

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
F42B 3/188

(11) 공개번호 특2001-0031865
(43) 공개일자 2001년04월16일

(21) 출원번호 10-2000-7004939
(22) 출원일자 2000년05월06일
 번역문제출일자 2000년05월06일
(86) 국제출원번호 PCT/AU 98/00929 (87) 국제공개번호 W0 99/24776
(86) 국제출원출원일자 1998년11월06일 (87) 국제공개일자 1999년05월20일
(81) 지정국 AP ARIPO특허 : 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 가나
 감비아 짐바브웨
EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자
 흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄
EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑
 스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포
 르투갈 스웨덴 핀란드 사이프러스
OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부와르
 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고 기네비
 쏘
국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바
 이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스
 캐나다 스위스 중국 쿠바 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀
 란드 영국 그루지야 헝가리 이스라엘 아이슬란드 일본 케냐 키르기
 즈 북한 대한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레
 소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니
 아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 슬로베니아 슬로바키아
 타지키스탄 투르크메니스탄 터어키 트리니다드토바고 우크라이나 우간
 다 미국 우즈베키스탄 베트남 폴란드 포르투갈 루마니아 러시아 수
 단 스웨덴 싱가포르 가나 감비아 크로아티아 인도네시아 시에라리온
 유고슬라비아 짐바브웨

(30) 우선권주장 PP0216 1997년11월06일 오스트레일리아(AU)
(71) 출원인 락테크 리미티드 추후제출
 오스트레일리아 더블유.에이. 6208 핀자라 해리스웨이 로트 333
(72) 발명자 가브리로빅, 마이크
 미국80401콜로라도골든웨스트콜팩스애브뉴17301스위트170
 라이트, 키스
 오스트레일리아더블유.에이.6062다이아빌라라이트스트리트398
(74) 대리인 남상선

심사청구 : 없음

(54) 기폭물질을 기폭시키기 위한 제어식 전자유도 기폭시스템

요약

기폭물질 시스템(10)을 발화시키기 위한 제어식 전자유도 기폭시스템은, 전기 기폭장치(24)에 연결될 수 있는 자동화된 무선 차지(automated radio charge; ARCH) 모듈, 전자기유도에 의해 작동 전력을 ARCH 모듈에 공급하는 트랜스듀서 모듈(14), 기폭장치(24)로부터 멀리 떨어진 위치로부터 트랜스듀서 모듈(14)에 명령을 보내기 위한 원격조정기(12)를 포함한다. 아밍 시퀀스(arming sequences)의 완료시, 트랜스듀서 모듈(14)은 전자기장을 발생시키며, 이는 ARCH 모듈(18)의 코일에 의해 픽업되어 ARCH 모듈(18)에 전력을 공급하는데 사용되며 기폭장치(24)를 위한 기폭전류를 제공한다. 전자기장을 발생시키는 트랜스듀서 모듈(18) 또는 적어도 그 코일은 스테밍 바(stemming bar; 16)의 위에 또는 안에 지지되며, 스테밍 바는 ARCH 모듈(18)에 의한 픽업을 위해 자속(magnetic flux)을 한정하는 전자석의 코어로 작용한다. 멀티레벨 액세스 컨트롤 및 인터록 시스템(interlock system)은 의도하지 않는 기폭장치(24)의 기폭 가능성을 낮추기 위해서, 원격조정기(12), 트랜스듀서 유닛(14) 및 ARCH 모듈(18) 사이에서 작동한다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 기폭물질의 기폭, 특히 그러나 배타적이지는 않게, 기폭물질의 구멍 내 분리식 기폭(decoupled in-hole initiation)을 위한 제어식 전자유도 기폭시스템에 관한 것이며, 에 관한 것이나 이에만 한정되는 것은 아니다.

배경기술

발명의 상세한 설명과 청구범위 전반에 걸쳐 “기폭물질(detachable material)”이란, 넓은 의미 및 속 개념으로 사용되어, 전기기폭장치(electrical detonator), 퓨즈, 전기성냥(electric match)과 같은 임의의 기폭장치; 및 폭약(explosive), 장약(propellant) 등과 같은 임의의 활성물질(energetic material)을 포함한다.

폭약 및 장약은 채광 및 건설 산업에서, 터널링, 굴착공사, 표석 파괴(boulder breaking) 등의 매우 다양한 용도로 사용되고 있다.

폭약이나 추진제를 기폭하기 위해서는 어떤 형태의 기폭장치 또는 퓨즈(fuse)가 필요하다. 그리고 기폭장치 또는 퓨즈는 전기적으로 또는 기계적으로 기동될 수 있다. 본 발명은 기폭장치 또는 퓨즈 또는 다른 활성물질을 무선 전기 기폭시키는 것에 관련된다.

보통 전기기폭장치 또는 퓨즈는 한쪽은 기폭장치에 연결되고 다른 쪽은 스위치를 통해 전원에 연결되는 와이어 쌍(wire pair)과 같은 물리적 도전체에 의해 기폭된다. 스위치가 연결되면 와이어를 통해 전류가 흘러 기폭장치 또는 퓨즈를 기폭시킨다.

이러한 형태의 전기 기폭시스템은 표류(stray) 전자기장, 또는 와이어, 스위치 및 전원을 포함하는 기폭 전기 회로의 결함에 의한 도전체의 전류 유도에 의해 우발적으로 또는 너무 빨리 기폭될 수 있다.

Magne-Det이라는 상표로 입수 가능한 다른 기폭시스템도 알려져 있는데, 이는 기폭장치에 부착된 한 쌍의 도전체가 전류가 흐르는 코일을 통해 연장된다. 코일을 통해 흐르는 전류는 컨덕터를 통해 전류가 흐르도록 유도하고, 이는 이어서 기폭 전류로 사용된다. 그러나 이 시스템 역시 표류 전자기장을 픽업함으로써 우발적으로 또는 너무 빨리 활성화되기 쉽다.

이들 기폭시스템은 모두 기폭장치를 기폭 에너지원에 수동으로 연결할 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은 기폭물질의 우발적인 기폭 가능성이 실질적으로 감소되는 기폭시스템을 제공하는 것이다. 본 발명의 추가적인 목적은 기폭물질의 무선 비접촉식 기폭을 위한 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명은 첫 번째로 기폭물질을 기폭시키는 전자유도 기폭시스템의 제공에 관한 것으로서, 기폭시스템은 이하를 포함한다:

기폭물질에 기폭전류를 제공하기 위한 자동화된 무선 차지(automated radio charge; ARCH) 모듈을 포함하며, 상기 ARCH 모듈은, 자신에게서 멀리 떨어져 발생하는 전자기장으로부터의 전자기 유도에 의해 전력을 추출하는 전력회로(power circuit)와, FIRE 코드를 포함하는 무선 전송된 제어 신호(radio transmitted control signals)를 수신하여 디코딩하는 수단을 포함하며, 상기 전력회로는 기폭전류 및 ARCH 모듈을 위한 작동전력을 제공하며, 상기 신호의 수신 검증에 의해 상기 ARCH 모듈이 상기 전류를 기폭물질로 보내어 기폭물질을 발화시키는 시스템.

무선 전송 제어 신호의 수신 및 디코딩을 위한 수단은 상기 전자기장으로부터 제어 신호를 추출하는 것이 바람직하다.

바람직하게는 상기 제어 신호에는 ARM 코드가 포함되며 상기 수신 및 디코딩을 위한 수단은 상기 ARM 코드를 수신, 디코딩 및 검증할 때, 상기 ARCH 모듈의 타이머를 기동시켜 일정 시간을 정하며, 이 시간 동안 상기 ARCH 모듈은 상기 기폭전류를 기폭물질에 공급하기 위해 상기 FIRE 코드를 수용, 디코딩 및 검증해야 하며, 이 코드가 없을 경우에, 상기 ARCH 모듈은 제 2의 설정된 기간 동안 자동적으로 정지된다.

바람직하게는 상기 ARCH 모듈은 상기 기폭물질을 기폭시키기 위해 상기 기폭전류가 통해 흐르는 출력 스위치를 추가로 포함하며, 이 스위치는 상기 FIRE 코드의 수신 및 검증시까지 기폭물질에 쇼트회로 출력을 제공하도록 구성되며, 이 경우 상기 스위치가 작동함으로써 상기 쇼트회로를 제거하여 기폭전류가 기폭물질에 흐른다.

상기 시스템은 상기 전자기장의 발생을 위한 전자기장 발생수단(generating means)에 전력을 공급하는 전원을 가지는 트랜스듀서 유닛과, 상기 제어신호를 ARCH 모듈에 무선 발신하기 위한 무선 트랜시버 수단을 추가로 포함하는 것이 바람직하다.

상기 트랜스듀서 유닛은, 상기 무선 트랜시버 수단이 상기 전자기장 및 상기 제어신호 양자를 상기 ARCH 모듈로 발신하도록, 상기 제어신호를 상기 전자기장에 가하는 수단을 추가로 포함하는 것이 바람직하다.

상기 트랜스듀서 유닛은 LOCAL 작동 모드와 REMOTE 작동 모드 전환할 수 있는 모드스위치를 포함하는 것이 바람직하며, 사용자는 상기 LOCAL 작동 모드에서는 상기 ARCH 모듈에 무선 발신을 위해 상기 트랜

스듀서에 수동으로 명령을 입력할 수 있으며, 상기 REMOTE 작동 모드에서는 원격조정기를 통해 상기 트랜스듀서에 명령을 입력할 수 있다.

상기 트랜스듀서 유닛은 상기 모드 스위치에 작동 가능하게 연결된, 명령을 수동으로 입력하기 위한 입력수단 및 타이머 수단을 포함하는 것이 바람직하며, 상기 모드 스위치를 LOCAL 모드로 전환할 때, 사용자는 상기 입력수단을 통해 상기 트랜스듀서 유닛이 인식하는 유효한 인증번호를 상기 타이머 수단에 의해 정해지는 소정의 시간 동안 입력하여, 추가의 사용자 명령이 상기 트랜스듀서 유닛에 의해 작동되도록 하여야 하며, 상기 정해진 시간 내에 유효한 인증번호의 입력이 없으면 상기 트랜스듀서 유닛은 자동적으로 작동 정지되어 상기 타이머 수단에 의해 정해지는 제 2 시간 동안 사용자의 명령 입력에 응답하지 않는다.

상기 트랜스듀서 유닛은 트랜스듀서 유닛이 LOCAL 작동 모드에 있을 때 기능하는 ARM 스위치를 포함하는 것이 바람직하며, 이는 활성화되었을 때 전자기장 발생수단으로 하여금 상기 전자기장을 발생시키게 한다.

상기 트랜스듀서 유닛은, 트랜스듀서 유닛이 LOCAL 작동 모드에 있을 때 기능하는 FIRE 스위치를 포함하며, 이는 ARM 스위치의 작동 후 일정 시간 내 작동될 때, 트랜스듀서 유닛으로 하여금 ARCH 모듈에 FIRE 코드를 전송하게 한다.

상기 시스템은, 상기 ARCH 모듈 및 기폭장치가 배치될 수 있는 구멍을 막기 위한 스테밍 바(stemming bar)를 추가로 포함하며, 상기 트랜스듀서 유닛은 상기 전자기장을 발생시키기 위한 코일을 포함하고, 상기 코일은 스테밍 바 위 또는 안에 장착되어 자속선(lines of magnetic flux)이 이 스테밍 바를 지나서 다른 전력회로에 연결되어, 전자기유도에 의해 ARCH 모듈에 작동 전력을 전송한다.

스테밍 바를 재사용할 수 있는 것이 유리하다.

상기 시스템은 사용자가 상기 트랜스듀서 유닛에 멀리 떨어진 위치로부터 명령을 내릴 수 있는 원격조정기를 추가로 포함하는 것이 바람직하다.

상기 원격조정기는 명령을 수동으로 입력하기 위한 장치를 포함하며, 이에 의해 사용자는 상기 원격조정기와 상기 트랜스듀서 유닛의 무선 통신 연결이 이루어지도록, 유효한 인증번호를 소정 시간 내에 입력하여야 한다. 다른 실시예에서 원격조정기는 키스위치로 작동될 수 있다.

상기 원격조정기는, 상기 확인 코드 워드에 대응하여 상기 트랜스듀서 유닛으로부터 응답신호(acknowledgment signal)가 수신될 때까지 연속적으로 발신되는 고유한 인증코드 워드를 만들기 위한 프로세서 수단을 포함하며, 소정 기간 동안 상기 응답신호가 없을 경우, 상기 원격조정기는 RESET 모드로 들어가며, 이 모드에서 사용자는 상기 트랜스듀서 유닛과 무선 통신 링크를 재개하려면 유효한 인증번호를 다시 입력해야 한다. 상기 원격조정기는 ARM 스위치를 포함하는 것이 바람직하며, 이 스위치는 작동시 상기 트랜스듀서 유닛과의 무선 통신 링크가 확립되었을 때, 원격조정기로 하여금 ARM 코드를 트랜스듀서 유닛으로 발신하게 하고, 이에 따라 트랜스듀서 유닛은 상기 전자기장을 발생시킨다. 그러나 다른 실시예에서 원격조정기는 트랜스듀서 유닛에 단단히 감길(hard-wired) 수 있다.

상기 원격조정기에 의해 상기 트랜스듀서 유닛으로 발신되는 ARM 코드는 트랜스듀서 유닛에 의해 상기 ARCH 모듈로 보내지는 ARM 코드와는 다르다.

상기 트랜스듀서 유닛은 ARM 코드를 수신한 뒤 상기 원격조정기에 응답신호를 보내며, 이후 상기 트랜스듀서 유닛은 타이머 수단을 기동시켜 상기 원격조정기로부터 FIRE 코드를 수신하기 위해 제 1 시간을 설정하게 하며, 상기 제 1 시간 내에 FIRE 코드를 수신하지 못한 경우 상기 트랜스듀서 유닛이 제 2 시간 동안 자동으로 작동 정지된다.

상기 원격조정기는 FIRE 스위치를 포함하는 것이 바람직하며, 이 스위치는 작동되면 원격조정기가 FIRE 코드를 상기 트랜스듀서 유닛으로 전송하도록 하며, 이어 트랜스듀서는 수신을 검증하고 이 FIRE 코드를 상기 ARCH 모듈로 재전송한다.

원격조정기에 의해 트랜스듀서로 전송되는 FIRE 코드는 트랜스듀서 유닛에 의해 ARCH 모듈로 전송되는 FIRE 코드와 다른 것이 바람직하다.

본 발명은 또 한편으로 기폭물질의 구멍 내 분리식 기폭(decoupled in-hole initiation)을 위한 제어식 전자기유도 기폭시스템에 관한 것으로서 이하를 포함한다:

기폭물질에 결합되어(coupled) 강성 물질 내에 형성된 구멍에 배치되는 ARCH 모듈;

활성물질과 ARCH 모듈이 배치되는 구멍을 막기 위한 스테밍 바; 및

상기 제어신호를 무선 전송하기 위한 트랜스듀서 유닛을 포함하며,

상기 ARCH 모듈은, 멀리 떨어져 발생하는 전자기장으로부터의 전자기 유도에 의해 전력을 추출하여 ARCH 모듈을 위한 작동전력을 제공하며 활성물질에 전달될 수 있는 기폭전류를 발생하도록 배치되는 전력회로와, 수신이 검증되면 기폭물질에 기폭전류가 공급되게 하는 FIRE 코드를 포함하는 무선 전송된 제어 신호를 수신하여 디코딩하는 수단을 포함하며,

상기 트랜스듀서 유닛은 전자기장을 생성하기 위한 코일을 가지며, 이 코일이 스테밍 바 위 또는 내에 장착되어 자속선이 스테밍 바를 통과하고 전력회로와 연결되어, 전자기 유도에 의해 작동 전력을 ARCH 모듈로 전송하는 시스템.

도면의 간단한 설명

도 1은 활성물질을 기폭시키기 위한 제어식 전자기유도 시스템의 한 실시예를 개략적으로 나타내는 도

면;

도 2는 본 시스템의 원격조정기의 블록도;

도 3은 본 시스템의 트랜스듀서 유닛의 블록도;

도 4는 본 시스템의 자동화된 무선 차지 모듈의 블록도;

도 5, 6 및 7은 끝부분이 서로 연결되어서 도 2에 나타난 원격조정기의 작동을 나타내는 상태 설명도;

도 8, 9 및 10은 끝부분이 서로 연결되어서 도 3에 나타난 트랜스듀서 모듈의 작동을 나타내는 상태 설명도;

도 11은 원격조정기와 트랜스듀서 유닛의 제 2 실시예를 나타내는 블록도이다.

실시예

도 1에서, 제어식 전자기유도 기폭시스템(10)은 분리되었지만 상호 작용하는 이하의 구성요소를 포함한다: 원격조정기(12); 트랜스듀서 유닛(14); 스테밍 바(16); 및 자동화된 무선 차지(ARCH) 모듈(18). 이들 구성요소는 본 발명의 모든 실시예에 필요함이 명백하게 될 것이다.

시스템(10)이 굴착이나 표석(22)의 파괴에 사용될 때, 표석(22)에는 먼저 구멍(20)이 천공된다. ARCH 모듈(18)은 결합된 기폭장치(24)와 함께 스테밍 바(16)에 의해 구멍(20)의 끝부분으로 밀려들어간다. ARCH 모듈(18)은 전형적으로 스테밍 바의 말단과 공기 갭(26) 만큼 떨어져 있거나 적어도 직접 부착되지는 않는다. 이러한 방식으로 ARCH 모듈(18)은 스테밍 바(16)로부터 물리적으로 분리된다. 스테밍 바(16)는 ARCH모듈(18)과 떨어진 단부(28)가 구멍(20)으로부터 연장되어 나오는 규격으로 되어 있다. 단부(28) 부근에는 트랜스듀서 유닛(14) 또는 적어도 트랜스듀서 유닛의 코일/안테나가 위치한다.

원격조정기(12)는 트랜스듀서 유닛(14)의 무선 영역 내 어느 곳이나 위치할 수 있다. 일반적으로 원격조정기(12)는 트랜스듀서 유닛(14)에 명령을 전송하도록 작동되며, 이어 트랜스듀서 유닛은 ARCH 모듈(18)로부터 멀리 떨어진 위치로부터 명령 및 작동전력을 ARCH 모듈에 보내어, 기폭장치(24)를 기폭시킨다. 원격조정기(12)로부터의 명령은 기폭장치(24)로부터 멀리 떨어진 안전한 위치로부터 보내진다. 보내진 지시에는 ARM 코드 및 FIRE 코드가 포함된다. 트랜스듀서 모듈(14)은 ARM 코드를 받으면 작동하여 전자기장을 발생시키고, 일반적으로 ARM 코드를 다른 형태 이룰때면 ARM-1로 하여 ARCH 모듈(18)로 재전송한다. ARM-1 코드가 전자기장에 가해지는 것이 유리하다. 트랜스듀서 유닛(14)은 원격조정기(12)로부터 FIRE 코드를 수신하기 위해 대기한다. FIRE 코드는 일정 시간 내에 수신되면, 유도된 전자기장에 가해짐으로써 다른 형태 즉 FIRE-1의 형태로 ARCH 모듈(18)로 재전송된다.

ARCH 모듈(18)은 탑재된 부품이 없으며, 영구 전원에 하드 와이어(hard wired)되지도 않는다. 오히려 이하에 상세히 설명되는 바와 같이, ARCH모듈(18)은 트랜스듀서 유닛(14)에 의해 원격으로 발생하는 전자기장으로부터 작동 전력을 추출하기 위한 회로를 포함한다. 게다가 ARCH 모듈(18)은 트랜스듀서 유닛(14)으로부터의 ARM-1 및 FIRE-1의 수신, 내부 검증 및 점검 시에 기폭전류를 생성하여 기폭장치(24)로 공급한다.

도 2에서, 원격조정기(12)에는 정보와 명령을 입력할 수 있는 키패드 및 인터페이스 유닛(30)이 설치된다. 신호는 키패드와 인터페이스 유닛(30) 사이에서 통신 버스(34)를 통해 마이크로 컨트롤러(32)로 전송될 수 있다. 이어서 마이크로 컨트롤러는 FSK 트랜시버 및 안테나(36)와 통신 버스(38)를 통해 통신할 수 있다. 충전식 배터리(40)로부터의 전력 공급회로(42)로 입력되며, 이는 전력 레일(44)을 통해 작동 전력을 키패드(30), 마이크로 컨트롤러(32) 및 FSK 트랜시버(36)에 공급한다.

컨트롤러(12)의 하드웨어 구성요소, 즉 키패드(30), 마이크로 컨트롤러(32), FSK 트랜시버와 안테나(36) 및 전력 공급 회로(42)는 표준 규격품이거나 일반적인 하드웨어 설계에 의해 구성될 수 있다. 이러한 점에서 마이크로 컨트롤러(32)는 RAM과 ROM 모두와 어드레스 디코더 등을 포함한다. 원격조정기(12)의 특정 기능은 그 소프트웨어로부터 얻어진다.

원격조정기(12)의 작동방법이 도 5, 6 및 7의 상태도에 나타나 있다. 구체적으로 도 5는 원격조정기를 위한 POWER-UP 루틴을 도시한다. 상태 300은 단순히 POWER-UP 루틴의 시작을 나타낸다. 상태 302는 원격조정기(12)로 전력이 공급되는 상태를 나타낸다. 이는 전형적으로 ON/OFF스위치(미도시) 조작으로 이루어진다. 전력이 공급되는 상태 302 이후, 마이크로 컨트롤러(32)는 상태 304로 된다. 다음으로 상태 306에서 LED의 기능 점검이 이루어진다. 이 단계는 다양한 조건 또는 상태를 나타내기 위한 LED 표시기가 작동중인지 확인하기 위한 서브루틴(308)을 배열하는 것(sequencing)에 관계된다. 조사된 조건 및 상태는, 원격조정기(12)에 전력이 공급된 것을 나타내는 전력상태(310)이다; LINK 상태(312)는 원격조정기(12)와 트랜스듀서 모듈(14) 사이에서 무선 통신 링크가 이루어졌음을 나타낸다; ARM 상태 314는 ARCH 모듈(18)이 활성화되었음을 나타낸다; FIRE 상태 316은 FIRE 코드가 원격조정기(12)에 의해 트랜스듀서 모듈(14)을 통해 ARCH 모듈로 보내졌음을 나타낸다; FAULT 상태 318은 시스템(10)의 폰트(fault)상태를 나타내며 READY 상태 320은 원격조정기(12)가 키패드 및 인터페이스 유닛(30)을 통해 명령을 받을 준비가 되어 있음을 나타낸다.

POWER-UP 루틴에서 다음으로 진입하는 상태는 루프백(loop back) FSK 상태 322이다. 이 상태에 있을 때, 원격조정기(12)는 FSK 트랜시버(36)가 스텝 324에서 테스트 메시지를 발생시키도록 하는데, 이 메시지는 트랜시버로 되돌려져, 보내진 FSK 신호의 코딩 및 디코딩이 정확하지 확인된다. 이 테스트에서 아무 결함도 발견되지 않으면, 원격조정기(12)는 READY 상태 326으로 진입하며 이때 원격조정기(12)에는 READY LED가 점등된다. 이 상태에서 원격조정기(12)는 단순히 키패드나 인터페이스 유닛(30)을 통한 다음 명령을 기다린다.

도 6에서, 원격조정기는 다음으로 키패드(30)의 LINK 키의 작동을 통해 상태 328로 나타난 바와 같이

ESTABLISH LINK 루틴으로 들어간다. ESTABLISH LINK 루틴의 목적은 트랜스듀서 모듈(14)과 링크, 즉 무선 통신을 확립하는 것이다. 키패드(30)의 LINK 키가 눌린 것이 서브루틴 330에 의해 검출되고 작동되어, 이 서브루틴은 스텝 332의 컨트롤러(32)에게 키보드(30)를 스캔할 것과 스텝 334에서 눌린 키를 판독할 것을 지시한다. 키가 LINK키라 가정하면 대응되는 LINK 코드가 스텝 336의 마이크로 프로세서(32)의 메모리 섹션으로부터 호출되어, 오실레이터가 버스(38)에 의해 트랜시버(36)와 통신하는 FSK 신호를 생성하도록 오실레이터를 변조하기 위해 사용된다.

상태 338에 나타난 것과 같이 트랜시버(36)가 ON으로 되고, 스텝 340에서 트랜시버(36)에 의해 트랜시버 모듈(14)로 LINK 코드가 보내진다. LINK 코드가 트랜스듀서 모듈(14)에 수신되고, 정확하게 디코딩되면, 트랜스듀서 모듈(14)은 스텝 342에 나타난 것과 같이, 응답(ACK BACK) 코드를 원격조정기(12)로 전송한다. ACK BACK 코드는 스텝 344에서 처리되고 스텝 344에서 발생된 LINK 테스트 결과를 나타내는 다양한 테스트 메시지가 발생된다. 원격조정기(12)와 트랜시버 모듈(14) 사이의 링크가 소정의 신뢰도를 가지고 기능한다고 가정하면, 상태 348로 나타난 바와 같은 무선 링크가 이루어질 것이다.

일단 무선 링크가 이루어지면, 루틴 350에서의 원격조정기(12)는 ARM키가 눌렸는지 확인하고, 스텝 352에서 타이머를 기동시킨다. 타이머는 스텝 354에서 설정된 시간을 측정하는데, 이 시간은 조정될 수 있으나 공칭의 10초로 나타나 있다. 원격조정기(12)는 상태 354에서 설정된 시간이 만료될 때까지 조사 상태 350으로 유지된다. ARM 키가 이 기간 내에 활성화되지 않으면, 트랜스듀서 유닛(14)으로의 무선 링크는 단절되고 상태 356에서 록아웃(lock out) 타이머가 시작되며, 이는 예를 들어 5분의 일정 시간 동안 트랜스듀서 모듈(14)과의 무선 링크 재확립을 방지한다. 만일 상태 354에 있는 시간 동안 ARM 키가 눌리면 도 7에 나타난 ARM 루틴이 진입된다.

상태 358에 ARM 키를 눌러 작동시키는 것이 나타나 있다. 상태 360에서 키패드를 조사하고, 상태 362에서 키패드가 눌린 것을 판독하는 마이크로 컨트롤러(12)에 의해 ARM키가 눌리는 것이 검출되며, 만일 키가 ARM키이면 마이크로 컨트롤러(32)는 ARM 코드를 상태 364에서 메모리로부터 불러온다. 코드는 전송을 위해 FSK 신호로 변환된다. 상태 366에서 마이크로 컨트롤러(32)는 단순히 트랜시버가 ON이며 OK인지 여부를 확인한다. 이 경우 ARM 코드를 포함하는 FSK 신호는 이전에 확립된 LINK를 통하여 상태 368에서 트랜스듀서 모듈(14)로 전송된다. 원격조정기(12)는 트랜스듀서 모듈(14)로부터의 ARM 코드 수신을 검증하기 위해 대기한다. 수신이 검증되면 원격조정기(12)는 상태 372에서 FIRE 타이머를 기동시키고 상태 374에서는 ARCH 모듈(18)을 활성화한다. 상태 374에서 키패드(30)의 FIRE 키가 눌러져 기폭장치(24)를 점화(즉 기동)시킨다. 만일 이 과정이 일정 시간 내에 일어나지 않으면, 원격조정기(12)는 상태 374에서 작동이 정지되고, 상태 376에서 같은 록아웃 타이머를 개시하여 공칭 시간인 5분 동안 원격조정기(12)의 작동을 막는다.

FIRE 타이머에 의해 설정된 기간 동안 마이크로 컨트롤러(32)는 FIRE 조사 상태 378로 진입하는데, 이 상태에서 컨트롤러(32)는 FIRE 키가 눌렸는지 키패드를 조사한다. 이것은 ARM키 상태 358과 유사하며, FIRE 키의 작동이 검출된 경우 메모리로부터 키패드를 조사하고(상태 360), 키패드를 판독하며(상태 362), 대응하는 FIRE 코드를 얻는(상태 364) 마이크로 컨트롤러(32)와 관계된다. FIRE 코드는 오실레이터를 변조하여 전송을 위한 FSK 신호를 생성한다. 이때 상태 366이 재입력되고, 트랜시버(36)가 OK로 되며 상태 368에서 FIRE 코드를 포함하는 FSK 신호는 트랜스듀서 모듈(14)로 전송된다.

도 3은 트랜스듀서 모듈(14)의 구성을 나타내는 블록도이다. 트랜스듀서 모듈(14)은 버스(50)를 통해 마이크로 컨트롤러(48)와 통신하는 FSK 트랜시버(46)를 포함한다. 마이크로 컨트롤러(48)는 또 버스(54)를 통해 초퍼(chopper; 52)와 통신한다. 전원인 충전식 배터리(56)가 트랜시버 모듈(14) 내에 포함된다. 배터리는 전력 레일(60)을 통하여 트랜시버, 마이크로 컨트롤러(48) 및 초퍼(52)에 전력을 공급하는 직류전원공급회로(58)와 전기적으로 연결되어 있다. 또 트랜스듀서 모듈(14) 내에는 전자기장을 발생시키기 위한 코일이 포함되어 있다. 마이크로 컨트롤러(48) 및 초퍼(52) 양자는 모두 각각의 유도 커플링(64, 66)을 통해 코일(62)에 유도적으로 결합되어 있다.

일반적으로 말해, 트랜스듀서 모듈(14)은 원격조정기(12)로부터 인코딩된 명령 신호를 받으면 내부에 생성된 특정 주파수 발진의 발생을 개시한다. 마이크로 컨트롤러(48)는 이러한 명령이 수신되어 자신의 트랜시버(46)에 의해 확인되면 오실레이터를 ON으로 하며, 고유한 주파수 변경 키(Frequency Shift Keying; FSK)로 인코딩된 일련의 디지털 코드 워드로 된 지시를 오실레이터에 중첩시킨다. 마이크로 컨트롤러(48)는 이하를 포함하는 수 개의 기능을 가진다:

원격조정기와의 통신 링크 확립.

초퍼(52)가 원격조정기(12)로부터 ARM 코드 또는 지시를 받을 때 이 초퍼를 활성화시킨다. 이에 따라 ARCH 모듈(18)에의 작동 전력이 제공되고 전력안정을 위한 시간을 제공한 뒤 컨트롤 워드를 ARCH 모듈(18)에 보낸다.

초퍼(52)가 ON으로 되는 시간을 모니터링하고 10초의 공칭시간 후 초퍼(52)를 OFF로 전환하며, 원격조정기(12)로 신호를 보내어 트랜스듀서 모듈(14)의 시간이 종료되게 한다. 이에 따라 보통 5분 정도인 프로그램 가능한 시간을 위한 추가의 지시를 재시도 또는 재입력하는 것이 방지된다.

FIRE 코드를 ARCH 모듈(18)로 보내고, 초퍼(52)를 닫는다.

트랜스듀서 모듈은 일단 원격조정기(12)로부터 주지시(primary instructions)를 받으면, 자신의 제어 및 개시 워드를 재생성한다. 원격조정기(12)로부터 ARM 코드를 받으면, 트랜스듀서 모듈(14)은 그 자신의 대응하는 ARM-1 코드를 생성할 것이다. 원격조정기(12)로부터 FIRE 코드의 수신에도 FIRE-1 코드의 재생성과 동일한 재생성 원리가 적용된다. 트랜스듀서 모듈의 작동이 도 8 내지 도 10에 도시되어 있다.

도 8은 트랜스듀서 모듈(14)을 위한 POWER-UP 루틴을 나타낸다. 트랜스듀서 모듈(14)은 내부 전원, 즉 배터리를 가지며, 따라서 초기에는 전원이 켜진 상태 400에 있다. 전원이 켜진 상태 400에 이어, 마이크로 컨트롤러(48)는 상태 402로 부팅된다. 상태 404에서 초퍼(52)에 대해 기능 테스트가 이루어진다.

트랜스듀서 모듈(14)의 상태가 결정되고 상태 406에서 스태터스 바이트(status byte)가 저장된다. 저장된 스태터스 바이트는 나중에 통신 링크가 확립되면 원격조정기로 되돌려져 트랜스듀서 모듈(14)이 상태를 체크할 수 있다.

POWER-UP 루틴의 완료시, 트랜스듀서 모듈(14)은 리스닝 상태(listening state) 408로 들어가 원격조정기(12)로부터의 LINK 코드의 응답을 대기한다. 상태 410에서 LINK 코드의 수신에 감응되면, 트랜스듀서 모듈(14)은 상태 412에서 마이크로 컨트롤러(48)의 메모리로부터 적절한 응답코드를 받으며, 상태 414에서 응답신호를 발생시킨다. 동시에 전송부(transmitter portion)가 상태 416에서 ON으로 되어 상태 414에서 발생된 응답신호가 상태 418에서 원격조정기(12)로 되돌려질 수 있다. 원격조정기(12)의 ESTABLISH LINK 루틴에서 상태 342, 344, 346 및 348에 작용하는 것이 이 응답신호이다. 원격조정기(12)와 트랜스듀서 모듈(14) 사이의 링크를 유지하기 위해 링크 워치독(watchdog; 420)도 작동한다. 이는 상태 418로부터 5초와 같은 공칭 시간 내에 응답신호가 발생되는지 상태 422를 감시함으로써 시작된다. 만일 상태 408에서 LINK 코드를 수신하고 5초 내에 상태 418에서 응답신호가 보내지지 않으면, 트랜스듀서(46)는 상태 424에서 OFF로 되어 ESTABLISH LINK 서브루틴을 효과적으로 정지시키고 트랜스듀서 모듈(14)의 상태를 POWER ON 상태 400으로 재설정한다.

응답신호가 상태 422에서 설정된 시간 내에 수신된다면, 트랜스듀서 모듈(14)은 상태 426으로 들어가며 여기서 원격조정기(12)로부터 ARM 코드 또는 명령을 받는다. 이에 따라 도 10에 나타난 ARM 루틴이 개시된다. 상태 428에서 마이크로 컨트롤러(48)는, 이 코드가 ARM 코드를 포함하고 있는지 확인하기 위해 트랜시버(46)에 의해 수신된 신호를 보낸다. 이는 원격조정기(12)에 의해 전송되는 FSK 신호를 디코딩하고 디코딩된 신호를 마이크로 컨트롤러(48) 메모리의 테이블에 저장된 미리 정해진 신호와 비교함으로써 이루어진다. ARM 코드가 수신되어 검증되면 마이크로 컨트롤러(48)는 상태 438에서 초퍼(52)를 온으로 한다. 초퍼(52)는 종래의 구조를 가지며 표준 규격으로 작동하여 직류전원(58)으로부터 교류 출력을 생산해낸다. 이 출력은 유도 커플링(66)에 의해 코일(62)과 결합된다. 한 실시예에서 코일(62)은 스테밍 바(16)의 단부(28) 둘레에 감긴다. 그러므로 스테밍 바(16)는 코일(62)과 함께, 초퍼(52)가 작동할 때 전자적으로 작동한다. 대응되는 자속선은 실질적으로 스테밍 바(16)에 한정되며, 이하 자세히 설명하는 바와 같이, 갭(26)을 가로질러 ARCH 모듈 내의 픽업코일과 링크되어 ARCH 모듈에 전력을 제공하는 전류를 유도한다. 그러나 스테밍 바(16)가 구멍(20)에 있을 때, 코일이 사실상 스테밍 바(16) 내에 기폭장치(24)에 가까운 쪽에 장착되는 것이 바람직하다. 이에 따라 에너지 손실이 최소화되고 유도 커플링 및 ARCH 모듈로의 에너지 전달이 최대화된다. 이 변형예에서 리드 와이어(lead wires)는 스테밍 바를 통과하여 코일(62)을 트랜스듀서 유닛(14)의 나머지에 연결한다.

ARCH 모듈(18)은 영구 전원이 탑재되지 않으므로, 트랜스듀서 유닛(14)은 다음으로 타이머 상태 432로 들어가며, 이 상태에서 ARCH 모듈(18) 내의 전력레벨이 안정화되는데 충분한 시간이 허락된다. 안전을 위해 전형적으로 원격 발생하는 전자장치는 기폭장치(24)를 기폭시키는 전력을 자발적으로 전달하지 않는다. 그러므로 ARCH 모듈(18)은 ARCH 모듈을 작동시키고 필요한 기폭전류를 발생시키는데 필요한 전력을 시간에 걸쳐 축적하는 전기 저장 및 적분 회로를 포함한다. 안정화된 뒤에, 트랜스듀서 모듈(14)은 상태 434에서 FSK 트레이닝 신호(training signal)를 트랜스듀서 모듈(18)로 보낸다.

ARM-1 코드는 상태 436에서 마이크로 컨트롤러(48)의 메모리로부터 불러온다. 그리고 ARM-1 코드는 오실레이터를 변조하여 FSK 신호를 발생시키는데 사용되며, FSK신호는 상태 438에서 마이크로 프로세서(48)로부터 출력되어 유도 커플링(64)을 통해 코일(62)에 결합되고, ARCH 모듈(18)로 전송된다. 즉 코일(62)을 통해 흐르는 전류에 의해 발생하는 자속선은 ARCH 모듈에 작동 전력을 제공할 뿐만 아니라 아밍코드(arming code) ARM-1 및 점화 코드(firing code) FIRE-1을 포함하는 제어신호를 포함한다.

응답신호는 상태 440에서 원격조정기(12)로 되돌려져서 ARM 코드의 수신 및 ARM-1 코드의 전송을 회담한다. 도 7에 나타난 바와 같이 상태 370의 ARM 루틴에서 원격조정기(12)에 대해 응답신호가 대기된다. 응답신호가 발생되면, 트랜스듀서 모듈(14)은 상태 442에서 FIRE 타이머를 개시하고, 상태 444에서 원격조정기(12)로부터 FIRE 코드를 수신하는 시간인 예를 들어 5초의 미리 설정된 작동 정지 시간 계산한다. 만일 상태 444에서 이 미리 설정된 시간 내에 FIRE 코드가 수신되지 않으면 트랜스듀서 모듈(14)이 작동 정지된다. 이에 따라 당연히 초퍼(52)도 OFF로 되고 따라서 ARCH모듈(18)로의 전력을 차단한다.

만일 미리 설정된 시간 내에 원격조정기로부터 FIRE 코드가 수신되면, 마이크로 컨트롤러(48)는 원격조정기(12)로부터 보내진 FIRE 코드와는 다른 FIRE-1 코드를 메모리로부터 불러와서, 오실레이터를 변조하여 FSK신호를 생성하는데 사용하는데, 이 신호는 유도 커플링(64)에 의해 코일(62)에 결합되어 ARCH 모듈(18)로 전송된다.

도 4에서 ARCH 모듈(18)은 스테밍 바(16)를 통과하는 자속선과 연결되는 픽업 코일(68)을 포함한다. 코일(68)은 유도 출력 커플링(70, 72)도 포함한다. 커플링(70)으로부터의 출력은 모듈(18)에 전력을 공급하기 위해 파워 서플라이(74)로 공급되며, 커플링(72)은 FSK 리시버(76)로 입력된다. 파워 서플라이(74)는 유도된 전자장치를 검출, 정류, 적분하며 그 결과로 생기는 직류 전압을 RC 컴비네이션을 충전하기 위해 사용한다. 상기 컴비네이션에서 탑재된 축전기의 저장 용량은, 다른 탑재 전자부품에 필요한 전력 및 작업 전압을 제공하는 것뿐만 아니라 기폭장치(24)를 점화시키는데 필요한 전압 및 기폭전류를 제공하기에 충분하다.

FSK 리시버(76)는 트랜스듀서 모듈(14)의 트랜시버(46)에 의해 전송되는 FSK 신호를 검출한다. 전술한 바와 같이, 이들 FSK 신호는 유도된 전자장 및 자속선에 중첩된다. FSK 리시버(76)에 제공된 입력 레벨은 변동될 수 있으며, 따라서 이들 장치는 내부의 자동 레벨 제어장치(automatic level control; ALC)를 포함하는 것이 바람직하다. 이에 따라 리시버(76)에는 일정한 신호 레벨이 보장된다. FSK 리시버(76)는 탑재된 파워 서플라이에 의해 전력을 공급받을 때 절대적으로 낮은 전력을 소비하고 가능한 한 낮은 전압에서 작동하는 것이 바람직하다. FSK 리시버는 탑재된 마이크로 컨트롤러(78)와 직접적으로 결합되는 디지털 출력을 발생시킨다. 마이크로 컨트롤러(78)는 FSK 리시버로부터의 디지털 워드 스트림(digital word stream)을 모니터하여, (트랜스듀서 모듈(14)에 의해 재발생되어 재전송된) 원격조

정기로부터 기대되는 적절한 명령어를 찾는다.

파워 서플라이(74)는 마이크로 컨트롤러(78)에 안정된 전압 공급을 제공함으로써, 코일(68)에 전압이 유도됨에 따른 파워 서플라이 증가의 영향 하에 있지 않게 한다. 마이크로 프로세서(78)는 "파워업(power up)" 됨에 따라 들어오는 지시를 받아들이기 전에 일련의 상태 및 하우스키팅 점검을 시작한다. 이들 인하우스 점검(inhouse checks)의 특성은 정확한 작업 전압을 얻을 수 있는지와 입력 및 출력 컨트롤 라인의 상태 및 조건을 확인한다.

일단 마이크로 컨트롤러(78)가 정확하게 작동되면, 이는 트랜스듀서 모듈(14)을 통해 원격조정기(12)로부터 전송된 제어 워드를 따른다. 시스템(10)의 전체 타이밍에 있어서 일단 트랜스듀서 모듈(14)이 초퍼(52)를 통해 전자기장을 발생시키면, 코일(62) 및 스테밍 바(16), 결과적으로 발생하는 ARM-1 및 FIRE 코드는 상술한 바와 같이 일정 시간 내에 수신되어야 한다. 만일 이것이 발생되지 않으면, 마이크로 컨트롤러(78)는 들어오는 모든 신호를 무시하여 작동되지 않게 될 것이다. 이러한 이후에 시퀀스가 다시 개시되는 유일한 방법은 전원을 차단했다 다시 켜는 방법이다. 이는 원격조정기(12)의 리세팅 및 점화 시퀀스의 반복에 의해 이루어질 수 있다.

트랜스듀서 모듈(14)은 원격조정기(12)로부터 ARM 코드를 수신할 때 그 코일(62)에 전압을 가하고, ARCH 파워 서플라이 및 인하우스 ARCH 마이크로 체크에 필요한 시간에 대응하는 시간을 대기하여(상태 432), 그 내부에서 발생된 ARM-1 코드를 ARCH 모듈(18)로 보낸다. 만일 트랜스듀서 모듈(14)이 ARM 코드를 수신한 뒤 공칭 시간 내에 원격조정기(12)로부터 FIRE 코드를 수신하지 못했다면, 초퍼(52)를 OFF로 함으로써 ARCH 모듈(18)로부터 전력을 제거할 것이다. 이러한 처리 절차에 따라 ARCH 모듈(18)은 트랜스듀서 모듈(14)로부터 공칭의 5초 윈도우 내에 FIRE-1 코드를 수신할 것으로 예상된다. 이러한 절차가 발생되지 않으면, 트랜스듀서 모듈(14)이 원격조정기(12)로부터 FIRE 코드를 수신받지 못한 것으로 가정되고, 따라서 마이크로 컨트롤러(78)는 ARCH 모듈(18)을 작동 정지시켜 SLEEP 모드로 돌아갈 것이다.

마이크로 컨트롤러(78)는 트랜스듀서 모듈(14)로부터 FIRE-1 코드를 수신하여 디코딩할 때 기폭 절차를 개시한다. 이는 하나 또는 그 이상의 출력 제어 라인(82)으로의 임의의 출력 상태, 그리고 이어서 로직 어레이(84)가 트리거링되게 하여 기폭장치(24)에 연결된 점화 스위치 또는 릴레이(86)의 활성화로 귀결됨으로써 신호적으로 이루어진다. 릴레이(86)는 리드(88)를 가로질러 기폭장치(24)에 영구 쇼트 회로를 제공하는 한 쌍의 콘택트를 가지는 DPDT 릴레이인 것이 바람직하다. 그래서 릴레이(86)를 활성화시킴에 따라 쇼트회로가 제거될 때까지는 기폭장치(24)에 전류가 흐르지 않는다. 이는 일단 마이크로 컨트롤러(78)가 FIRE-1 명령을 처리하고, 모든 다른 논리 변수 및 조건이 만족되어야만 이루어질 수 있다. 전형적으로 이는 모든 경우에 트랜스듀서 모듈(14)에 의한 일정 회수(예를 들어 30회) FIRE-1 코드의 전송 및 리시버(76)와 마이크로 컨트롤러(78)에 의한 이 신호의 정확한 디코딩 및 체크와 관련될 수 있다.

FIRE-1 코드가 수신되고 모든 내부 체크가 만족되었을 때, 기폭 전류는 파워 서플라이(74)를 통해 기폭 단자(88)로 전환되어 기폭장치(24)를 개시 즉 기폭시킨다.

무선 기폭시스템(10)의 제2실시예가 도 11에 나타나 있다. ARCH 모듈(18)은 제2실시예에서 바뀌지 않았으며 따라서 도 11에 나타나 있지 않다. 제1실시예와 제2실시예의 차이는 무선 제어유닛(12')과 트랜스듀서 유닛(14') 사이의 구조 및 작동에 있다. 이하 자세히 설명될 기본적인 차이점은, 트랜스듀서 유닛(14')이 LOCAL 모드로 되어 사용자가 ARCH 모듈로의 전송을 위한 다양한 지시와 코드를 수동으로 입력할 수 있다는 점이다. 이에 따라 사용자는 기폭장치(24)를 작동시키기 위해 기폭장치(24)로부터 상당 거리를 이동하고 원격조정기를 사용하는 대신에 트랜스듀서 유닛(14')의 직접적인 사용을 통해 기계나 장애물의 뒤에서 기폭장치(24)를 작동시킬 수 있다. 트랜스듀서 유닛(14')이 작동 중의 REMOTE 모드에 있을 때 기폭장치(24)의 작동을 위해 원격조정기(12')는 상술한 바와 같이 원격조정기(12)와 같은 방식으로 작동한다.

트랜스듀서 유닛(14')은 초기에 ON으로 되어 있을 때 자동적으로 REMOTE모드로 진입하며 REMOTE 표시기(500)가 점등될 것이다. 와치 유지 전력(watch keeping power)이 마이크로 컨트롤러(502) 및 실패 방지 코드 발생기(fail safe code generators)에 제공된다. ARM 및 FIRE 스위치(506, 508)는 각각 사용자가 유효한 개인 인증번호(PIN)를 키패드(510)와 같은 수동 입력 수단을 통해 입력하고 모드 스위치(512)가 트랜스듀서 유닛(14')을 LOCAL 모드로 전환하기까지는 아무 작용도 하지 않는다. 마이크로 컨트롤러의 메인 루프는 WAIT 상태로 진입하며, 들어오는 원격조정기(12)로부터의 신호 및 명령을 모니터링하고, 키패드(510) 및 스위치(506, 508, 512)를 조사한다.

모드 스위치(512)를 전환함으로써 LOCAL 모드를 선택할 수 있다. 일단 선택되면, LOCAL 모드가 실제 입력되기 전에 여러 이벤트가 이루어져 실패 방지 로직(fail safe logic)이 만족되어야만 한다. 우선 REMOTE 표시기(500)는 MODE 스위치(512)가 LOCAL 모드 위치로 전환되어도 점등된 채로 남아 있다. LOCAL 모드 표시기(514)는 인증 절차가 성공적으로 완료된 뒤에 점등될 것이다.

일단 모드 스위치(512)가 활성화되면, 타이머 및 로직 시스템(516)의 시간이 미리 설정된 시간 이를테면 10초의 시간을 카운트 다운한다. 이 시간 내에 사용자는 키패드(510)를 통해 유효한 PIN을 입력해야 한다.

만일 사용자가 타이머 유닛(516)에 의해 계수되는 제한 시간 내에 키패드(510) 내에 유효한 PIN을 입력하면 REMOTE 표시기(500)는 꺼지고 LOCAL 표시기(514)가 점등된다. 또 트랜스듀서 유닛(14') 내의 A1S 발생기(518)가 활성화된다. A1S 발생기(518)는 트랜스듀서(504)에 의해 원격조정기(12')로 전송되는 모두 1인 코드 또는 톤(all 1's code or tone)을 발생시킨다. 원격조정기(12')는 트랜스듀서 유닛(14')으로부터 모두 1인 톤을 받는 동안 액세스나 작동이 불가능하도록 구성된다.

마이크로 컨트롤러(502)에 의해 정해진 시간 내에 키패드(510)에 의해 유효하지 않은 PIN이 입력되거나 PIN이 입력되지 않은 경우, 마이크로 컨트롤러(502)는 제2의 미리 설정된 시간 동안 작동 정지되며, 이 시간 전에 사용자는 트랜스듀서 유닛(14')의 작동을 시도할 수 있다. 유효한 PIN은 마이크로

컨트롤러(502)에 저장될 수 있다. PIN은 원하는 대로 변경 또는 삭제될 수 있다. 트랜스듀서 유닛(14')이 LOCAL 모드로 변경되고 ARM 스위치가 눌리거나 다른 방법으로 활성화될 때, 보드 위에 있거나 트랜스듀서 유닛(14')에 의해 제어되는 직류 전압이 인버터(즉 초퍼)로 스위칭되어 교류 전압 출력을 생산하며, 이 교류 전압은 스테밍 바 아이솔레이션 스위치(미도시)를 통해 트랜시버(504)의 일부를 형성하는 스테밍 바 코일(도시되지 않았으나 도 3의 코일(62)과 동등)로 전달된다. 이에 따라 ARCH 모듈(18)의 작동 전압을 유도하기 위한 전자기장이 발생된다. 트랜스듀서 유닛(14')과 스테밍 바 코일은 와이어로 연결된 별개의 구성요소이다. 이러한 방식으로 코일은, 스테밍 바(20)에 대해 놓인 리코일 장치(recoil device)나 기계 뒤로부터 작동하는 트랜스듀서 유닛(14') 및 스테밍 바(20)에 대해 놓일 수 있다. 제1실시예에서와 마찬가지로, ARM 상태는 0 내지 9초 사이에서 조정될 수 있는 소정 시간으로 유지된다. 이 시간 동안 FIRE 스위치(508)가 작동되지 않거나 눌리지 않으면 트랜스듀서 유닛(14')은 인버터로의 전력을 끊고(따라서 ARCH 모듈의 전력을 공급하지 않고) 소정 시간 동안 작동 정지된다. 만일 FIRE 스위치(508)가 소정 시간 내에 활성화되면, 마이크로 컨트롤러(502)는 우선 FIRE 스위치(508)의 활성화를 검증하고 128비트 데이터스트림 형태의 FIRE 코드를 발생시킨다. 데이터스트림은 인버터의 출력을 효과적으로 변조시켜, 이 출력이 트랜시버를 위한 펄스 폭 변조(pulse width modulation; PWM) 소스로 작동하도록 한다. 결과로 나오는 PWM 교류 전압은 ARCH 모듈(18)에 요구되는 신호 포맷 및 전력 양자를 제공한다.

원격조정기(12')는 트랜스듀서 유닛(14')이 REMOTE 모드로 전환되었을 때만 작동될 수 있다. 만일 트랜스듀서 유닛(14')이 LOCAL 작동 모드에 있을 때, 원격조정기(12')의 표시등이 점등될 것이며, 원격조정기(12')위의 임의의 스위치, 키패드 및 다른 입력수단은 효과적으로 억지되어 사용자가 원격조정기(12')에 임의의 입력을 하는 것을 허락하지 않는다. 원격조정기(12')에서 먼저 전력이 ON으로 될 때, 와치 키핑 전력(watch keeping power)이 보드 위의 마이크로 컨트롤러(520) 뿐만 아니라 그의 트랜시버(522) 및 AIS 디코더(524)에 인가된다. ARM 및 FIRE 스위치(526)는 각각 원격조정기(12')의 LOCAL 모드가 확립될 때까지는 효과가 없다. 원격조정기(12')는 REMOTE 모드 표시기(530) 및 LOCAL 모드 표시기(532)를 포함한다.

원격조정기(12')가 ON으로 되고 트랜스듀서 유닛(14')이 REMOTE 모드로 전환될 때만, LOCAL 모드 표시기(532)가 켜지며 REMOTE 모드 표시기(530)가 꺼진다. LOCAL 모드 표시기(532)는 인증 절차가 성공적으로 완료된 뒤에만 켜질 것이다.

트랜스듀서 유닛(14') 위의 모드 선택 스위치(512)가 REMOTE 모드로 전환되었을 때, 1.5kHz 톤(즉 모두 1인 코드)이 AIS 인코더(518)를 통해 발생되어 트랜시버(504)에 의해 전송된다. 원격조정기(12')의 트랜시버(522)는 LOCAL 작동 모드로 전환될 수 있기 전에 이 톤을 수용하여 디코딩해야 한다. 이는 원격조정기(12')가 범위 밖이거나 트랜스듀서 유닛(14')이 LOCAL 모드에 있는 경우 억세스되지 않도록 하는 실패 방지 시스템이다.

모든 것이 준비되어 있고 AIS 디코더(524)가 유효한 톤을 디코딩한다고 가정하면, AIS 디코더(524)는 로직 및 타이머 유닛(526) 내의 타이머를 개시하여 보통 10초인 제1시간의 진행을 개시한다. 이 10초 동안 작업자는 키패드(534)를 통해 유효한 PIN을 삽입하여야 한다. 만일 이 기간 동안 PIN이 검출되지 않거나 PIN이 유효한 것이 아니면 마이크로 컨트롤러(520)는 제2의 미리 설정된 시간 동안 마이크로 컨트롤러(520)를 작동 정지시킬 것인데, 이 시간 전에 마이크로 컨트롤러(520)는 다시 활성화될 수 있다.

만일 유효한 PIN이 입력되어 검증되면 마이크로 컨트롤러(520)는 상기 제1실시예에 대해 설명한 것과 유사한 방식으로 작동하여 트랜스듀서 유닛(14')과 무선 통신을 확립한다. 넓은 의미에서, 마이크로 컨트롤러(520)는 특유한 확인 코드 워드(즉 LINK 코드)를 발생시키고, 이를 트랜스듀서 유닛(14')으로부터 응답신호를 받을 때까지 연속적으로 트랜시버(522)로 전달한다. 설정된(그러나 조정될 수 있는) 시간(예로 60초) 후에도 응답신호가 수신되지 않으면, 마이크로 컨트롤러(520)는 리셋모드로 진입하고 사용자는 다시 PIN을 입력하여야 한다. 마이크로 컨트롤러(520)의 메인 루프 프로그램은 트랜스듀서 유닛(14')으로의 무선 통신 링크가 확립되는 시간까지 ARM/FIRE 스위치(526, 528)에서의 어떤 활동도 무시하게끔 이루어진다. 무선 통신 링크가 설정되고 작업자가 ARM스위치를 누를 경우, ARM코드는 트랜시버(522)를 통해 트랜스듀서 유닛(14')으로 전달된다. 트랜스듀서 유닛(14')은 활성화 시퀀스(arming sequence)를 수행하지만, 마이크로 컨트롤러(520)가 더 이상의 처리를 진행할 수 있게 되기 전에, ARM 코드를 받았음을 확인하여야 한다. 트랜스듀서 유닛(14')으로부터 유효한 수신 검증 받은 때, 유닛(526) 내의 타이머가 다시 작동하여 0초에서 9초까지로 조정 가능한 소정 시간을 카운트 다운한다. 게다가 ARMED 표시기(미도시)가 원격조정기(12')에서 점등된다. 만일 상기 시간 내에 FIRE 스위치(528)가 활성화되면, 마이크로 컨트롤러(520)는 트랜시버(522)를 통해 트랜스듀서 유닛(14')으로 FIRE 코드를 보낸다. 원격조정기(12')로부터의 FIRE 코드는 전형적으로 32비트 워드일 수 있다. 트랜스듀서 유닛(14')은 정화 사이클로 진입하기 전에 원격조정기(12')로부터의 FIRE 코드 수신 검증을 응답하고 동일한 코드를 2번째로 수신하여야만 한다.

상술한 설명으로부터 시스템(10)이 전기 기폭장치 또는 기폭장치를 작동하게 하는 전기 매치를 기동시키거나 폭약 또는 장약을 포함하는 활성물질이 미리 천공된 바위 구멍이나 다른 폭파 또는 분쇄되어야 할 유사한 물질 내에서 신속하게 분해되게 하는데 사용될 수 있음의 명백하다. 단단한 암석을 천공하는 방법을 혁신적으로 개선할 잠재력을 가지고 있는 ARCH 모듈(18)의 주된 용도는 현지 채광(insitu mining)이다. 바위에 구멍 또는 구멍들을 천공하고 트랜스듀서(14) 또는 적어도 트랜스듀서 코일을 가지는 스테밍 바(16)와 ARCH 모듈(18)을 자동적으로 삽입할 수 있다. 스테밍 바는 재사용될 수 있으나(트랜스듀서(14)와 원격조정기(12)도 물론이다), ARCH 모듈(18)은 파괴된다. 따라서 장치는 활성물질과 함께 구멍 내에 삽입되는 기폭장치(24)가 부착된 다량의 ARCH 모듈을 가진다. 구체적으로, 장치는 길이방향 축을 따라 회전될 수 있으며 암석에 천공구멍을 형성하기 위해 드릴을 지지하는 붐(boom), 기폭장치(24)와 활성물질 차지가 부착된 ARCH 모듈(18)을 천공 구멍 내에 공급(delivery) 또는 삽입(depositing)하기 위한 공급시스템(delivery system); 및 스테밍 바(16)를 구멍 내로 삽입하고 구멍으로부터 수축시키는 램을 가지는 것이 일반적이다. 이 기계는 기본적으로 연속 작동되어 우선 구멍을 천공하고, ARCH

모듈(18)과 기폭장치(24)를 집어넣도록 공급수단을 정렬시키기 위해 붐이 회전하며; 램이 다시 스테밍 바(16)를 삽입할 수 있도록 붐이 다시 회전한다. 기계의 작업자는 머신 캐빈으로부터 또는 기계의 뒤로부터 (LOCAL 모드에 있는)트랜스듀서 모듈(14')을 작동시켜 기폭장치(24)를 원격 작동시킨다. 이 과정이 연속적으로 반복된다.

본 ARCH 모듈은 채광이 아닌 다른 분야, 예를 들어 토목굴착작업에서의 폭파에도 적용될 수 있을 것이다.

본 ARCH 모듈의 종래 기술에 대한 실질적인 이점은 기폭을 개시하기 위해 기폭장치가 위치하는 구멍 내에 어떤 리드선이나 기동 코드(initiating cord)도 가질 필요가 없다는 점이다. 이러한 리드선은 안테나로 작용하여 표류 전자기장을 수신하여 기폭장치의 조기 작동을 유발할 수 있는 전류의 유도를 일으키기 때문이다. 또 폭파구멍 내에 리드선이나 코드를 넣는 것은 낙석의 가능성이 있어 위험하다. 이것만으로도 ARCH 모듈(18)의 안전성은 기폭장치를 작동시키기 위한 종래 알려진 장치 및 시스템과 비교할 때 현저하게 높다. 게다가 본 ARCH 모듈은 내장 정보(intelligence)가 있어, 표류 전자기장에 의해 전력이 유도된다고 해도 유효한 FIRE 코드 역시 수신하여 검증하여야만 하기 때문에, 기폭전류를 공급하지 않는다.

FIRE 코드가 수신, 검증되는 시간까지 ARCH 모듈의 기폭장치에 걸쳐 쇼트 회로가 인가됨에 따라 작동 안전성이 더욱 높아진다. 이에 따라 기폭전류가 기폭장치를 통과하기가 더욱 어렵게 된다.

본 발명의 실시예를 자세히 설명하였는데, 당업자라면 다양한 변형 및 수정이 본 발명의 기본 사상을 벗어나지 않는 범위에서 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어 상술한 실시예에서의 시스템(10)을 위한 변조 기술로서 주파수 쉬프트 키잉(frequency shift keying)과 펄스 폭 변조가 사용된다. 그러나 코히어런트 진폭 쉬프트 키잉(ASK) 또는 논코히어런트 진폭 쉬프트 키잉 또는 위상 쉬프트 키잉(phase shift keying) 또는 차분 코히어런트 위상 쉬프트 키잉(differentially coherent phase shift keying; DPSK)과 같은 다른 변조가 사용될 수 있다. 또 시스템(10)의 다양한 구성요소 사이에 다양한 제어 신호 및 코드의 수신에 대해 응답하기 위해 다른 회신 프로토콜이 사용될 수 있다. 더욱이 상술한 예를 들어 상태 354, 374 및 422에서의 소정의 제한시간도 바뀔 수 있다. ARCH 모듈로의 전력 및 제어 신호/코드를 하나의 신호로 결합시키는 대신 분리된 신호를 통하여 공급할 수도 있다. 더욱이 원격조정기(12)와 트랜스듀서(14') 사이의 통신 및 전력 전송도 무선 통신이 아닌 케이블이나 와이어를 통해 이루어질 수 있다. 그러나 트랜스듀서(14)와 ARCH 모듈(18) 사이의 통신은 와이어보다는 전자기파에 의해 이루어지는 것이 중요하다.

이러한 모든 변형 및 수정은 상술한 발명의 상세한 설명과 첨부된 청구범위에 의해 그 특징이 결정되는 본 발명의 범위에 속한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

기폭물질을 발화시키기 위한 제어식 전자유도 기폭시스템으로서:

기폭물질에 기폭전류를 제공하기 위한 자동화된 무선 차지(automated radio charge; ARCH) 모듈을 포함하며, 상기 ARCH 모듈은, 자신에게서 멀리 떨어져 발생하는 전자기장으로부터의 전자기 유도에 의해 전력을 추출하는 전력회로(power circuit)와, FIRE 코드를 포함하는 무선 전송된 제어 신호(radio transmitted control signals)를 수신하여 디코딩하는 수단을 포함하며, 상기 전력회로는 기폭전류 및 ARCH 모듈을 위한 작동전력을 제공하며, 상기 신호의 수신 검증에 의해 상기 ARCH 모듈이 상기 전류를 기폭물질로 보내어 기폭물질을 발화시키는 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 제어신호를 수신하여 디코딩하기 위한 수단은 상기 전자기장으로부터 제어신호를 추출하는 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 ARCH 모듈은 기폭물질을 발화시키기 위해 기폭전류가 흐르는 출력 스위치를 추가로 포함하며, 이 출력 스위치는 상기 FIRE 코드를 수신하여 검증할 때까지 기폭물질에 쇼트 회로 출력을 제공하도록 구성되며, 상기 스위치는 상기 쇼트 회로를 제거하여 기폭물질에 기폭전류가 흐르게 하도록 작동하는 시스템.

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 전자기장을 발생시키기 위한 전자기장 발생 수단 및 상기 제어신호를 ARCH 모듈에 무선 전송하기 위한 무선 트랜시버에 전력을 공급하는 파워 서플라이를 가지는 트랜스듀서 유닛(transducer unit)을 추가로 포함하는 수단.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 무선 트랜시버 수단이 상기 전자기장 및 상기 제어신호 양자를 상기 ARCH 모듈로 전송하도록, 상기 트랜스듀서 유닛이 상기 제어신호를 상기 전자기장에 가하는 수단을 추가로 포함하는 시스템.

청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 ARCH 모듈 및 기폭장치가 배치될 수 있는 구멍을 막기 위한 스테밍 바(stemming

bar)를 추가로 포함하며, 상기 트랜스듀서 유닛은 상기 전자기장을 발생시키기 위한 코일을 포함하며, 상기 코일이 스테밍 바의 위 또는 안에 장착되어 자속선(lines of magnetic flux)이 이 스테밍 바를 통과하여 전력회로와 링크웜으로써 전자기 유도에 의한 작동전력을 ARCH 모듈로 전달하는 시스템.

청구항 7

제 5항에 있어서, 상기 트랜스듀서 유닛은 LOCAL 작동 모드와 REMOTE 작동 모드 사이를 전환시킬 수 있는 모드 스위치를 포함하며, 상기 LOCAL 작동 모드에서는 상기 ARCH 모듈로의 무선 전송을 위해 사용자가 상기 트랜스듀서에 수동으로 명령을 입력하며, 상기 REMOTE 작동 모드에서는 사용자가 원격조정기를 통해 상기 트랜스듀서 유닛에 지시를 입력할 수 있는 시스템.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 트랜스듀서 유닛은, 양자 모두 상기 모드 스위치에 작동 가능하게 연결되는 타이머 수단 및 수동의 명령 입력 수단을 포함하며, 상기 모드 스위치를 LOCAL 모드로 전환함으로써, 추가의 사용자 명령이 상기 트랜스듀서 유닛에 의해 작동되도록 하기 위해 사용자가 상기 타이머에 의해 미리 설정된 시간 내에 상기 트랜스듀서 유닛이 인식하는 유효한 인증번호를 상기 입력수단을 통해 입력하여야만 하며, 상기 미리 설정된 시간 내에 유효한 인증번호의 입력이 없는 경우에는 상기 트랜스듀서 유닛은 자동으로 작동 정지되어 상기 타이머에 의해 설정된 제 2 시간 동안은 사용자가 입력한 명령에 응답하지 않는 시스템.

청구항 9

제 8항에 있어서, 상기 트랜스듀서 유닛은 트랜스듀서 유닛이 LOCAL 작동 모드에 있을 때 기능하는 ARM 스위치를 포함하며, 이 스위치는 작동될 때 상기 전자기장 발생수단이 상기 전자기장을 발생시키도록 하는 시스템.

청구항 10

제 9항에 있어서, 상기 트랜스듀서 유닛은 트랜스듀서 유닛이 LOCAL 작동 모드에 있을 때 작동하는 FIRE 스위치를 포함하며, 이 스위치는 ARM 스위치의 작동 후 미리 설정된 시간 내에 작동되어 트랜스듀서 유닛이 FIRE 코드를 ARCH 모듈로 전송하게 하는 시스템.

청구항 11

제 7항에 있어서, 사용자가 트랜스듀서 유닛으로부터 멀리 떨어진 위치에서 이 트랜스듀서 유닛에 지시를 전달할 수 있는 원격조정기를 추가로 포함하는 시스템.

청구항 12

제 11항에 있어서, 상기 원격조정기가 상기 트랜스듀서 유닛과의 무선 통신을 확립하게 하도록, 미리 설정된 시간 내에 사용자가 유효한 인증번호를 입력하여야 하는 수동 명령 입력을 위한 수단을 상기 원격조정기가 포함하는 시스템.

청구항 13

제 12항에 있어서, 대응되는 응답신호(acknowledgment signal)가 상기 트랜스듀서 유닛으로부터 수신될 때까지 계속 전송되는 고유한 인증 코드 워드(identification code word)를 생성하기 위한 프로세서 수단을 상기 원격조정기가 포함하며, 일정 시간 내에 상기 응답신호가 없을 경우 상기 원격조정기는 RESET 모드로 들어가고, 이 모드에서 사용자는 상기 트랜스듀서 유닛과의 통신 링크 확립을 재개하기 위해서 유효한 인증번호를 다시 입력하여야 하는 시스템.

청구항 14

제 13항에 있어서, 상기 원격조정기는 ARM 스위치를 추가로 포함하며, 이 스위치는 작동되면, 상기 트랜스듀서 유닛과의 무선 통신 링크가 확립되었을 때, 원격조정기로 하여금 트랜스듀서 유닛에 ARM 코드를 전송하게 하여 트랜스듀서 유닛이 상기 전자기장을 발생시키도록 하는 시스템.

청구항 15

제 14항에 있어서, 상기 트랜스듀서 유닛은 ARM 코드를 수신하면 상기 원격조정기로 응답신호를 보내며, 그후 상기 트랜스듀서 유닛은 상기 원격조정기로부터 FIRE 코드를 수신하기 위한 제 1 시간을 정하기 위해 타이머 수단을 개시시키며, 상기 제 1 시간 내에 상기 FIRE 코드의 수신이 없을 경우, 상기 트랜스듀서 유닛이 제 2 시간 동안 자동적으로 작동이 정지되는 시스템.

청구항 16

제 15항에 있어서, 상기 원격조정기는 FIRE 스위치를 포함하며, 이 스위치는 작동되었을 때 원격조정기가 FIRE 코드를 상기 트랜스듀서 유닛으로 전송하게 하여, 트랜스듀서 유닛이 이 신호의 수신을 검증하면 상기 ARCH 모듈로 이 FIRE 코드를 재전송하는 시스템.

청구항 17

제 16항에 있어서, 원격조정기에 의해 트랜스듀서 유닛으로 전송되는 FIRE 코드가 트랜스듀서 유닛에 의해 ARCH 모듈로 재전송되는 FIRE 코드와 다른 시스템.

청구항 18

활성물질의 구멍 내 분리식 기폭(decoupled in hole initiation)을 위한 제어식 전자 유도 기폭시스템으로서:

활성물질(energetic substance)에 결합되고 강성 물질에 형성된 구멍에 배치되는 자동화된 무선 차지(ARCH) 모듈;

활성물질과 ARCH 모듈이 배치되는 구멍을 막기 위한 스테밍 바; 및

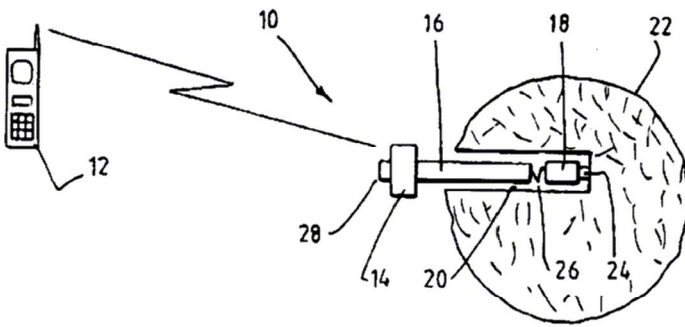
상기 제어신호를 무선 전송하기 위한 트랜스듀서 유닛을 포함하며,

상기 ARCH 모듈은, 멀리 떨어져 발생하는 전자기장으로부터의 전자기 유도에 의해 전력을 추출하여 ARCH 모듈을 위한 작동전력을 제공하고 활성물질에 전달될 수 있는 기폭전류를 발생시키도록 배치되는 전력회로와, 수신이 검증되면 활성물질에 기폭전류가 공급되게 하는 FIRE 코드를 포함하는 무선 전송된 제어 신호를 수신하여 디코딩하는 수단을 포함하며,

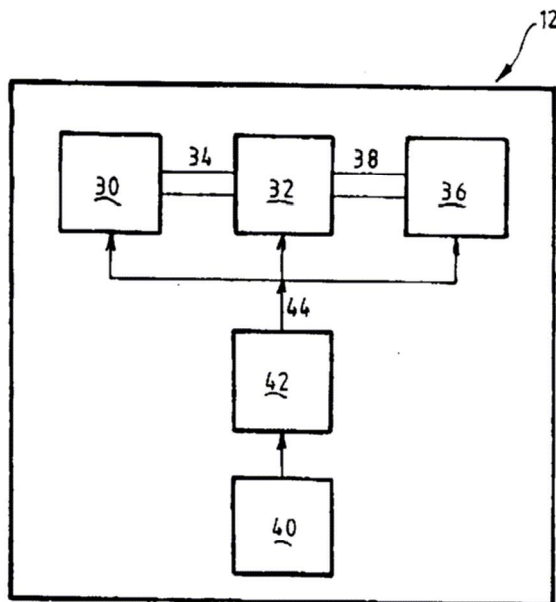
상기 트랜스듀서 유닛은 전자기장을 생성하기 위한 코일을 가지며, 이 코일은 구멍 외부의 스테밍 바 단부 부근에 위치할 수 있어 자속선이 스테밍 바를 통과하고 전원회로와 링크되어 전자기 유도에 의해 작동 전력을 ARCH 모듈로 전송하는 시스템.

도면

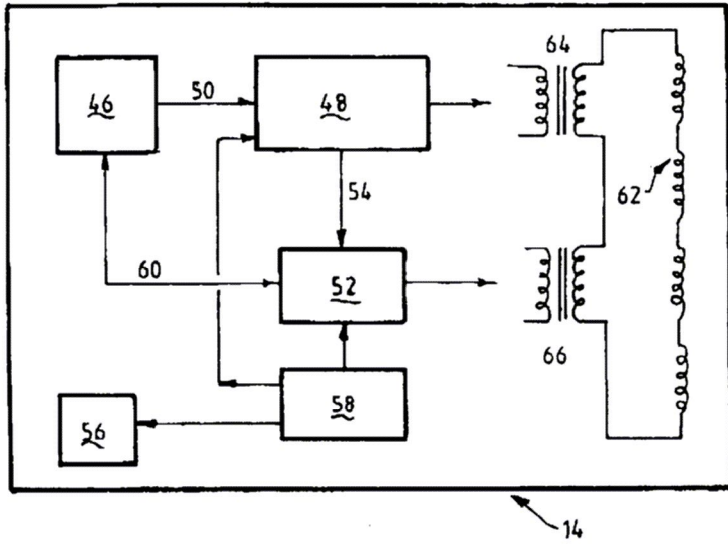
도면1



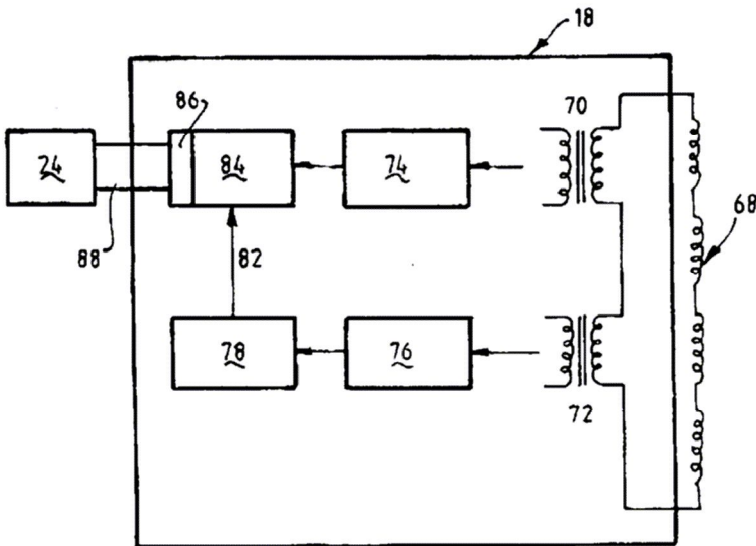
도면2



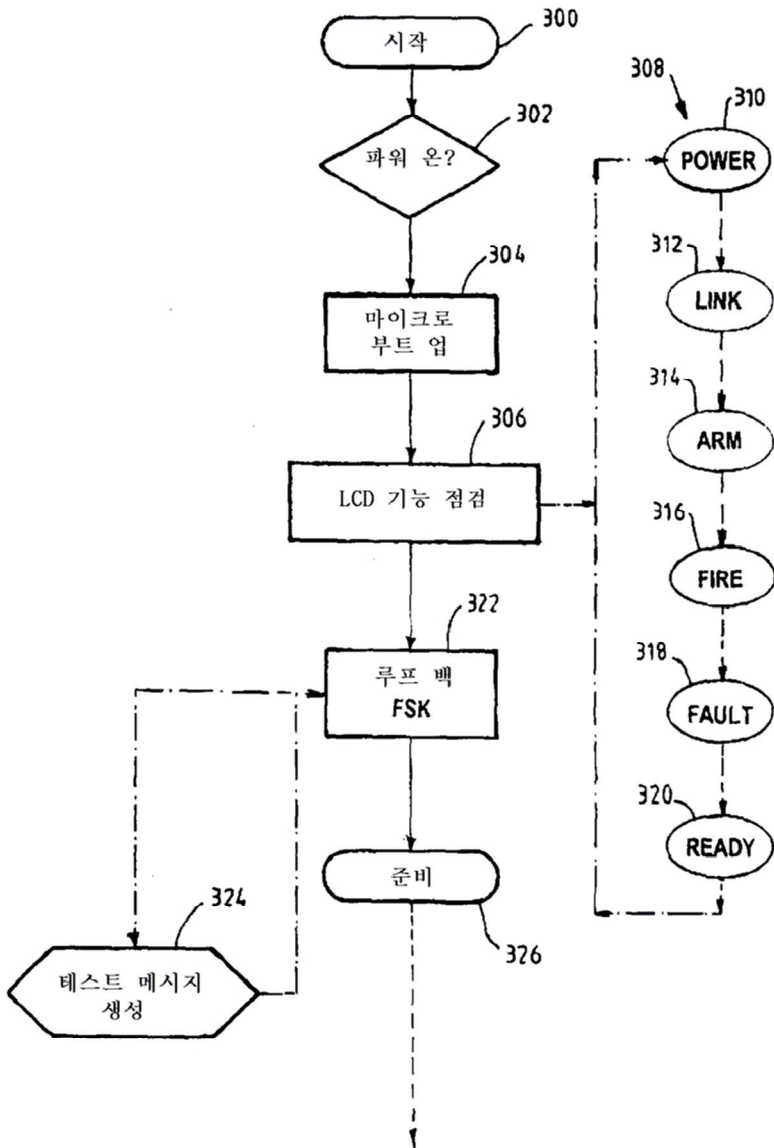
도면3



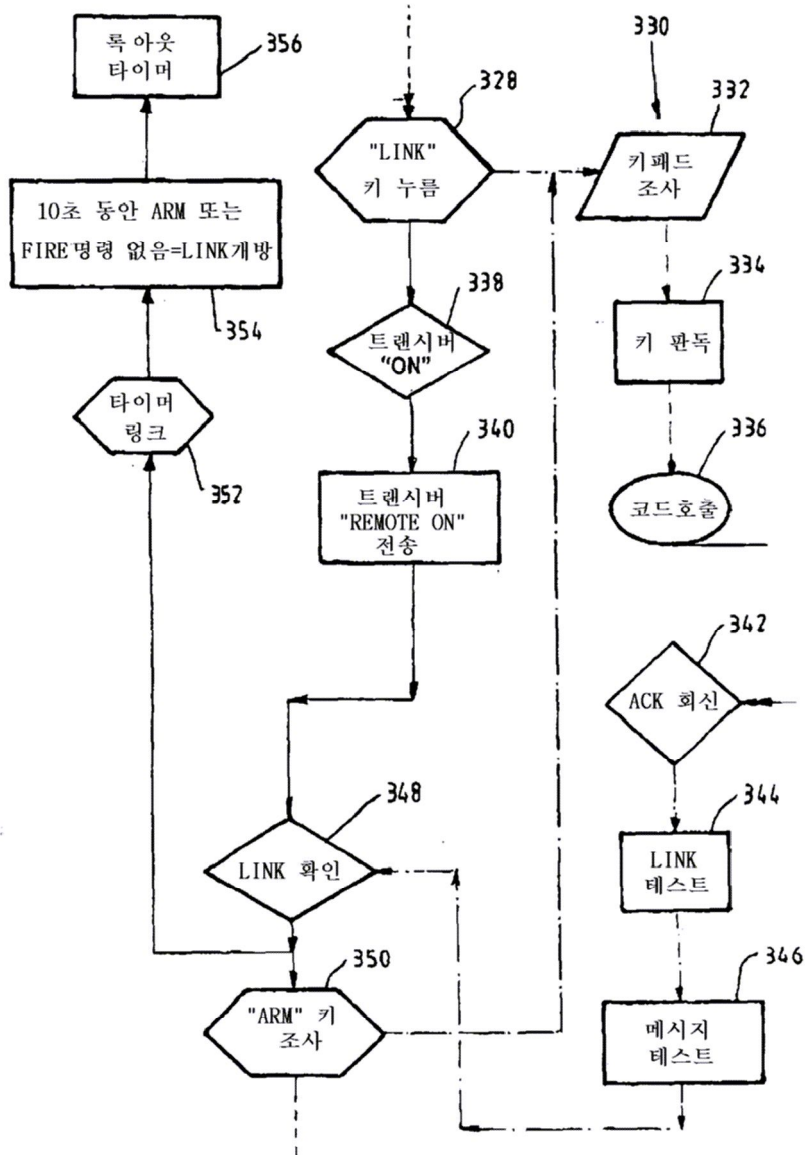
도면4



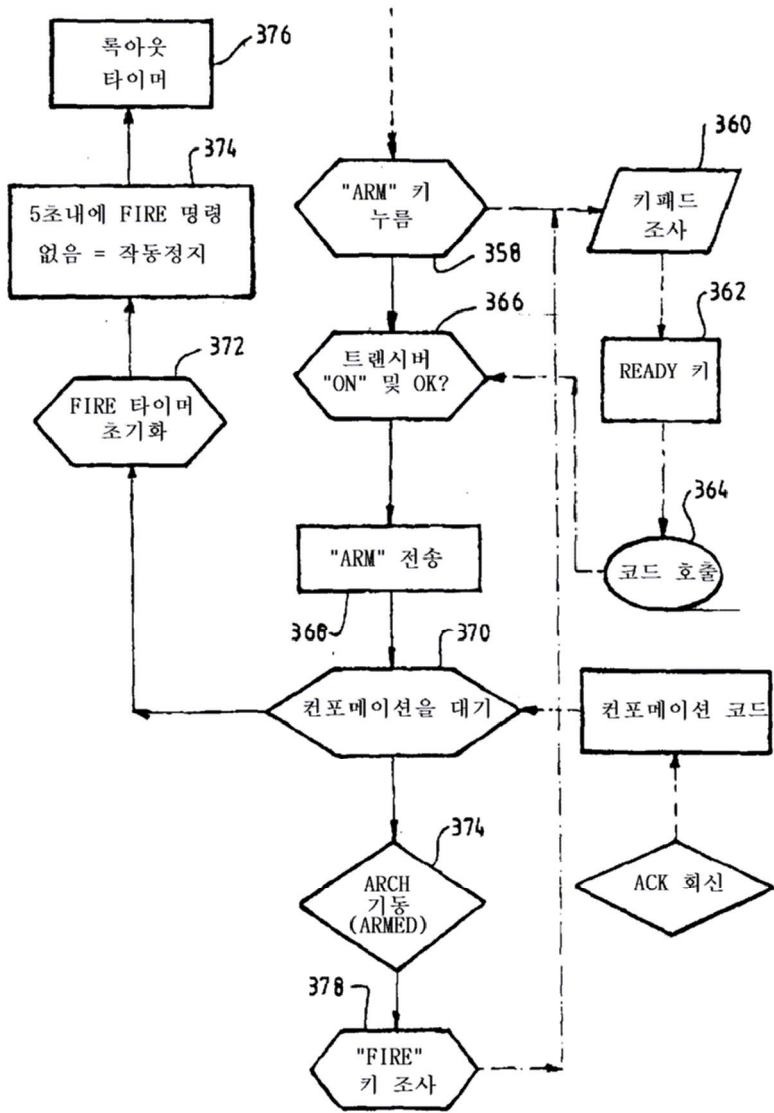
도면5



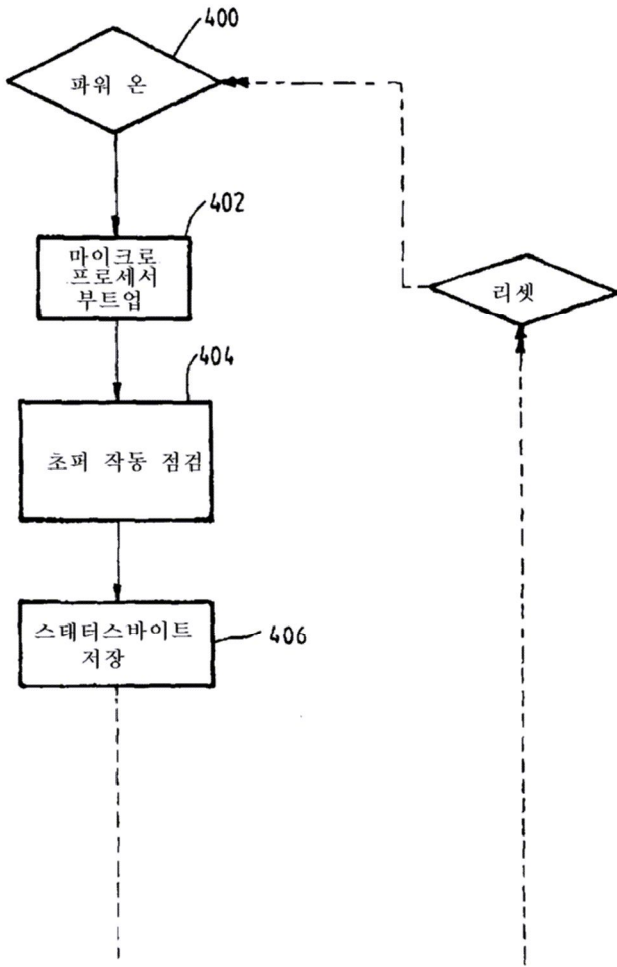
도면6



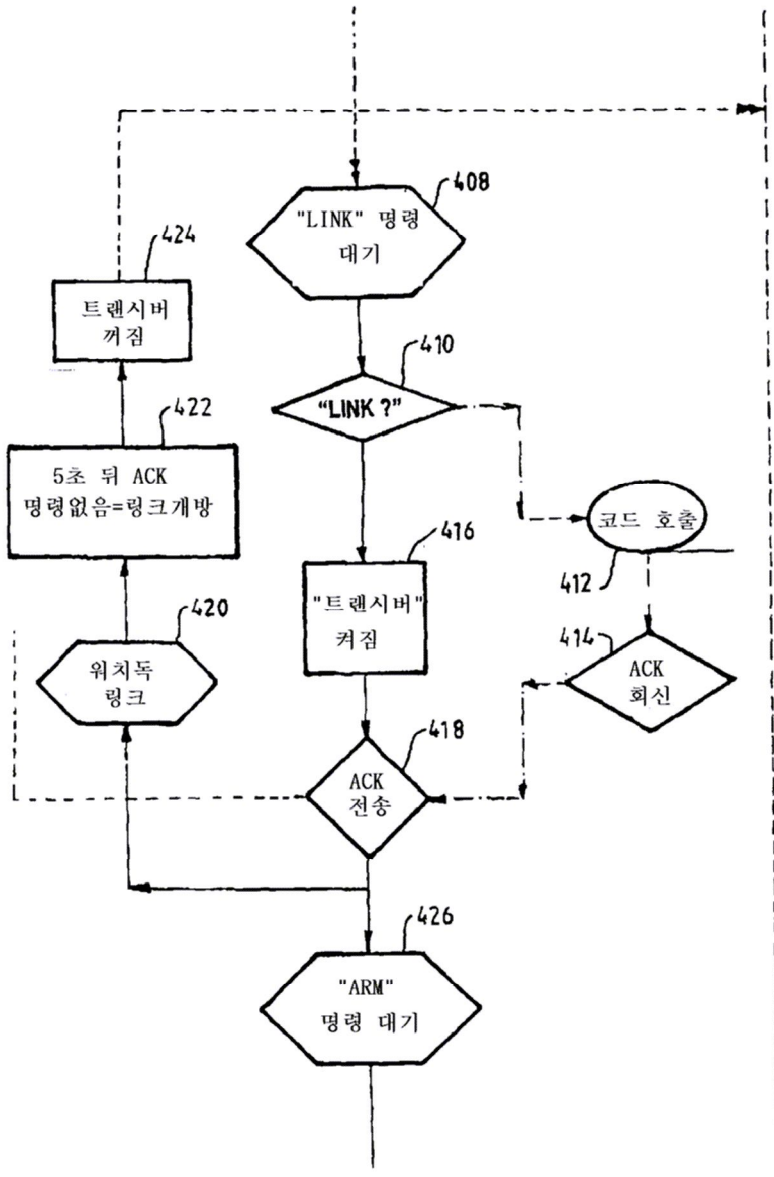
도면7



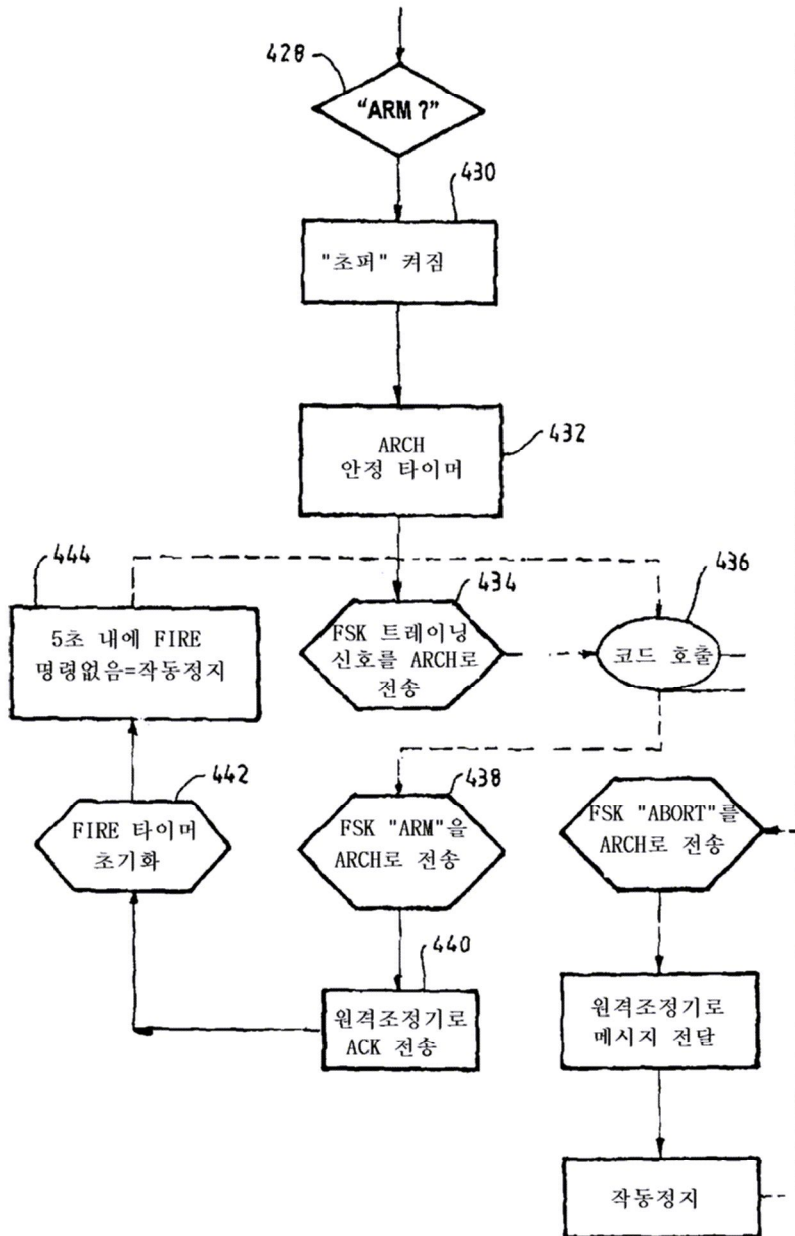
도면8



도면9



도면10



도면11

