되었다. 상기 광섬유 다발 말단(13)은 단일 열(row)보다는 4개의 엇갈린 열로 배열된다. 이는 도 8A에 도시되어 있다. 광식별 표시기는 2개의 링과 3개의 스페이서로 감소된다. 각각의 상기 엇 갈린 화소 다발 말단(13)은 각 인접한 화소와 상호 참조된(cross-referenced) 정보를 이송함으로서 해상도 및 정밀도를 증대시킨다. 그 화소 수준은 공차 내에서 각 위치에 대하여 고유하다. 도 8A에 도시된 센서표시기(17)로부터의 24개 화소 각각에 대한 광 신호 출력강도 76을 보여주는 도표가 도 8B에 예시되어 있다. 이들 신호는 그 후 상기 전자-광학 인터페이스의 광 다이오드 어레이인 광 검출 전기 장치 (25)에 입력된다.

<68> 본 발명은 도9에 도시된 바와 같이 온도를 검출하거나 모니터하는데 이용될 수도 있다. 온도센서는 -65° F에서 600° F의 온도에서 선형으로 팽창하는 Teflon 같은 중합체 펠릿(88)을 이용한다. 상기 펠릿은 로드를 0.100인치의 스트로크에 의해 {스프링(90)에 의해 압압된} 스프링 하중에 대하여 작동시킨다. 상기 중합체 펠릿(88)은 예를 들어 엔진 성분과 같이 온도가 측정되는 부분과 열전도 관계에 있는 히터 공동(92) 내에 위치한다. 따라서 펠릿(88)은 엔진 요소의 온도에 비례하여 팽창 및 수축함으로써 광식별 표시기(17)를 원격 섬유 말단(13)에 대하여 움직이게 한다. 상기 로드는 광식별 표시기로 표시되며, 상기 광센서는 온도가 계산되는 패턴의 위치를 모니터한다. 정밀도는 ± 5° F에 대해 ± 0.0001이거나 더 양호할 것이다.

<69> 본 발명은 또한 도 10에 도시된 바와 같이 유체 수준에 대한 센서로서의 기능도 한다. 도 10A에 도시된 바와 같이, 센서 탐침(85)과 그 광섬유 말단(13)은 유체 탱크(70) 내에 고정되어 있다.

<70> 내부 직경내에 광식별 표시기를 갖는 스케일 튜브(83)의 일단은 유체 수준 즉 유체면(96)에 떠있는 부체(浮體, 94)에 접촉된다. 센서 탐침(85)에 대한 스케일 튜브(83)의 상대 위치는 유체수준에 따라 변화되고 그 수준은 계산된다.

<71> 도 10B에 도시된 바와 같이, 얕은 유체 수준을 검출하는 다른 방법은 결합된 조사기(照射器; illuminator) 및 수신기 화소 다발 말단(13) 각각을 서로 보다 먼 거리로 배열하는 것이다. 상기 화소들은 반사면(72)에 인접하여 위치하며, 어셈블리는 투과 매질로 작용하는 유체 내에 수직으로 유지되어 있다. 상기 탐침(85)과 반사면(72) 사이의 공간은 공기-유체 수준에 개방되어 있다. 유체 수준(96)이 감소됨에 따라, 상부 화소와 반사면 사이의 매질은 공기로 되어 보다 높은 수준의 반사광이 화소섬유 내로 유입될 수 있게 한다. 이 방식에서, 유체 수준(96)은 화소 사이의 거리 공차 내에서 탐지될 것이다.

<72> 본 발명은 도 12A 및 12B에 도시된 바와 같이 회전 장치 또는 휠의 상대 위치 또는 회전을 검출하는데 사용될 수도 있다. 센서인 광섬유 다말 말단(13)은 휠 면상에 있는 나선형 패턴의 표시기(17)의 위치를 모니터한다. 센서 말단(13)에 바로 인접한 나선형 패턴의 표시기(17)의 일부만이 검출될 것이다. 상대적 회전 위치가 계산된다.

<73> 본 발명에 대한 유체 센서가 도 13A 및 도 13B에 예시되어 있다. 센서 말단(13)은 상부에 하나의 바인 광 패턴 표시기(17)를 갖는 휠(64)의 회전수를 모니터한다. 휠(64)은 튜브(102) 내의 패들(68)에 연결된 축(66)에 의해 회전된다. 튜브(102) 내의 유체(104)의 흐름에 의해 패들(68)이 회전되고 이어서 휠(64)이 회전된다. 센서 말단(13)은 휠(64)의 회전을 모니터하거나 계수하여 유체의 유속을 측정한다.

<74> 인터페이싱을 위해 개발될 수 있는 다른 형태의 센서들은 고/저 화소출력에 의한 리미트 스위치, 회전광학 카운터에 의한 유량센서 및 압력 변환기(pressure transducer)들이다.

<75> 본 발명에서는, 각각의 조사기는 각각 125개의 섬유로 구성된 8개의 개별적인 화소 다발로 광을 조사한다. 이들 8개의 1차 섬유 다발(19)은 24개의 제2 섬유 다발(53, 55, 57, 59)과 함께 전자 박스 연결기를 통해 케이블 연결기에 인터페이스된다. 본 발명에서는 광섬유 케이블이 5.5m 길이를 갖는다.

<76> 센서 탐침에서, 다른 연결기는 케이블 연결기에 인터페이스되고 제1 및 제2 광섬유 다발은 모두 탐침 헤드로 이송된다. 튜브 즉 탐침(85)과 탐침 헤드(87) 내에서, 제1 화소와 제2 화소는 결합된다(도 1A). 각각의 조사기 제1 화소는 각각이 약 42 섬유로 이루어진 3 갈래로 나뉘어 진다. 각각의 42 섬유의 그룹은 125 섬유의 수신된 제2 화소와 임의로 결합되어 전체 약 167 섬유를 구성한다. 이 완전한 원격 말단 화소 다발은 페룰(ferrule) 내에 넣어져서 탐침 헤드의 슬롯 내에서 정렬된다. 이 방법에서, 하나의 섬유 다발은 3개의 제2 섬유 다발을 조명할 것이다. 제1 다발로부터 나온 광(光)은 탐침 헤드(87) 또는 제2 물체로부터 광식별 표시기(17) 또는 제1 물체로 입사된다. 광은 반사성 링(89)으로부터 수신기 제2 다발로 다시 반사되거나 혹은 어두운 스페이서(91)에 의해 흡수된다. 각각의 제2 화소다발은 연속 순서로 유지되고, 탐침 헤드(87)로부터 케이블 인터페이스 연결 수단인 다발 세트(35, 37, 39, 41)를 통해 박스 인터페이스 연결기(43, 45, 47, 49)로 이어진다. 상기 전자-광학 인터페이스 유닛의 내부에서 제2 수신기 화소 섬유 다발(53, 55, 57, 59)은 인터페이스 배열을 한 섬유 다발(21)로 결합되어 있다. 4개의 제2 섬유 다발(53, 55, 57, 59)에서 각기 번호 1이 부여된 125 섬유의 수신기 화소 다발은 함께 묶여져서 전체 500의 섬유가 된다. 이 화소 그룹 1은 광 검출 전기 장치(25)의 요소인 탐지기(51)의 요소 1에 수직으로 정렬된다(도 1B). 화소그룹 2 는 합해져서 요소 2에 대하여 정렬하는 등, 이 같은 방식으로 마지막 화소 그룹 24 까지 정렬된다.

<77> 조사기의 노출 제어 장치(67)의 제어 작업의 특징으로 인하여 화소 즉 다발세트(35, 37, 39, 41)의 오직 하나의 채널만이 {즉 탐지기(51)에 입사하는 그룹 각각의 1/4만이} 항상 활성적이다. 화소 다발(53, 55, 57, 59)의 각 채널은 탐침 헤드(87)와 탐지기(51)의 어레이 모두에서 연속 순서로 유지되었기 때문에, 근접 말단에서 전기 장치(25)에 의해 수신된 코히런트 화상은 원격 말단에서 탐지된 광식별 표시

기(17)의 화상을 나타낸다.

<78> 반사되었거나 투과된 광을 수신하기 위한 광학적 배열의 필요조건으로 인해 입자나 예기치 못한 액체와 같은 불순물이 검출 신뢰도에 영향을 줄 수 있다. 이같은 문제를 해결하기 위하여, 앞서 기술된 바와 같은 가장자리 탐지 방법은 화소 다발의 단면적보다 작은 입자에 대하여는 비감응적이다. 보다 큰 입자나 예기치 않은 액체의 얼룩을 제거하기 위하여, 조망표면을 깨끗이 닦고 오염물을 조망창으로부터 제거하는 나선형의 루론 러너가 편입된다.

<79> 본 발명에서는 다중 온도 보상 기술을 사용할 수 있다. 조사기 요소인 광원(23)은 유닛당 8개의 적외선 광 방출 다이오드를 가질 수 있으며, 4개의 직렬 LED로 이루어진 2개의 분기(branch)는 병렬로 연결되어 있다. 고정된 전류에서, LED 조사수준은 주위 온도가 증대함에 따라 감소할 것이다. 이를 보상하기 위하여, 본 발명은 온도에 비례하여 LED를 통한 전류 조절을 제공하여 온도변화에 관계없이 항상 일정한 조사수준을 유지한다.

<80> 광 다이오드 반응은 온도에 따라 크게 변화하기 때문에 광 다이오드에는 다른 온도보상기술이 제공된다. 온도가 증가함에 따라, 광 다이오드의 암전류는 증가할 것이다. 만일 광 다이오드가 잘 조사된다면, 즉 반사성 링(89)으로부터 반사된 광이 수신된다면, 상기 암전류 효과는 현저하지 않는 것이다. 반면, 광 다이오드가 제한적으로 조사되었다면, 즉, 어두운 스페이서(91)로부터 반사된 광이 수신된다면, 광수준은 온도에 따라 화소어레이의 낮은 임계수준에 영향을 줄만큼 충분히 현저하게 증대될 것이다. 이 변수를 보상하기 위하여, 광 다이오드의 옵셋 수준은 어레이 형태의 전기 장치(25)에서의 감지된 온도와 조사기의 휘도수준에 관하여 조절된다.

<81> 오염물 방지에 덧붙여서, 본 발명은 특정 시스템 성분의 열화도 역시 방지한다. 초기 보정 동안, 조사기의 강도 수준은 적절한 신호를 허용하도록 가능한 최저 수준으로 설정된다. 이 낮은 수준은 넓은 공간으로 하여금 저하 및 온도보상을 위한 강도를 증대시킬 수 있게 한다. 조사기에 대하여 기술된 온도보상과 마찬가지로, LED가 시간 경과에 따라 강도가 감소되게 되어 있었다면, 유닛을 지나는 전류는 일정 수준을 유지하기 위해 증대될 것이다. 이 제어된 강도특징은 조사기 유닛내에서 짧거나 혹은 개방된 단일 LED에 의해 야기된 강도 저하도 역시 보상할 것이다.

<82> 본 발명에서는, 광섬유 다발의 열화도 역시 제어할 수 있다. 각각의 화소는 다수의 작은 광섬유로 이루어져 있어 섬유가 파괴됨에 따라 그 강도제어특징에 의해 감소분이 다시 보상된다.

<83> 도 11A에 도시된 바와 같이, 본 발명은 엔진하우징 ATS 공동(74) 내에서의 엔진 터빈 스타터(98)의 분당 회전수 및 블레이드(100)의 공극 제어용 온도편차를 검출함으로서 엔진 제어에도 통합될 수 있다. 조사기 및 수신기 섬유로 이루어진 하나 이상의 화소 다발 말단(13)이 공기 터빈 스타터(98)의 블레이드(100)에 방사상으로 인접한 하우징 벽에 꽉 차게 배열되어 있다. 상기 스타터가 회전함에 따라 각각의 블레이드는 블레이드가 화소를 통과할 때 광을 반사시킬 것이다. 따라서 블레이드(100)는 광 표시기(17)로서의 기능을 한다. 블레이드를 세서 집계된 회전수는 분당 계산된 유닛의 회전수를 나타낸다. 도 11B는 전기 장치(25)에서의 신호출력(78)을 개략적으로 보여주는 도표이다.

<84> 공기 터빈 스타터 조립체에서, 중요한 설계 치수 중의 하나는 상기 유닛 블레이드와 하우징 벽사이의 공극이다. 본 발명의 센서는 공차를 최적화하고 rpm을 검출하는 이중 목적을 수행한다. 표면 반사된 광은 표면까지의 거리에 따라 강도를 달리할 것이다. 섬유의 초점(focal point)은 많은 관통공 및 섬유 도파관을 지나는 광의 전체 내부반사에 대한 임계각에 관련된다. 만일 표면이 너무 가까우면 반사광의 면적은 단지 그 섬유의 표면적과 같게 될 것이며, 따라서 광반사량은 적은 것이다. 초점까지의 거리가 증가함에 따라 최대 입사각으로부터 보다 많은 광이 섬유에 의해 수용됨으로써 반사광의 강도는 최대로 증가할 것이다. 거리가 초점을 지나 증대함에 따라 보다 적은 반사광선이 섬유에 의해 수신되어 광의 강도는 저하될 것이다. 도 11C는 광의 강도가 말단(13)과 터빈 블레이드 100의 근접표면의 분리거리에 따라 변함에 따라 전기 장치(25)에서 수신된 광 강도(62)의 변화를 개략적으로 예시하고 있다. 모호한 신호를 피하기 위해 (b에서 c까지의) 근접 가장자리에 작동범위를 유지하는 것이 바람직하다. 상기 공극을 검출하기 위하여 섬유 다발화소의 초점은 블레이드 표면까지의 거리를 지나 위치된다. 상기 장치가 회전함에 따라, 온도는 증대되고 이에 의해 상기 장치는 팽창되어 하우징 벽까지의 거리를 감소시킬 것이다. 거리가 감소되면서, 광수준은 감소되고 이는 보다 높은 온도를 가리킨다. 이 피드백 신호에서, 냉각공기 덕트를 제어하여 온도를 조절하고 안전한 최적 길이에서 유닛의 원주면을 유지할 수 있는 것이다.

<85> 사용례

<86> 이하 본 발명의 사용례에 대하여 설명한다. 본 발명의 사용례에서, F/A-18 항공기상의 후미 가장자리 플랩 액추에이터의 2개 램(ram)중 하나에 2-채널 센서를 설치한다. 상기 액추에이터의 피드백 제어에 사용되는 원래의 검출 변환기는 램 실린더중 하나에 설치된 4-채널 선형 전압차등 변환기(LVDT, linear voltage differential transducer)이다. 액추에이터상의 고유 측면 하중 때문에, 어느 램과 다른 램의 상대 위치가 일치하지 않는다. 따라서 센서 시스템에 확고한 4중 중복을 얻도록 하기 위해서는 도 14 및 15에 도시된 바와 같은 4채널 센서 탐침이 오직 하나의 램을 감시하는데 필요하며, 이에 따라 위치에 있어서의 불일치를 제거할 수 있다. 이 4채널 탐침은 가장 좋은 구조 및 성능을 갖는 방법을 이용한다. 도 14는 본 시스템을 위한 조립단계를 보여주는 분해 조립도이다.

<87> 먼저 탐침(85)의 튜브 부분을 여분의 섬유를 장착하도록 0.430으로부터 0.500인치로 확대하였다. 정밀도를 증진시키기 위하여, 활성인 제2 수신기 화소다발의 수를 24에서 32로 증가시켜 8개가 1차 조사기 화소다발로서 남도록 하였다. 탐침 헤드(87) 어셈블리는 각 쉘의 평탄면으로부터 45° 및 135° 로 절단된 0.059 x0.559인치 슬롯을 갖는 2개의 반쪽 쉘(108)로 이루어져 있다.

<88> 각각의 화소 다발은 125개의 수신기 섬유와 8개의 조사기 다발중 하나의 1/4(31개 섬유)을 합한 전체 156개 섬유로 이루어져있다. 구조를 간단히 하고 취급을 용이하게 하기 위하여 화소 다발은 각각 0.032직경 페룰(110)에 에폭시 수지로 접착된다. 상기 페룰 화소는 그 후 채널 슬릿(105) 각각에 엇갈린 배열로 순차적으로 설치된다. 이 연속 화소를 엇갈리게 배열함으로서 0.005인치의 조망 오버랩이 생기게 하여 광식별 표시기(17)의 가장자리 탐색을 개선시킨다. 가장자리 탐색을 개선시킴으로서, 위치를 처리에

있어서 외부 요인에 의한 위치 결정을 배제할 수 있다.

<89> 상기 2개의 쉘은 그 후 함께 조립되고 공동은 에폭시로 충진된다. 상기 페룰 화소는 탐침 헤드(87)의 외경에 꽉 차게 연마되고 광택 처리된다. 4세트의 화소 다발 말단(13)이 상기 탐침 튜브(85)를 통해 공급되고 조립된 탐침 말단 캡(112)에 있는 각각의 슬리브로부터 이들 각각의 연결기로 방출한다. 상기 탐침 헤드(87)는 탐침(85)의 튜브 내에 삽입되고 환형의 전자빔 용접에 의해 접합된다. 또한, 지지링(114)이 같은 방법으로 탐침 헤드(87)의 반대단에 전자빔 용접된다. 상기 탐침 어셈블리는 거친 자욱이 없이 연마되고, 루론 러너(107)가 설치된다. 상기 탐침 어셈블리는 스케일 튜브(83) 내에 설치되고, 스케일 튜브(83)는 다시 0.575 인치에서 0.625 인치로 열린 내부 스크레퍼 직경을 가졌던 원래의 후미 플랩 액추에이터 내에 설치된다.

<90> 도 15는 짧은 스트로크 시스템(122), 온도 센서 시스템(124) 및 4중 중복 시스템(quad-redundant system)을 위해 4개의 전자 광학 인터페이스 유닛(20)에 연결된 수준 센서 시스템(126)과 함께 조립된 긴 스트로크 시스템(120)을 보여준다.

<91> 상기한 바와 같이 본 발명은 그 목적 및 이점을 달성하는데 잘 적용되며, 본 출원서의 상세한 설명 및 특허청구범위는 단지 예시적인 것으로 해석되어야 하며, 해당 분야의 통상의 기술을 가진 자(당업자)는 본 발명의 범위 내에서 전술한 바를 기초로 변형 및 수정을 할 수 있을 것이다.

산업상이용가능성

<92> 본 발명에 사용된 종류의 광섬유는 항공기의 중량을 감소시키고 또는 중복성 및 오류 수용성을 개선시킨다. 본 발명의 방법에 의한 광섬유 및 전기 검출기는 통상의 항공기 계기보다 전기부품의 수효가 적기 때문에 통상의 센서보다 더 견고하고 신뢰도가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

제2 물체에 대한 제1 물체의 상대적 위치를 검출하는 광섬유 센서 장치(10)에 있어서,

상기 제1 물체에 고정되고 복수의 식별 패턴으로 배치되는 복수의 광식별 표시기(17)로서, 상기 식별 패턴이 상기 제1 물체에 대한 위치와 상기 제1 물체에 대한 각각의 표시기(17)의 위치를 나타내는, 광식별 표시기(17);

제1 및 제2 말단(13, 15)을 가지며, 상기 제1 말단(15)이 상기 제2 물체에 대하여 고정되어 상기 광식별 표시기(17)에 인접하게 연속 패턴 검출용 어레이 내에 설치된 광섬유 다발 세트(11);

상기 패턴을 식별할 수 있는 광 검출 전기 장치 어레이(51);

광원(23); 및

상기 광원(23)으로부터 나온 광이 상기 광섬유 다발 세트(11)를 통해 전달되고 상기 광식별 표시기(17)로부터 반사된 다음 상기 광섬유 다발 세트(11)를 통해 상기 광 검출 전기 장치 어레이(51)로 이송됨으로써 상기 연속적인 패턴 검출용 어레이 내의 광섬유의 위치에 의해 상기 광섬유의 제1 말단(13)에 인접한 상기 광식별 표시기(17)의 패턴과 그에 따라 상기 제2 물체에 대한 상기 제1 물체의 위치를 상기 광 검출 전기 장치 어레이(51)에 전달하도록, 상기 광 검출전기 장치 어레이(51)에 인접 설치되는 상기 섬유 다발의 상기 제2 말단(15)의 부분(21) 및 상기 광원(23)으로부터의 광을 수용하도록 설치된 상기 섬유 다발의 제2 말단(15)의 부분(19)

을 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 센서 장치(10).

청구항 2

제1항에 있어서,

제1 파라미터를 나타내는 식별 패턴에 위치한 제1 세트의 광식별 표시기(17);

제2 파라미터를 나타내는 식별 패턴에 위치한 제2 세트의 광식별 표시기(17);

제1 및 제2 말단(13, 15)을 가지며 제1 말단(13)이 상기 제1 및 제2 세트 광식별 표시기에 인접하게 연속적인 패턴 검출 어레이에 설치된 광섬유 다발 세트(11);

상기 제1 및 제2 세트 광식별 표시기의 상기 패턴을 식별하기 위한 광 검출전기 장치 어레이(51);

광원(23);

상기 광원(23)으로부터 나온 광이 상기 광섬유 다발 세트(11)를 통해 전달되고 상기 제1 및 제2 세트의 광식별 표시기(17)로부터 반사된 다음 상기 광섬유 다발 세트(11)를 통해 상기 광 검출 전기 장치 어레이(51)로 이송됨으로써 상기 광섬유의 제1 말단(13)에 인접한 상기 광식별 표시기(17)의 패턴과 그에 따라 상기 제1 세트 및 제2 세트의 광식별 표시기(17)의 패턴을 상기 광 검출 전기 장치 어레이(51)에 전달하도록 상기 광 검출전기 장치 어레이(51)에 인접하여 설치되는 상기 섬유 다발의 상기 제2 말단(15)의 부분(21) 및 상기 광원(23)으로부터의 광을 수용하도록 설치된 상기 섬유 다발의 제2 말단(15)의 부분(19)); 및

상기 제1 및 제2 파라미터들을 식별하기 위한 수단(61, 63, 65, 67, 69)

을 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 센서 장치(10).

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1 및 제2 파라미터 식별 수단은 상기 제1 및 제2 광식별 표시기로 광을 선택적으로 보내도록 상기 광원(23)을 선택적으로 활성화시키는 수단(67)을 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 센서 장치(10).

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 광섬유 다발 세트(11)는 제1 및 제2 광섬유 세트로 분리되며, 상기 제1 세트 광섬유의 제1 말단(13)은 상기 제1 세트 표시기(17)에 인접하게 패턴 검출 어레이에 설치되고, 상기 제2 세트 광섬유의 제1 말단(13)은 상기 제2 세트 표시기(17)에 인접하게 패턴 검출 어레이에 설치되며,

상기 제1 및 제2 파라미터 식별 수단은 인접한 표시기를 선택적으로 조명함으로써 상기 제2 세트 광섬유의 제2 말단에서 검출된 신호로부터 상기 제1 세트 광 섬유의 제2 말단에서 검출된 신호를 식별하는 수단(67)을 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 센서 장치(10).

청구항 5

제2 물체에 대한 제1 물체의 상대적 위치를 검출하는 광섬유 센싱 방법에 있어서,

제1 세트 광식별 표시기(17)를 패턴 위치에 의한 파라미터 값을 가리키는 식별 패턴에 고정하는 단계;

상기 광섬유 다발 세트(11)의 제1 말단(13)이 상기 표시기 세트에 인접하게 패턴 검출 어레이에 설치되어 상기 광식별 패턴에 대한 상기 제1 말단의 위치에 의해 파라미터 값을 가리키도록 상기 광식별 표시기 세트에 대하여 그리고 파라미터 값에 따라 상기 제1 말단을 이동시키는 단계;

상기 광이 상기 광섬유 다발 세트(11)를 통해 이송되고 상기 제1 광식별 표시기(17)로부터 반사된 다음 상기 광섬유 다발 세트(11)를 통해 상기 광섬유의 제2 말단에 인접 설치된 광 검출 전기 장치 어레이(51)로 이송되어 상기 광섬유의 제1 말단에 인접한 광식별 표시기의 패턴을 그리고 그에 따라 파라미터 값을 이송하도록 상기 광섬유의 상기 제2 말단에 빛을 도입하는 단계; 및

이송된 광식별 표시기의 패턴을 상기 광 검출 전기 장치에 의해 전기적으로 검출하고 상기 패턴을 상기 패턴에 의해 표현되는 파라미터 값을 나타내는 전기 신호로 전기적으로 변환시키는 단계

를 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 센싱 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

패턴의 위치에 따라 제1 파라미터를 가리키는 식별 패턴에 제1 세트 광식별 표시기(17)를 고정하는 단계;

패턴의 위치에 따라 제2 파라미터를 가리키는 식별 패턴에 제2 세트 장식별 표시기(17)를 고정하는 단계;

제1 말단(13)이 상기 제1 및 제2 세트 표시기(17)에 인접하게 패턴 검출 어레이에 설치되어 위치에 의해 상기 제1 및 제2 파라미터를 가리키도륵 제1 및 제2말단(13, 15)을 갖는 광섬유 다발 세트(11)의 상기 제1 말단(13)을 이동시키는 단계;

상기 광이 상기 광섬유 다발 세트(11)를 통해 이송되고 상기 제1 광식별 표시기(17)로부터 반사된 다음 상기 광섬유 다발 세트(11)를 통해 상기 광섬유 다발 세트(11)의 상기 제2 말단(15)에 인접하게 설치된 광 검출 전기 장치 어레이(51)로 이송되어 상기 광섬유의 제1 및 제2 세트 광식별 표시기(17)의 패턴을 그리고 그에따라 제1 및 제2 파라미터 값을 이송하도록 상기 광섬유 다발 세트(11)의 상기 제2 말단(15)에 빛을 도입하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 파라미터를 식별하는 단계

를 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 센싱 방법.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 광식별 표시기(17)는 교대로 연속된 광을 반사하는 링(89) 및 광을 반사하지 않는 스페이서(91)를 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 센서 장치(10).

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 링(89)은 적어도 2개의 크기를 가지며 상기 스페이서(91)는 다수의 크기를 갖는 것을 특징으로 하는 광섬유 센서 장치(10).

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 연속된 패턴 검출 어레이는 상기 링(89)의 가장자리를 검출하는 것을 특징으로 하는 광섬유 센서 장치(10).

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 패턴 검출 어레이에 의해 적어도 세 개의 가장자리가 한번에 검출되는 것을 특징으로 하는 광섬유 센서 장치(10).

청구항 11

제1항 내지 제4항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 패턴 검출 어레이는 상기 광식별 표시기의 패턴의 범위에 실질적으로 평행하게 연장되도록 설치되는 것을 특징으로 하는 광섬유 센서 장치(10).

청구항 12

제1항 내지 제4항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 패턴 검출 어레이 및 광 검출 표시기는 상호 평행한 방향으로 이동 가능하게 설치되는 것을 특징으로 하는 광섬유 센서 장치(10).

요약

위치를 검출하거나 광식별 패턴(13, 17)에 의해 지시된 기타 파라메터를 검출하는 광섬유 신호 수집 시스템 및 방법이 제공된다.

이 시스템은 특히 비행기 비행조종에 적합하다.

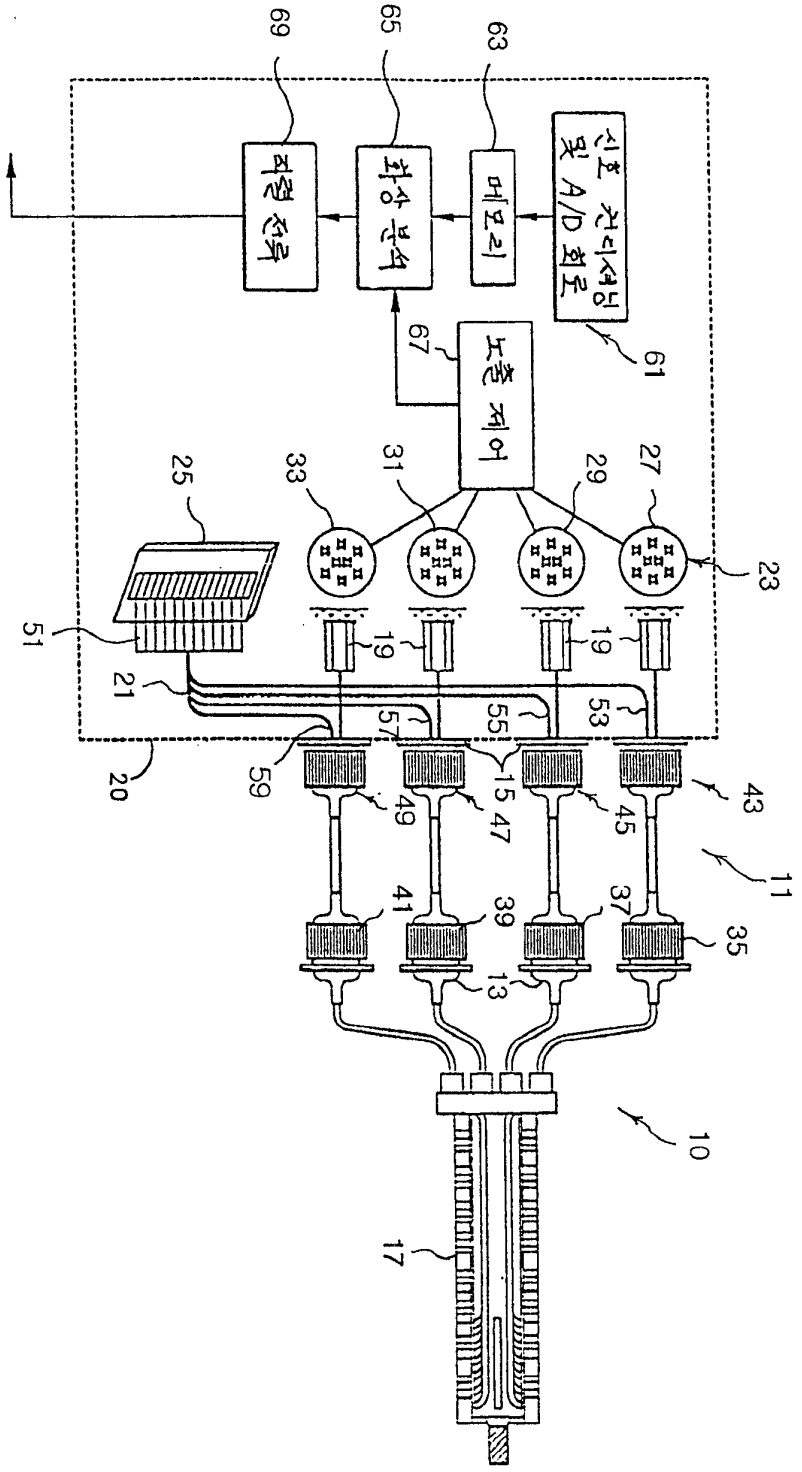
이 시스템은 제 1 및 제 2끝단을 갖는 광섬유(11, 19, 21) 셋트를 포함한다.

상기 제 1끝단(13)은 상대 위치와 같은 특정 패턴을 가르키는 광식별 패턴 주위에 설치된다.

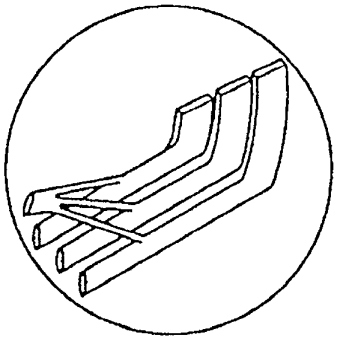
제2 끝단부는 광원(27, 29, 31, 33) 주위에 위치하고 상기 제2 끝단의 일부는 광원으로 부터 나온 광이 섬유를 통해 이송되고 광식별 패턴으로 부터 반사된 다음, 전기장치내의 패턴을 검출하기 위해 상기 섬유를 통해 광검출 전기장치로 보내도록 상기 광검출 전기장치(25) 부근에 설치된다.

도면

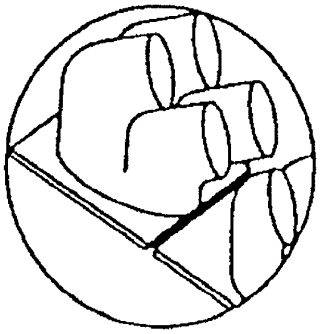
도면1


신호 컨디셔닝 및 A/D 회로
메모리
화상 분석
직렬 전류
노출 제어
10
11
13
15
17
19
20
21
23
25
27
29
31
33
35
37
39
41
43
45
47
49
51
53
55
57
59
61
63
65
67
69

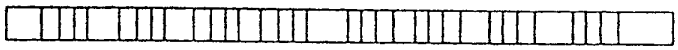
도면1a



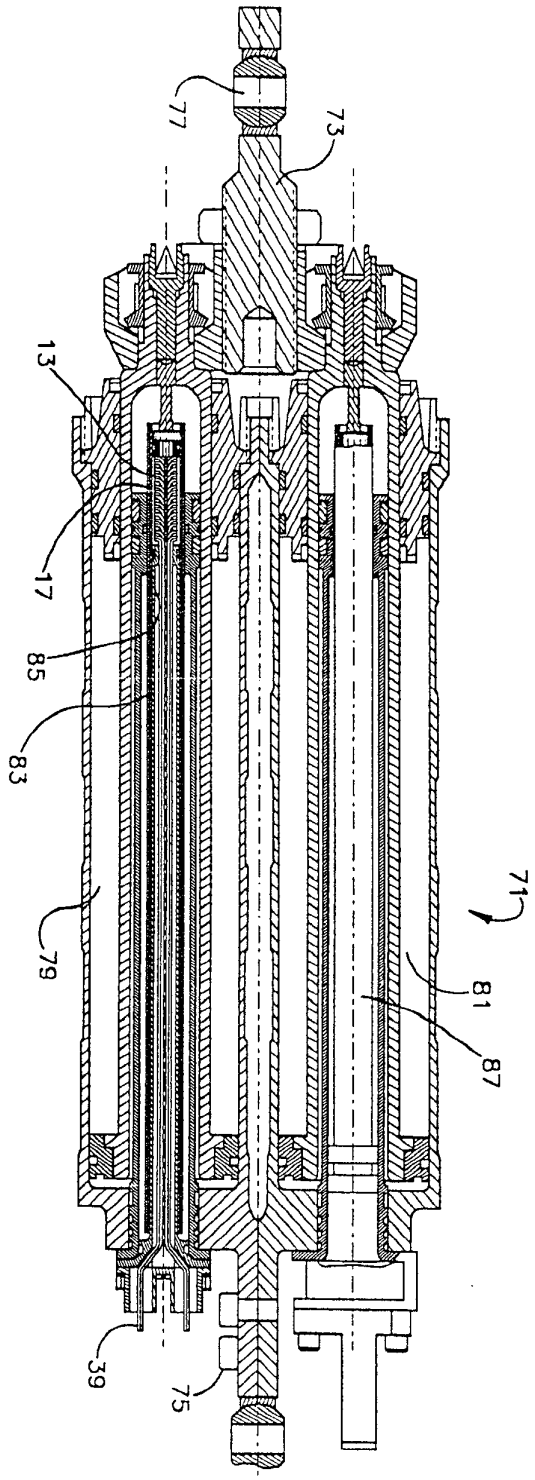
도면1b



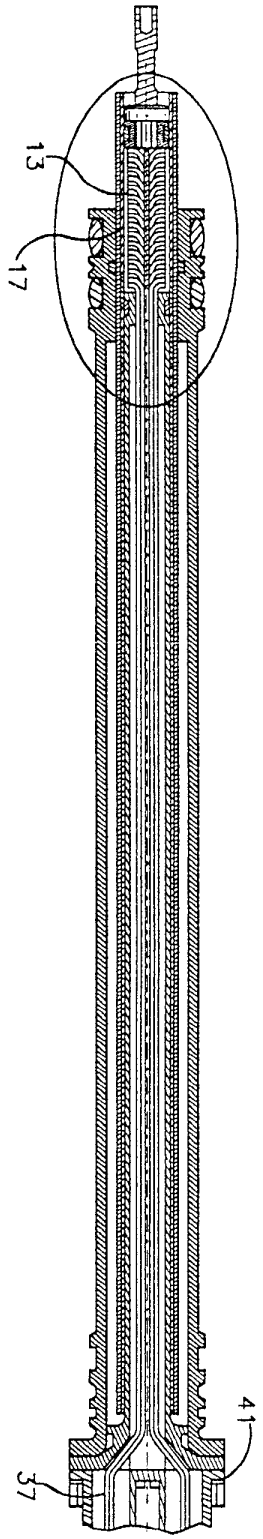
도면1c



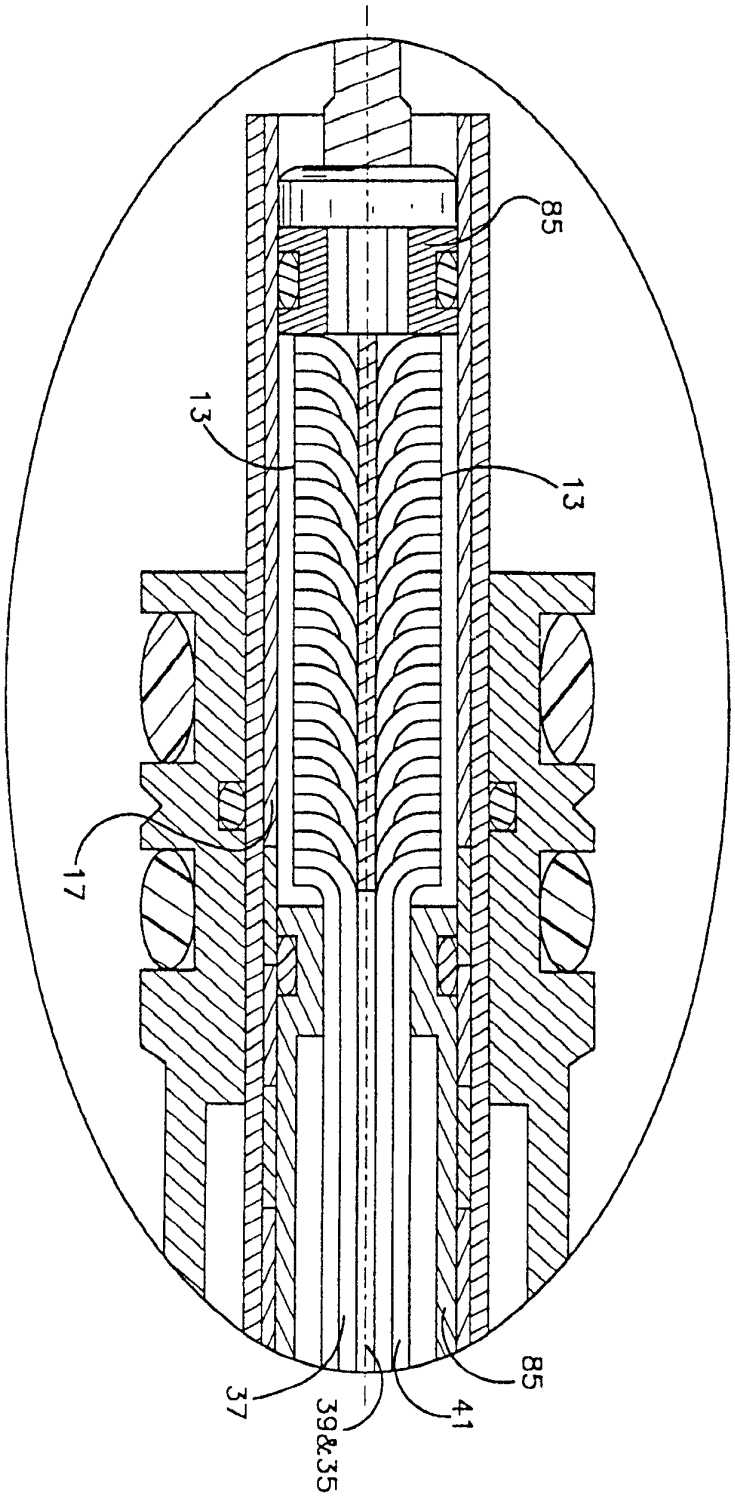
도면2



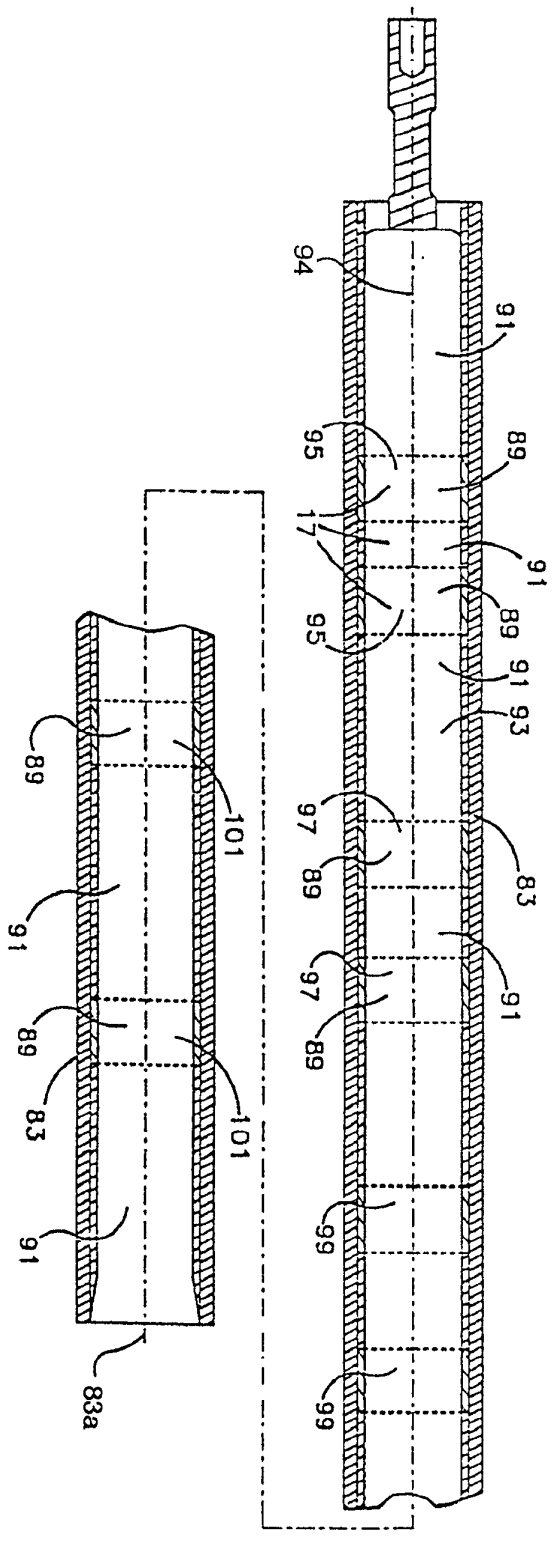
도면3



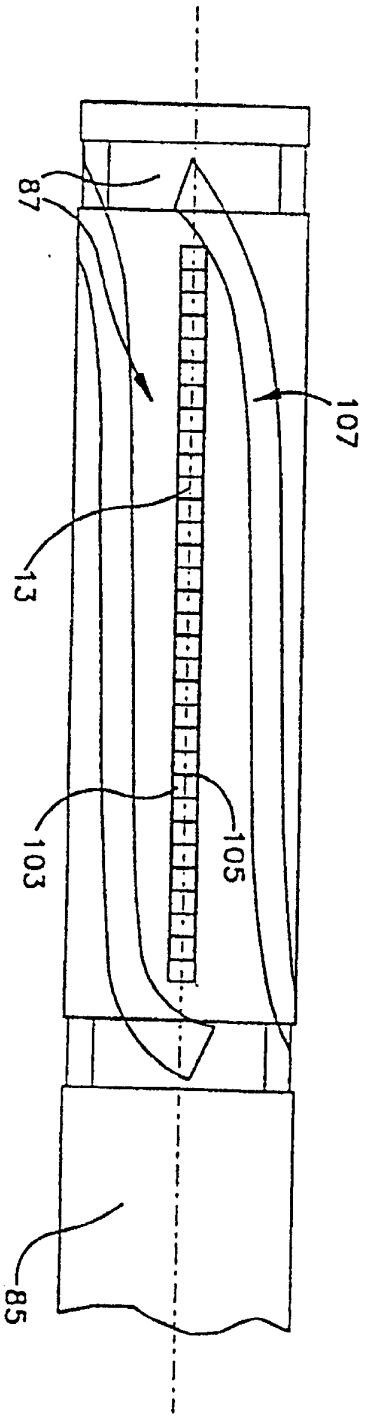
도면4



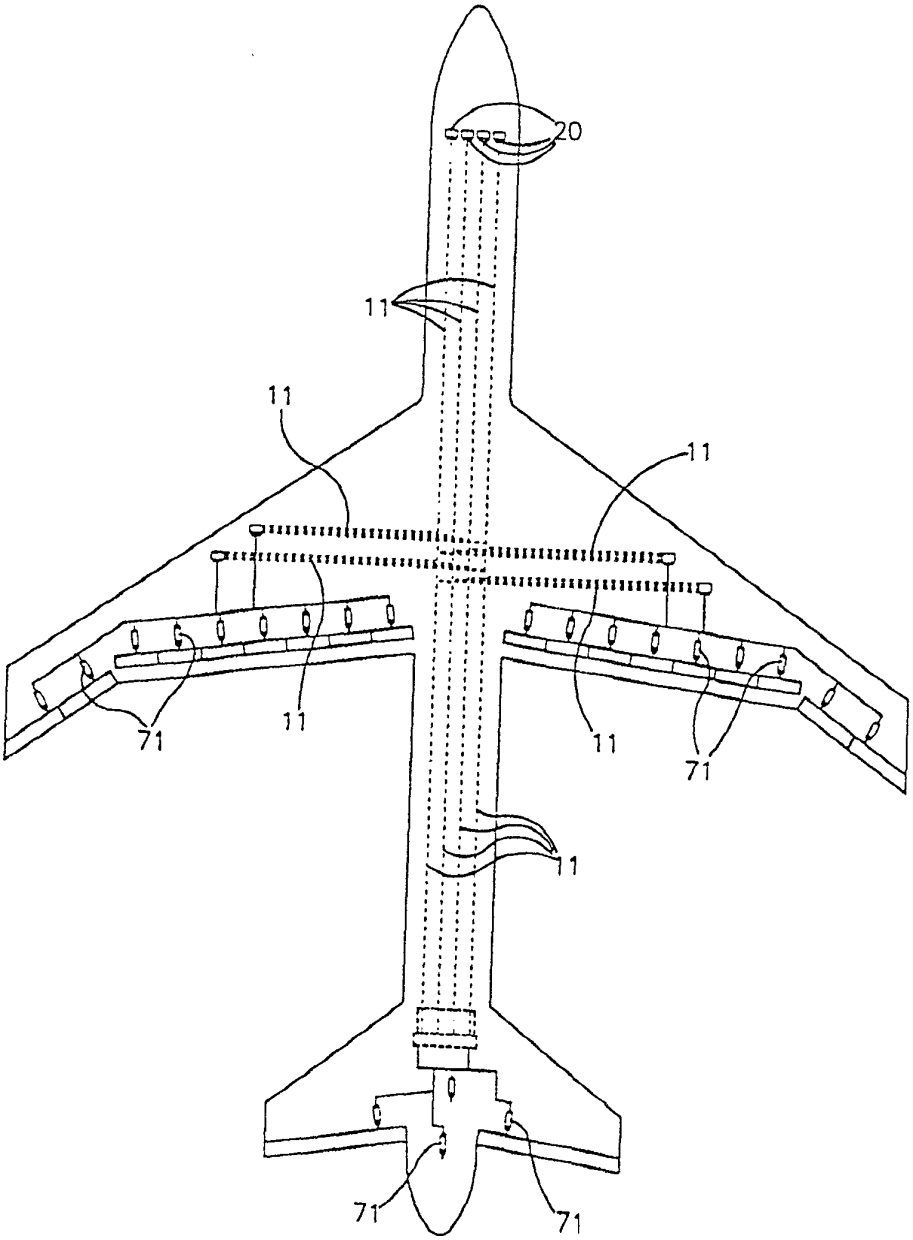
도면5


94
91
95
89
17
91
95
89
91
93
97
89
83
97
91
89
99
99
89
101
91
89
83
101
91
83a

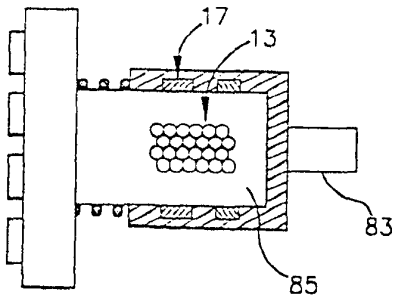
도면6



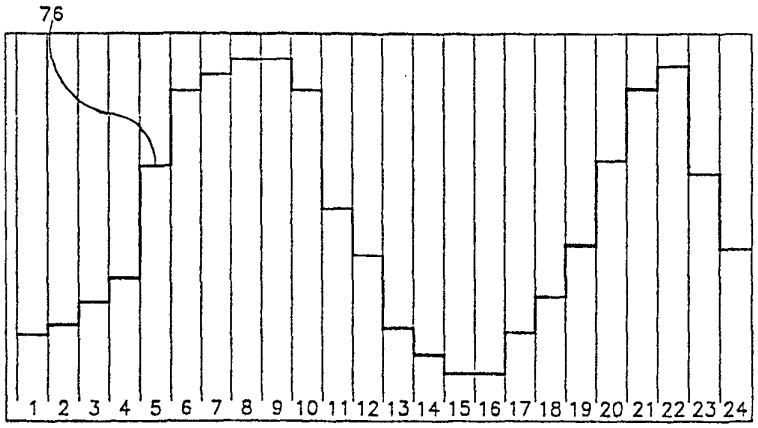
도면7



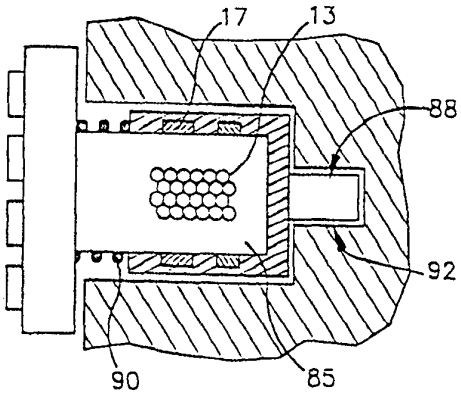
도면8a



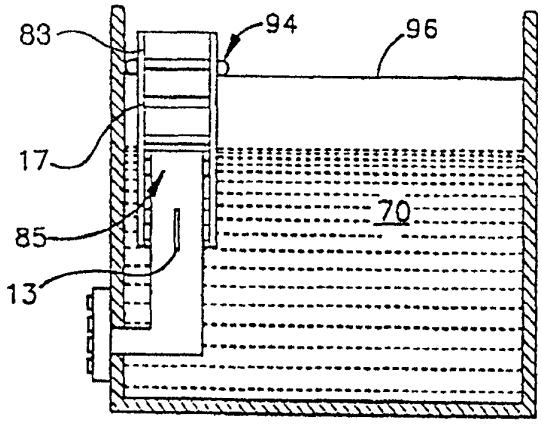
도면8b



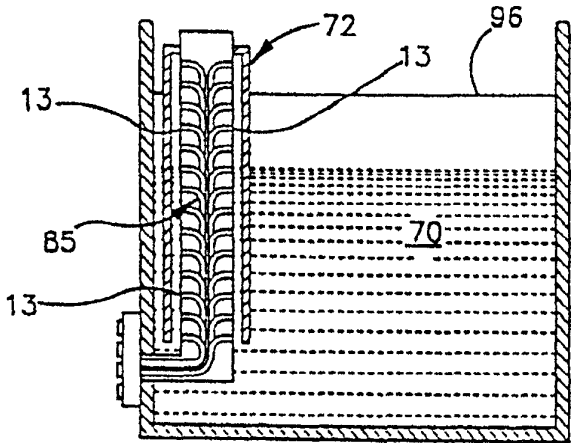
도면9



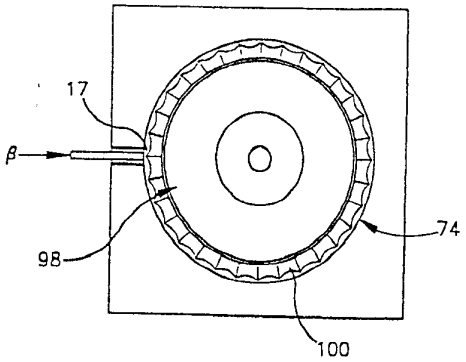
도면10a



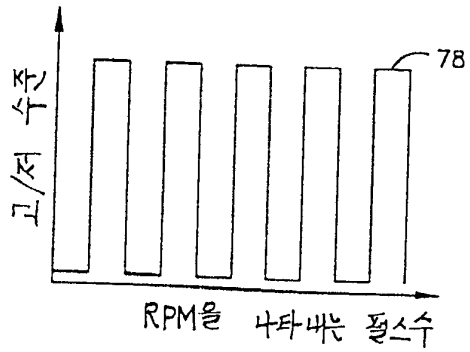
도면10b



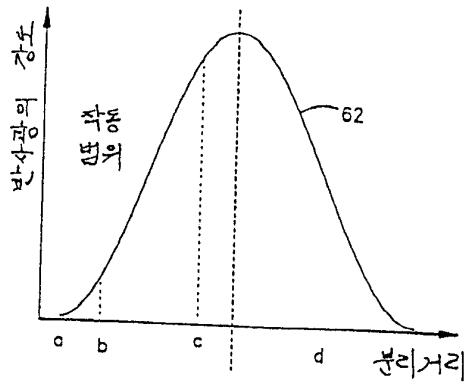
도면11a



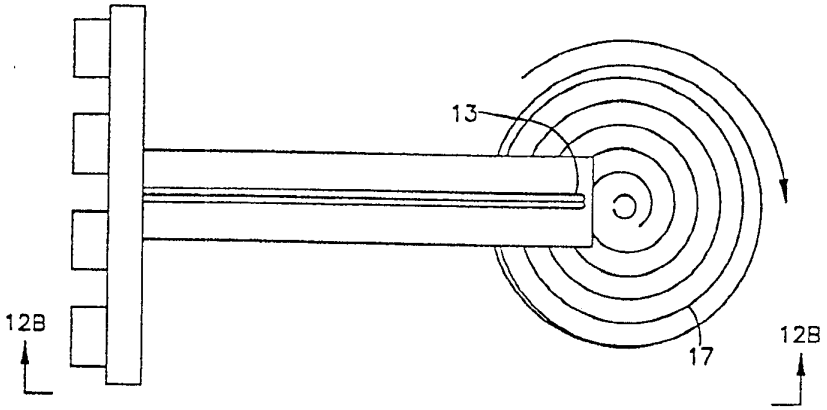
도면11b



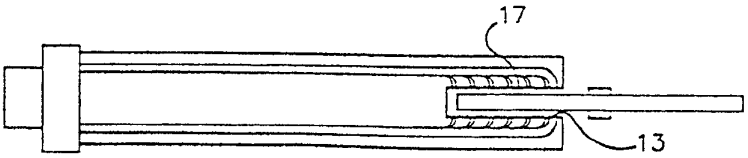
도면11c



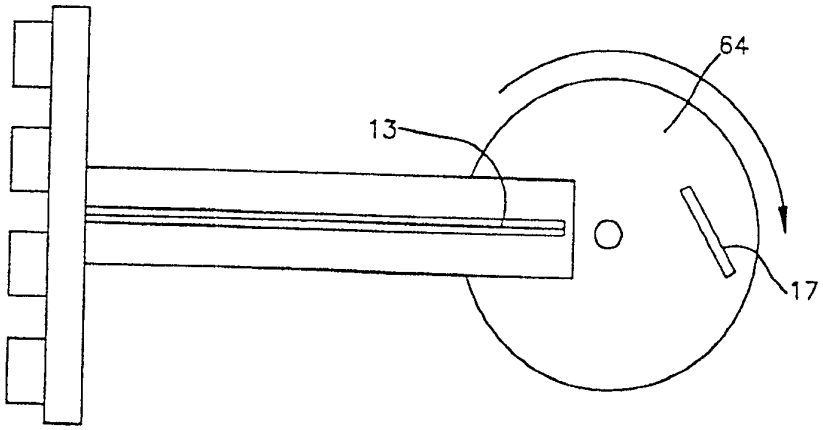
도면12a



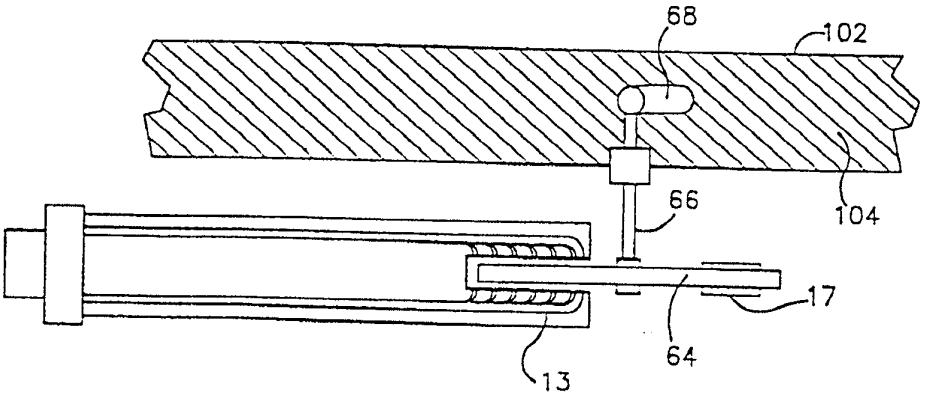
도면12b



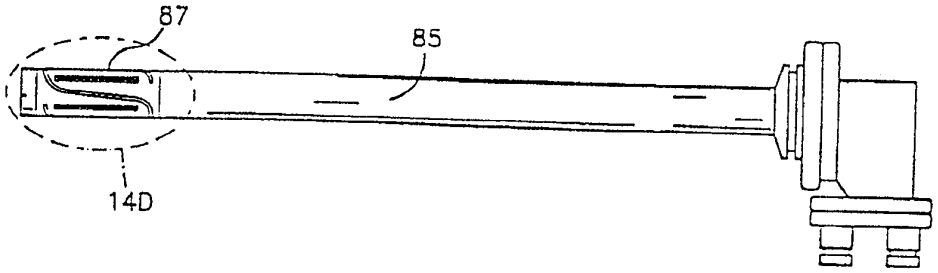
도면13a



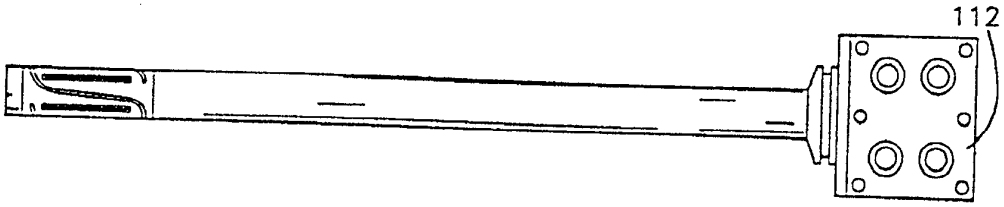
도면13b



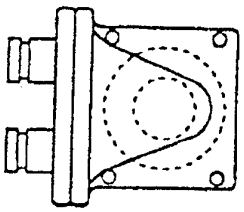
도면14a



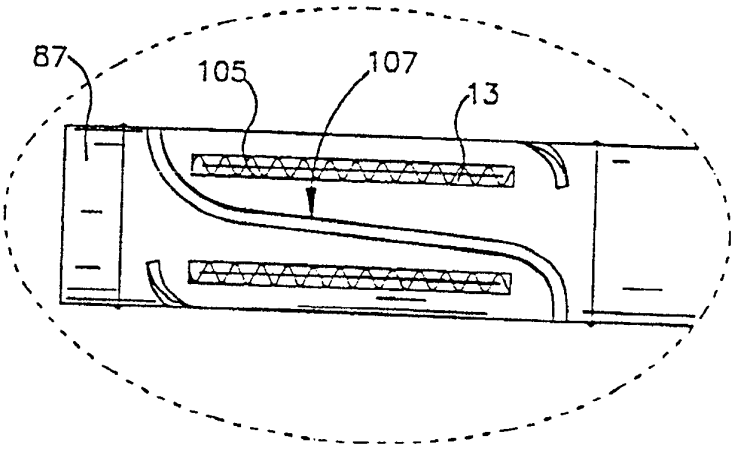
도면14b



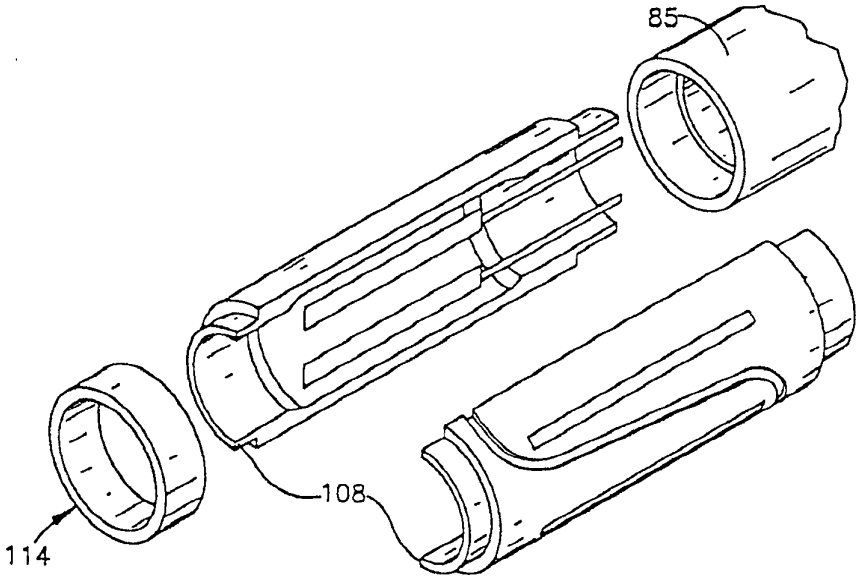
도면14c



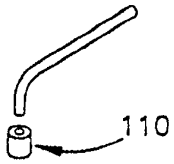
도면14d



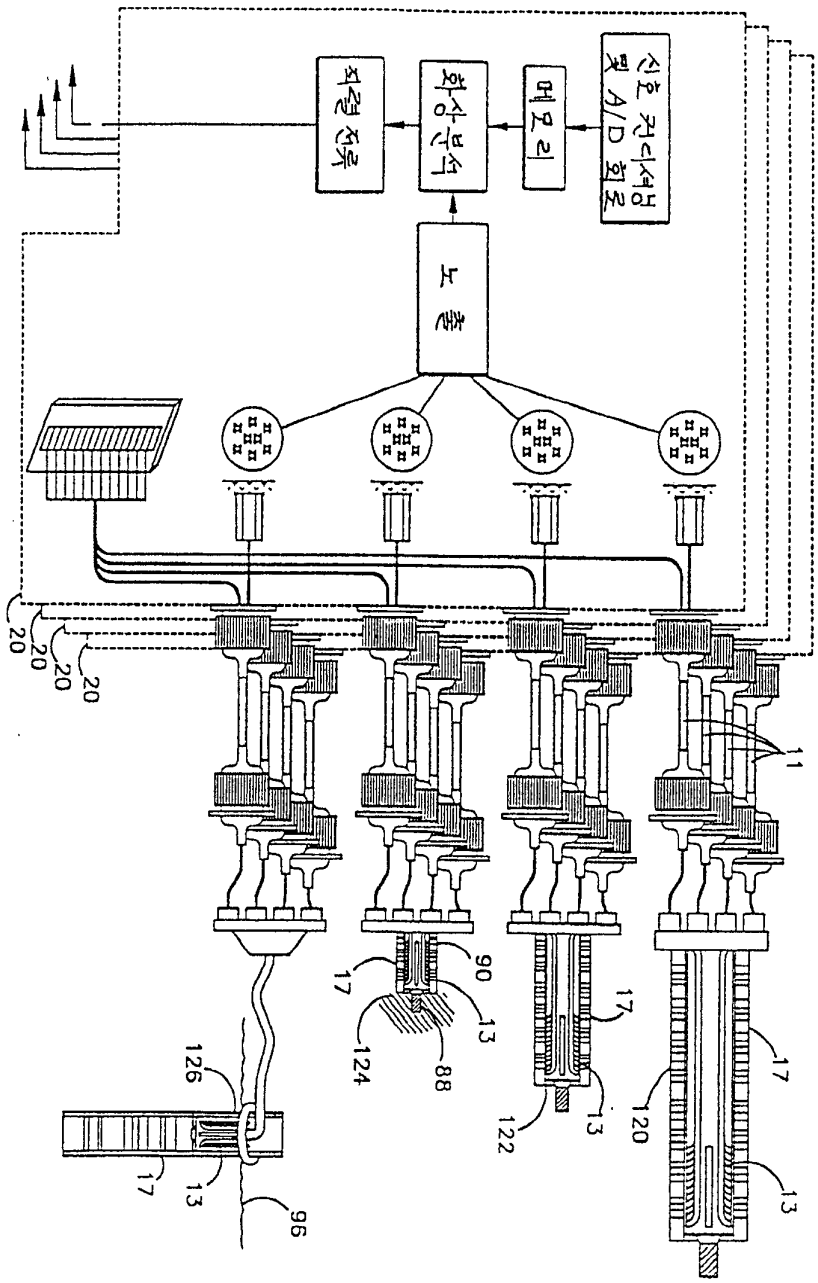
도면14e



도면14f



도면15


신호 컨디셔닝 및 A/D 회로
메모리
화상분석
처리 전력
노출
20
20
20
20
11
17
90
13
124
88
126
17
13
96
17
13
122
17
120
13