

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
G01P 15/09

(45) 공고일자 1998년 12월 15일

(11) 등록번호 특0153277

(24) 등록일자 1998년 07월 02일

(21) 출원번호	특1989-008407	(65) 공개번호	특1990-000722
(22) 출원일자	1989년 06월 19일	(43) 공개일자	1990년 01월 30일
(30) 우선권주장	209, 124 1988년 06월 20일 미국(US)		
(73) 특허권자	웨스팅 하우스 일렉트릭 코오퍼레이션 디. 알. 랙키		
(72) 발명자	미합중국 펜실베니아 15222 피츠버어그 게이트웨이센타 웨스팅하우스빌딩 마이클 트웨도클리브		
(74) 대리인	미합중국 플로리다 32765 오비도 우드크리스트웨이 877 나영환, 윤동열		

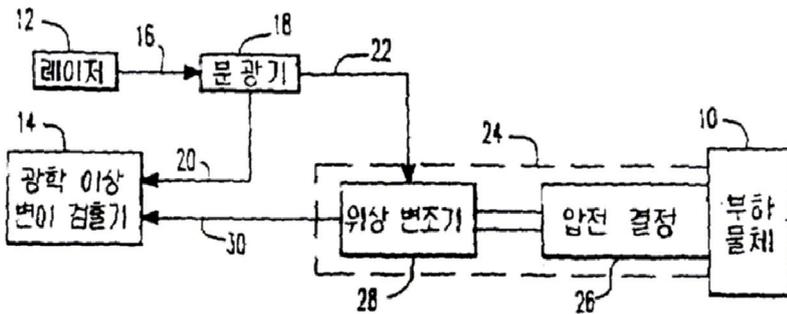
심사관 : 박정학

(54) 광대역 광섬유 진동 감지기

요약

내용없음.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

광대역 광섬유 진동 감지기

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 일실시예에 따른 광섬유 진동 감지기 진동 측정 시스템의 개략 블록도.

제2도는 제1도의 감지기(24) 구성에 대한 상세도.

제3도는 가속 신호를 바이어싱하기 위한 구성의 블록도.

제4도는 진동 신호를 바이어싱하기 위한 시스템의 블록도.

제5도는 가속 신호를 바이어싱하는 또 다른 방법을 설명하는 블록도.

제6도는 기계적 영향으로 인한 저주파 위상 변이를 제거시키는 시스템의 블록도.

제7도는 저주파의 기계적 영향을 제거함과 아울러 진동 감지기(24)의 민감도를 배가시키는 시스템의 블록도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|-------------------|-------------|
| 10 : 부하 물체 | 12 : 레이저 |
| 14 : 광학 위상 변이 검출기 | 18 : 분광기 |
| 26 : 압전 결정 | 28 : 위상 변조기 |
| 60 : 배터리 | 64 : 포토셀 |

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 광섬유 진동 감지기에 관한 것으로, 특히 부하 물체의 진동에 응답하는 광빔을 위상 변조하는 감지기에 관한 것이다.

웨스팅 하우스 일렉트릭사(Westing house Electric corporation) 및 ASEA에서 구입할 수 있는 종래의 광섬유 진동 감지기는 비교적 좁은 대역폭을 갖고 있다. 웨스팅 하우스의 진동 감지기는 공진적으로 동조된 리이드(reed)에 의해 이동되는 진동 스크린을 사용하여 광섬유로부터 광빔을 차단한다. 상기 ASEA 감지기는 공진 동작점을 갖는 캔틸레버 빔(Cantilevered beam)의 광 빔을 거울처럼 반사한다. 캔틸레버 빔의 굴절 때문에 ASEA 감지기에서 발생하는 상기 광빔의 진폭 변조는 광빔의 일부를 이탈시킨다(즉, 광섬유에 재반사되지 않는다). 광빔을 감지하는 진동 감지기가 적절하게 영점 조정되지 않는 경우, 상기 공진 동조로 인해 좁은 대역폭의 감지기는 비선형으로 될 수도 있으므로, 진동 감지기에 의해 생성되는 가속 신호에 관해 비선형 증폭기 및 필터를 응용할 필요가 있다. 또한, 이들 종래의 감지기는 12-36%의 온도 변화 계수를 갖기 때문에 온도가 변하는 환경에 대하여는 비실용적이다.

본 발명의 목적은 매우 넓은 대역폭을 갖는 감지기를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 온도 변화에 영향을 받지 않는 감지기를 제공하는 것이다. 이하에 i) 외부 전력이 필요치 않고; ii) 전체 대역폭에 대하여 선형이어서 비선형 보정 증폭기 및 필터가 필요치 않고; iii) 고전위에서 사용될 수 있는 저가격의 진동 감지기가 기재될 것이다.

본 발명의 상기 목적은 위상 변조기를 이용하여 레이저 빔의 위상을 전기적으로 변조하기 위해 압전 결정을 사용하는 진동 감지기에 의해 달성된다. 상기 변조 빔 비변조 기준 빔간의 위상차는 가속도를 결정하는데 이용된다.

본 발명은 측정된 진동에 대응하는 신호를 전달하기 위해 광섬유를 사용하는 방식으로서, 부하의 진동 및 가속도를 측정하기 위한 광섬유 진동 감지기는 여러가지의 형태가 있으며, 상기 진동 감지기는 부하의 가속에 응답하여 가속 신호를 생성하기 위한 감지 수단을 구비하며, 특히 상기 가속 신호에 응답하여, 광섬유 광빔의 위상이 특성을 변화시키기 위한 수단을 구비하는 것이 특징이다.

본 발명에 대한 이해와 실시를 용이하게 하기 위해, 이하에 양호 실시예가 첨부된 도면을 참조하여 설명된다.

제1도에는 통상의 레이저(12) 및 광학 위상 변이 검출기(14)를 사용하여 부하 물체(10)의 진동을 감지하는 광대역 가속도 감지 시스템이 예시되어 있다. Spectra Diode Labs, Inc. of San Jose, California의 모델 SDL-1402-Hz와 같은 통상의 레이저(12)와 광섬유 자이로스코프에 사용되는 통상의 검출기(14)가 적당하다. 레이저(12)는 광섬유(16)를 통해 통상의 빔 분광기(18)로 전송되는 간섭성 빔(Coherent beam)을 생성한다. 그 분광빔의 절반은 통상의 광섬유(20)를 통해 위상 변이 검출기(14)로 전송되어 진동을 결정하기 위해 진동에 따라 위상 변이된 빔과 비교되는 기준 빔으로서 사용된다. 이러한 비교는 필수적인 추가 동작으로서, 기준 빔이 위상 변조된 감지용 빔에 부가되어, 예컨대 $\sin(\omega t + \phi) + \sin(\omega t) = 2\cos \phi / 2\sin(\phi / 2 + \omega t)$ 의 가속 신호를 남기게 되는데, 여기서, 상기 식의 등호의 우변 제1항은 위상 변이 ϕ 의 크기를 결정하는데 사용된다. 상기 분광기(18)는 부하 물체(10)에 물리적으로 결합된 진동 감지기(24)에 광섬유(22)를 통해 다른 분광빔(감지빔)을 전송한다. 감지기(24)는 캘리포니아, Endevco of San Juan Capistrano 에서 구입할 수 있는 통상의 압전 결정(26)을 포함하고, 부하 물체(10)에 의해 야기되는 결정의 압축 및 신장 또는 구부러짐에 따라 전기적 신호를 생성한다. 속도 감지기와 같은 다른 진동 감지기는 약 1볼트의 신호를 생성하는 것이면 사용될 수 있다. 결정(26)은 약 1Hz에서 수백 메가 Hz까지의 주파수 응답 범위를 가진다. 결정(26)에 의해 생성된 전기 신호는 amphenol LINI GUIDE 위상 변조기 시리즈 947과 같은 위상 변조기(28)에 인가된다. 위상 변조기(28)는 광섬유를 통해 광학 위상 변이 검출기(14)로 전송되는 위상 변조된 빔을 생성한다. 압전 결정(26)과 위상 변조기(28)의 조합은 20°C 내지 100°C에서 감지기(24)에 필수적으로 0인 열이동 계수를 발생시킨다. 감지기(24)는 통상 크기가 1cm² 보다 작으며 수백 메가 Hz에 달하는 넓은 주파수 범위의 선형 가속 신호를 생성할 수 있다. 동작시, 위상 변이 검출기(14)는 압전 결정(26)의 전기적 신호를 재생하고, 그 재생된 신호는 직접 결정(26)에 의해 생성된 신호와 동일하게 처리된다. 주파수가 낮을수록 결정(26)에 의해 생성된 전압은 더 낮아지기 때문에 검출기 출력 신호의 선형화는 낮은 주파수에서 더욱 필요하다. 특별한 응용 여하에 따라 본 분야의 숙련 기술자에 의해 이러한 보상이 행하여질 수 있다.

제2도에는 압전 결정(26) 및 부하 물체(10)의 조합으로 이루어진 위상 변조기(28)의 상세도가 예시되어 있다. 광학 도파관(22)에 의해 변조기(28)에 인가되는 광은 TE (전기적 링파 : Transverse Electrical) 모드로서 광섬유 접속기(40)에 의해 변조기(28)에 결합된다. 광섬유 접속기(40)는 광섬유(22)를 리튬 니오베이트 기판(44)(lithium niobate substrate)으로 만들어진 티타늄 확산 도파관(42)에 접속한다. 상기 광빔은 결정(26)에 접속된 도체(48)에 의해 전위를 2개의 전극(46)에 인가함으로써 위상 변조된다. 도파관(42)은 접속기(50)에 의해 광섬유(30)에 결합된다. 상기 구성 소자들(40-46 및 50)은 모두 앞서 언급한 양호한 변조기(28)의 부품이다. 동작시, 상기 결정(26)은 부하(10)에 의해 결정(26)에 가해진 힘에 응답하여 전위를 발생시킨다. 이 전위는 변조기(28)의 전극(46)으로의 전하 이동을 일으킨다. 광도파관(42) 양단의 전압은 물질의 굴절율을 변화시키는 강전계를 상기 도파관내에 유지시킨다. 이러한 굴절율의 변화는 빛의 전파 속도의 변화를 야기시키며, 그 결과 기준 빔에 대하여 광빔의 위상 변이가 발생하게 된다. 상기 광빔의 위상은 가속 신호를 반송하기 때문에, 상기 신호는 광원의 세기와는 무관하다.

제3도에 예시된 바와 같은 시스템을 사용하면, 변조된 광에 대해 DC 바이어스를 제공하는 것이 가능하다. 배터리(60)는 위상 변조기(28)에 연결된 도체들 중 하나에서 압전결정(26)과 위상변조기(28)사이에 접속되어, 일정 위상 변이 오프셋을 제공한다. 배터리 바이어스가 없는 경우, 상기 위상 변이는 매사이클 동안 제로를 두번 통과하며, 검출기(14)는 정류된 진동 신호를 생성한다. 상기 배터리 바이어스는 검출기 출력 신호가 항상 정의 값이 되도록 하고 또한 저주파 진동 신호의 출력 신호 레벨을 상승시킨다.

배터리(60)는 순전력(net power)을 위상 변조기(28) 또는 결정(26)에 전달하지 않기 때문에 매우 긴 수명을 갖게 된다.

제4도는 또 다른 광섬유(62)와 같은 제3의 소스로부터의 광을 사용하여 통상의 실리콘 포토셀(64)이 압전 결정(26)의 리드(lead)에 일정 바이어스를 인가하도록 하는 제2 바이어싱 시스템을 예시하고 있다. 포토셀(64)의 사용으로 일정 위상 변이 DC 타입 오프셋을 응용하여 광칩을 바이어싱하는 것뿐만 아니라 감지기(24)의 조정(Calibration) 및 테스트가 가능하도록 조정 광신호가 광섬유(62)를 통해 전송될 수 있게 한다. 포토셀(64)은 압전 결정 신호에 비트를 발생시키도록 DC 바이어싱 AC로 변조하는데 사용될 수 있다. 포토셀은 필수적으로 무한 임피던스로 구동되기 때문에, 약간의 전력만이 광섬유(64)에 의해 전달될 필요가 있다.

제5도는 진동 신호로부터 전기적으로 격리된 시스템을 이용하여 바이어싱 신호와 더불어 조정 신호를 생성하는 제3 방법을 예시하고 있다. 이 시스템은 직렬 접속된 2개의 위상 변조기(66 및 68)를 사용한다. 물론, 현재 사용중인 변조기는 2개의 입력 장치를 제공하는 두쌍의 전극(46)을 포함하도록 내부적으로 변경될 수 있다. 제5도에 예시된 바와 같은 시스템은 결정(26)에 의해 광에 포함된 위상 변이를 연속적으로 바이어싱시켜, 진동에 의해 위상 변이된 진동을 가장 민감한 영역에 유지시키기 위해 포토셀(62)을 통해 피드백 신호를 감지기에 공급함으로써 성능이 향상될 수 있다. 예컨대, 바이어싱에 의해 180° 위상 변이가 일어난 경우, 광빔은 실질적으로는 서로 상쇄되어, 결정(26)에 의해 발생된 작은 위상 변이는 검출되기 어렵다. 최상의 바이어싱은 바이어싱과 진동으로 인해 위상 변이된 빔을 기준빔에 대하여 약 90° 위상차가 나도록 유지하는 것이다.

광섬유가 상기 빔에 저주파 위상 변이 잡음을 발생시킬 수 있는 기계적 응력을 받게 되는 경우, 제6도에 예시된 바와 같은 시스템은 이러한 형태의 잡음을 실질적으로 제거시킨다. 이 시스템에서 광섬유(20, 22 및 30)는 동일하거나 평행한 물리적 통로를 통해 감지기(24)로 연결되거나 감지기(24)에서 검출기(14)로 연결되며, 이에 따라 기준 빔과 감지용 빔이 동일한 위상 변이를 받게 된다. 통상의 광섬유 케이블 다발은 최소한 3개의 광섬유를 포함하기 때문에, 특히 광섬유에 대한 기계적 응력으로 인한 잡음의 감소뿐만 아니라 DC 바이어싱과 조정용 광빔을 전송하는데에 적합하다.

제7도는 기계적 바이어싱 잡음을 제거할 뿐만 아니라 감지기(24)의 민감도를 배가시키는 시스템을 예시하고 있다. 이 시스템에서, 레이저(12)로부터 나온 빔은 분광기(18)에 의해 분광되고 다시 통상의 분광기(70 및 72)에 의해 분광된다. 상기 분광빔(감지용 빔)중 하나는 감지기(24)를 통과하여 통상의 반사기(74)에 의해 반사되는 반면 평행한 물리적 통로를 가진 분광빔(상기 기준빔)은 동일 위치에 있는 통상의 반사기(76)에 의해 반사된다. 반사기(74)로부터 반사된 빔은 감지기(24)를 다시 통과하며, 그 결과 부하(10)의 진동에 의해 두번 위상 변조된다. 이 이중으로 위상 변조된 빔은 기준 빔과 함께 검출기(14)에 인가된다.

본 발명의 여러 특징 및 장점은 상세한 상기 설명을 통해 명확하게 되었으며, 따라서, 청구범위에 의해서 본 발명의 기술적 범위에 포함되는 모든 특징 및 장점이 망라되고 있다. 또한, 본 분야의 숙련 기술자라면 다양한 변형 및 수정을 할 수 있기 때문에, 예시 및 설명된 바의 구성 및 동작에 본 발명이 제한되지 않으며, 따라서, 본 발명의 기술적 범위내에 포함되는 모든 적절한 변형 및 등가 구성이 가능하게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

부하의 진동 및 가속도를 측정하기 위한 것이며, 측정된 진도에 대응하는 신호를 전달하기 위해 광섬유를 사용하는 형태의 광섬유 진동 감지기(24)로서, 부하의 가속도에 응답하여 가속 신호를 생성하기 위한 감지 수단(26)을 구비한 광섬유 진동 감지기에 있어서, 가속 신호에 응답하여 광섬유 광빔의 위상가 특성을 변화시키기 위한 수단(28)을 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 진동 감지기.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 감지 수단은 부하에 결합된 압전 결정을 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 진동 감지기.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 위상각을 변화시키기 위한 수단은 광학 위상 변조기의 형태로된 변조 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 진동 감지기.

청구항 4

제1항에 있어서, 가속 신호를 바이어싱하기 위한 바이어싱(60, 64) 수단을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 진동 감지기.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 바이어싱 수단은 상기 감지 수단과 상기 변조 수단 사이에 결합된 배터리(60)를 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 진동 감지기.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 바이어싱 수단은 바이어싱 광빔을 생성하는 광원과; 상기 광원에 결합되고, 상기 감지 수단 및 상기 변조 수단 사이에 결합되어, 바이어싱 광빔에 의해 방사되는 포토셀을 구비하는 것을

특징으로 하는 광섬유 진동 감지기.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 바이어스 수단은 상기 변조 수단에 접속된 위상 변조기와; 바이어스 광빔을 생성하는 광원과; 상기 광원에 결합되고, 상기 위상 변조기에 결합되어, 상기 바이어스 광빔에 의해 방사되는 포토셀을 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 진동 감지기.

청구항 8

제1항에 있어서, 가속 신호를 바이어싱하여 조정 신호를 생성하기 위한 바이어스 및 조정 수단을 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 진동 감지기.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 광원은 광빔을 생성하는 레이저를 포함하고; 상기 변조 수단에 결합되어 광빔의 위상 변조를 검출하기 위한 검출기를 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 광섬유 진동 감지기.

청구항 10

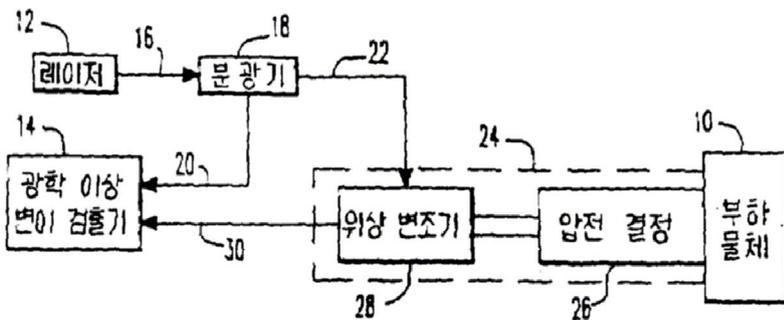
제9항에 있어서, 상기 레이저에 결합되는 빔 분광기와; 상기 분광기와 상기 검출기 사이에 결합되는 제1 광섬유와; 상기 분광기와 상기 변조 수단 사이에 결합되는 제2 광섬유를 추가로 구비하는데, 상기 제1 및 제2 광섬유는 상기 분광기와 상기 변조 수단 사이의 병렬 통로로 연결되며; 상기 변조 수단과 상기 검출기 사이에 결합되는 제3 광섬유를 추가로 구비하는데, 상기 제1 및 제3 광섬유는 상기 변조 수단과 상기 검출기 사이의 병렬 통로로 연결되도록 구성한 것을 특징으로 하는 광섬유 진동 감지기.

청구항 11

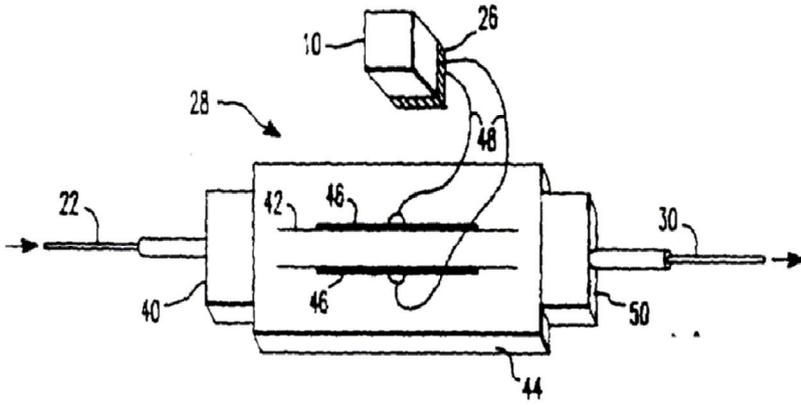
제9항에 있어서, 상기 레이저와 결합되어 기준 빔과 감지 빔을 생성하는 제1 빔 분광기와; 상기 제1 빔 분광기 및 검출기에 결합되어 기준 빔을 전송하는 제2 빔 분광기와; 상기 제1 빔 분광기, 상기 검출기 및 상기 변조 수단에 결합되어 상기 변조 수단을 통해 감지 빔을 전송하는 제3 빔 분광기와; 상기 제2 빔 분광기에 결합되어 상기 제2 빔 분광기에 역으로 기준 빔을 반사는 제1 반사기를 추가로 구비하는데, 상기 제2 빔 분광기는 상기 검출기에 반사된 기준 빔을 전송하며; 상기 변조 수단에 결합되어 상기 변조 수단을 통해 상기 제3 빔 분광기에 역으로 감지 빔을 반사는 제2 반사기를 추가로 구비하는데, 상기 제3 빔 분광기는 상기 검출기에 반사된 감지기 빔을 전송하도록 구성한 것을 특징으로 하는 광섬유 진동 감지기.

도면

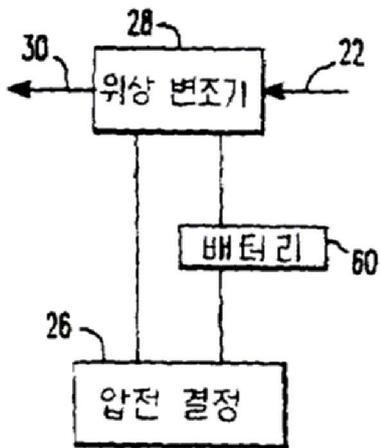
도면1



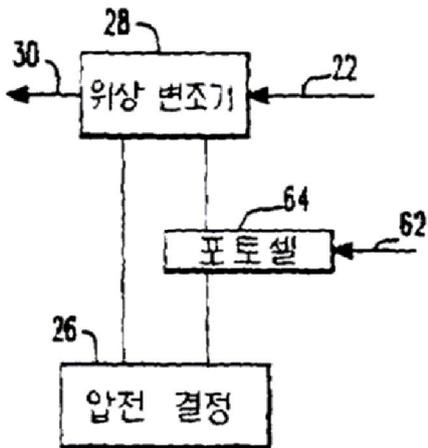
도면2



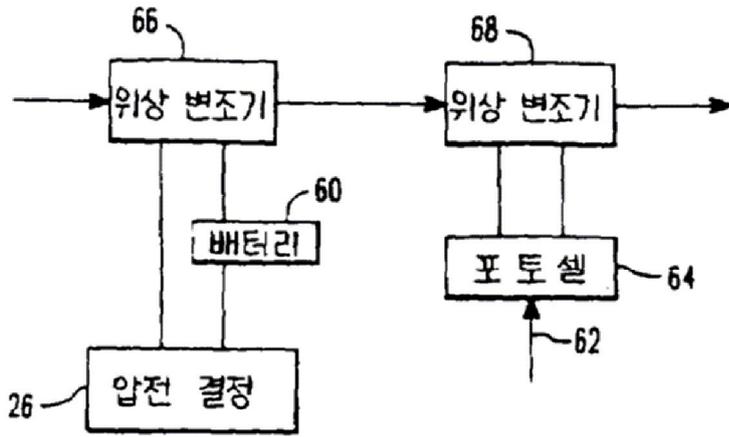
도면3



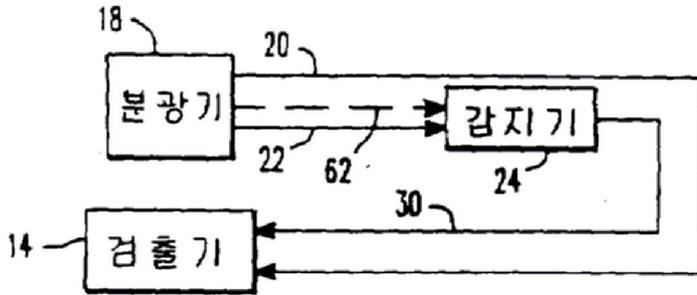
도면4



도면5



도면6



도면7

