(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[6]
H04R 25/00

(45) 공고일자 2005년07월21일
(11) 등록번호 10-0477348
(24) 등록일자 2005년03월08일

(21) 출원번호	10-1997-0709034	(65) 공개번호	10-1999-0022553
(22) 출원일자	1997년12월06일	(43) 공개일자	1999년03월25일
번역문 제출일자	1997년12월06일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1996/008248	(87) 국제공개번호	WO 1996/41498
국제출원일자	1996년05월31일	국제공개일자	1996년12월19일

(81) 지정국

국내특허 : 아일랜드, 알바니아, 오스트레일리아, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 캐나다, 중국, 체코, 에스토니아, 그루지야, 헝가리, 아이슬랜드, 일본, 북한, 대한민국, 스리랑카, 리베이라, 리투아니아, 라트비아, 마케도니아공화국, 몽고, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 말라위,

EA 유라시아특허 : 아르메니아,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 리히텐슈타인, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 핀란드,

(30) 우선권주장 08/479629 1995년06월07일 미국(US)

(73) 특허권자
앤더슨 제임스 씨.
미국, 메사추세츠 02090, 웨스트우드, 아란로드 40

(72) 발명자
앤더슨 제임스 씨.
미국, 메사추세츠 02090, 웨스트우드, 아란로드 40

(74) 대리인
노민식
이영필

심사관 : 정재헌

(54) 무선원격처리기를구비한보청기

요약

보청기 또는 오디오 통신시스템은 귓구멍 안에 숨겨질 수 있고 원격처리부와 무선으로 통신하는 수화기(10), 또는 오디오신호를 강화하고 의복 속에 숨길 수 있는 RPU(16)을 포함한다. 환경으로부터의 소리는 수화기 내의 마이크로폰(12)에 의하여 픽-업되어, 다른 정보와 함께 양방향 무선링크(17)를 통하여 RPU(16)으로 보내진다. 또한, 무선링크(17)를 구현하기 위한 레이다 기술을 사용하여, RPU(16) 인테로게이터 및 수화기(10) 트랜스폰더를 구비하여, 마이크로파 발진기가 수화기(10)에 필요하지 않게 됨에 따라 수화기 사이즈 및 전력을 줄인다. 선택적인 보조 무선링크 회로(19)는 RPU(16)과 셀룰러 전화기 시스템이나 다른 정보원 사이에 사용될 수 있다. 전자 음성인식 및 응답은 시스템 동작을 제어할 수 있다.

대표도

도 2

명세서

기술분야

본 발명은 보청기에 관한 것으로, 특히 귀에 또는 귀 안에 착용하는 수화기 하우징, 및 이어폰과 신호를 무선으로 송수신하는 하는 것으로 사용자 가까이에 위치하거나 사용자에 의하여 착용되는 원격처리부(Remote Processor Unit; RPU)를 구비한 보청기에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 핸드-프리(hand-free) 셀룰러 전화기 및 이동 무선 통신 "핸드셋"을 위한 무선 통신장치, 보청기의 비밀스런 작동 및 제어, 스테레오 보청기 기능과 동시에 존재하는 청력 보호 및 잡음 제거기능, 청력 테스트 장비, 잘못 놓여진 보청기 시스템 부품의 위치 찾기, 그리고 무선 인공귀로서, 보청기 시스템의 사용에 관한 것이다.

배경기술

종래 기술에 있어서, 원격 제어가 없는 기본적인 보청기는 마이크로폰, 스피커 및 관련 처리기 전자회로를 포함하는 일체식 수화기(earpiece)이다. 이러한 보청기에서, 수화기 마이크로폰은 음향파를 그에 대한 전기적 표현으로 변환하고, 수화기 처리기 전자회로는 그 전기적 신호를 증폭하고, 수화기 스피커는 이를 다시 음향파로 변환한다. 원격제어기로부터 수화기로의 단방향 무선링크를 통하여 수화기 증폭기능(예를 들어, 볼륨)을 제어하는 원격제어 (예를 들어, 미국 특허 4,918,736 참조)가 종래 기술에서 종종 사용된다. 그러나 음향파를 나타내는 전기적 신호에 의하여 취해진 경로(종래기술에서는 "오디오 경로"로서 알려져 있음)는 원격제어가 사용되든 아니되든 동일하다. 즉 오디오 경로는 수화기 전자회로를 통하여 마이크로폰에서 스피크로의 경로이다.

단방향의 무선주파수(RF) 전송경로를 사용하는 것으로, 무선 마이크로폰 송화기(보통 귀에 착용하지 아니함) 및 무선 수화기(보통 귀에 착용함)를 포함하는 무선 보청기는 종래기술로서 잘 알려져 있다. 이러한 장치들은 대개 73 MHz 근처의 "청각보조장치" 무선주파수 밴드를 사용하며(미국 연방 법규 47 CFR Ch. 1, Para. 15.237 참조), 교실에서 청력을 손상한 학생들을 위한 교육 보조기로서 효과적인 것으로 인정되고 있다. 이와 같이, 종래기술에 있어서, 무선주파수 송신은 (수화기에 위치한 마이크로폰이 아니라) 손에 들고 다니는 무선 마이크로폰으로부터 수화기 안이나 그 근처에 있는 무선 수신기로 보내져, 오디오 경로를 위한 단방향 무선 송화기 및 수화기 시스템을 제공한다.

본 발명은 종래의 장치에 의하여 사용된 오디오 경로와 다른 오디오 경로를 사용한다. 본 발명은 사용자의 귀에나 그 안에 착용하는 수화기와 사용자 근처에 위치하거나 사용자가 착용하는 RPU 사이에서 (종래기술에서와 같이 단방향 링크가 아니라) 기본적인 양방향 무선 링크를 사용한다. 본 발명에 있어서, 환경으로부터의 오디오신호는 (종래기술에서 무선 보청기에 의하여 사용된 것과 같은 손에 쥔 마이크로폰이 아니라) 수화기에 있는 마이크로폰에 의하여 픽-업되며, 기본 양방향 무선 링크를 통하여 (종래기술에서의 보청기에서 처럼 수화기 안에 포함된 프로세서 회로로 가는 대신에) RPU로 송신된다. 여기서, 오디오신호는 기본 무선 링크를 통하여 수화기로 송신되기 전에 사용자의 필요에 따라 강화된다. 크기 및 전력 제약을 경감하도록 하기 위하여 수화기가 아닌 RPU에서 신호처리가 수행된다. 이러한 새로운 접근방식에 의하여, 수화기에서 물리적으로 크고 전력을 소모하는 전자회로의 필요성이 배제되고, 통상적인 원격 제어의 필요성이 배제되고, 그리고 종래기술에서는 가능하지 아니한 다양한 선택적인 특성(예를 들어, 보조 양방향 무선 링크를 통한 전화통신 능력)을 제공한다. 또한 본 발명은 종래기술에 의한 장치가 가지고 있는 모든 능력(예를 들어, 음향 궤환 감소 및 적응적인 볼륨 제어)을 그대로 유지한다.

비록 종래에 잘 알려져 있는 (무선통신 핸드셋 뿐만 아니라) 무선 및 셀룰러 전화 핸드셋이 마이크로폰, 무선 트랜시버(송신기 및 수신기) 및 스피커를 포함하고 있지만, 이러한 장치들은 보청기 응용에 필요한 것과 같이 주변 환경으로부터의 오디오신호를 수신하여 강화하고 후속적으로 재생하는 데는 사용되지 않는다. 이러한 장치는 사용자의 인접한 환경으로부터의 강화된 소리를 사용자에게 제공하지 못하고 단지 다른 사용자로부터의 소리를 제공할 뿐이기 때문에 보청기로서 기능하지 못한다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은 수화기에서 오디오신호 강화기능을 제거하고 이들을 RPU에 위치시킴으로써, 청력을 손상한 사람들(예를 들어, 일정한 잔여 청력을 가진 사람들)을 위한 새롭고 유용한 보청기를 제공하는 데 있다. RPU를 사용함에 의하여 모든 시스템 능력을 수화기 내에 놓으려고 하는 시스템에 여러 가지 이점을 제공할 수 있다. RPU 접근방법에 의하여 소형 저전력 무선 트랜시버, 마이크로폰 및 스피커를 포함하는 수화기를 간단하게 설계할 수 있다. 또한 스피커는 보청기 기술에서 "수신기"로서 알려져 있지만, 혼동을 피하기 위하여 여기서는 "스피커"라는 용어를 사용한다(마찬가지로 음성을 내는 사람을 표현하기 위하여는 "스피커(speak)"가 아니라 "토커(talker)"라는 용어를 사용한다). 그 결과로 된 수화기는 매우 작고, 원한다면 귓구멍(ear canal) 안에 숨겨지게 할 수 있고, 또한 RPU로의 기본 양방향 무선 링크가 사용되면 이동에 완전히 자유로울 수 있다. 증폭 및 다른 형태의 신호 강화와 같은 모든 주요 시스템의 능력들은 크기 및 전력제한을 경감한 RPU에서 처리함으로써, 저렴하게 디자인할 수 있다.

본 발명의 다른 목적은 보청기 시스템을 통하여 사용자에게 (수화기 배터리가 낮다는 RPU로부터의 음성경고와 같은) 추가의 오디오 정보 및 (셀룰러 전화기 및 호출기 서비스와 같은) 통신서비스를 제공하는 데 있다. 이러한 서비스는 무관심하게 보면 지각할 수 없도록 억세스되게 할 수도 있다. (디지털 신호 처리기나 다른 컴퓨터를 포함하는) RPU는 시간을 알리는 합성된 음성 메시지를 사용하여 하나의 정보소스로서 동작하며, 또한 RPU는 일반 가입자 전화망이나 음성 호출기 서비스로 보조무선 링크를 억세스하는 데 사용될 수 있다. 보청기 파라미터의 사용자 제어 및 정보에 대한 요청은 (은밀한 방식으로 데이터 입력에 적합한 푸쉬버튼을 포함하는) RPU에 위치한 푸쉬버튼이나 음성인식을 사용하여 이뤄진다. 많은 센서와 주변장치들은 유선이나 무선방식으로 RPU 안에 들어 있거나 RPU에 붙여질 수 있으며, 사용자의 수화기에 오디오로서 (예를 들어 심장박동율과 같은) 다양한 응용 정보를 제공할 수 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 동시적인 잡음 제거능력 및 지향성과 같은 스테레오(binaural) 처리능력을 가진 무선 보청기 시스템에서, (청력을 손상하지 않았더라도 그 손상을 방지하고자 하는 자 또는) 청력을 손상한 사용자에게 남겨져 있는 잔여 청력에 대한 어느 정도의 보호를 제공하는 데 있다. 본 발명의 다른 목적은 추가적인 다른 장비 없이도 사용자의 청력을 테스트하기 위한 편리한 수단을 제공하여, 잘못 놓여진 보청기 시스템의 부품을 바로 위치시키도록 사용자를 도와주며, 또한 심하게 귀먹어 인공귀(cochlear implant)를 한 환자에게 종래의 유선방식의 시스템과 비교하여 보다 더 자유롭게 움직일 수 있도록 하는 무선 시스템을 제공하는 데 있다.

이러한 본 발명의 목적들, 특징들 및 이점 등은 첨부된 도면과 관련한 상세한 설명에 의하여 보다 잘 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 (마이크로폰, RF 트랜시버, 이중 용도의(dual-use) 안테나/추출기 및 스피커를 포함하는) 수화기(earpiece)를 귀에 착용하는 방법, 기본 양방향 RF 링크를 통하여 RPU와 통신하는 방법 및 광학적인 보조무선링크를 통하여 전화기 시스템으로 통신하는 방법을 설명하기 위하여 시스템의 개요를 도시한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 한정된 특징을 가진(limited-featured) 바람직한 실시예로서, 상용으로 즉시 쓸 수 있는 시스템 소자를 사용한 실시예를 설명하기 위한 블록도이다.

도 3은 본 발명의 전체 특징을 가진(full-featured) 바람직한 실시예에 사용된 무선 링크의 주파수 영역 특성을 보여주기 위한 상대적인 스펙트럼 크기 도면이다.

도 4는 본 발명의 전체 특징을 가진 바람직한 실시예의 동작을 설명하는 데 사용되는 수화기 트랜스폰더(transmitter responder) RF 회로의 단순화된 도면이다.

도 5는 RPU 인테로게이터(interrogator)로부터의 전형적인 호출신호 (interrogation), 및 그에 뒤따르는 수화기 트렌스폰더로부터의 대응하는 전형적인 응답신호(reply)의 특성을 나타내는 파형 타이밍도이다.

도 6은 본 발명의 많은 사용자가 가깝게 있을 때에 발생되는 RF 상호 간섭의 기하학적 구조를 설명하기 위한 개요도이다.

도 7은 본 발명의 전체 특징을 가진 바람직한 실시예에서 전형적인 RPU의 정면도를 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 전체 특징을 가진 바람직한 실시예에서 수화기의 상세를 나타내는 블록도이다.

도 9는 본 발명의 전체 특징을 가진 바람직한 실시예에서 RPU의 상세를 나타내는 블록도이다.

도 10은 무선 인공귀 시스템(wireless cochlear implant system)의 상세를 나타내는 블록도이다.

도 11은 무선 인공귀의 전극 구동부의 상세를 나타내는 블록도이다.

실시예

도 1에 도시된 블록도는 본 발명의 바람직한 실시예의 하나이다. 도 1에서, 귀(11) 안에 착용된 것으로 도시된 수화기(10)는 종래의 다른 많은 수화기 하우징 타입들 (예를 들어, 귀 뒤에 착용하는 타입인 BTE(behind-the-ear)가 사용될 수도 있지만 종래에 잘 알려진 표준 CIC (completely-in-the-canal; 귀 안에 완전히 들어가는 형태의) 하우징을 사용한다. 도 1에 도시된 수화기는 마이크로폰(12), 수화기 추출기(earpiece extractor; 14)로도 겸하는 안테나를 구비한 RF트랜시버(13), 및 스피커(15)를 포함한다. 도 1에 도시된 안테나/추출기 겸용 장치가 대개 바람직하다 하더라도 특정 응용에 적합한 다른 여러 형태의 수화기 추출기와 함께 분리된 안테나(들)이 사용될 수 있다. 안테나 및 추출기는 귓털(ear hair) 또는 (귀걸이와 같은) 장신구로 알아 보게 할 수 있으며, 귀 뚫는 것과 비슷한 방법을 사용하여 안테나로 작용하도록 귀 연골(ear cartilage)에 전도성 필라멘트를 영구적으로 심을 수 있다. 수화기(10)은 원격처리부(Remote Processor Unit; RPU)(16)와 기본 양방향 RF 링크(17)를 통하여 통신하며, 또한 (초음파나 적외선과 같은) 다른 많은 무선 링크 미디어도 그 대신에 사용될 수 있다. RPU는 전형적으로 (주머니나 지갑에 넣어 다니는 것과 같이) 의복 안에 넣어 다니지만, 원한다면 (벨트 위와 같이) 쉽게 보이는 곳에 착용할 수도 있다. RPU(16)는 (유선이나 무선수단(18)을 통하여) 선택적인 보조무선링크 회로(19)에 연결된다. 선택적인 보조무선링크 회로(19)는 보조무선링크를 통하여 RPU와 (일반 가입자 전화망과 같은) 다른 정보소스 간의 무선통신을 가능하게 한다. 선택적인 보조무선링크 회로(19)는 도 7에 도시된 RPU 케이스(70) 안에 포함될 수도 또는 포함되지 않을 수도 있음에 유의하여야 한다.

도 1에 도시된 시스템에 대해 다양한 변화가 가능하다는 것은 이 분야의 기술자에게 명백할 것이며, 이하에서 본 발명의 실시예 둘을 상세히 설명한다. 첫 번째 바람직한 실시예는 한정된 특징을 가진(limited-featured) 바람직한 실시예로서, 상용으로 즉시 쓸 수 있는 시스템 소자를 사용하여 조립된 것이다. 첫 번째 실시예를 통하여 보조무선링크를 통하여 통신능력 뿐만 아니라 무선 원격 처리기를 구비한 보청기의 기본적인 특징을 설명한다. 두 번째 바람직한 실시예는 일반적인 응용을 위하여 상당히 더 복잡한 전체 특징을 가진(full-featured) 바람직한 실시예이다.

한정된 특징을 가진(limited-featured) 실시예

도 2에 도시된 한정특징의 보청기 실시예는 표준 88 MHz - 108 MHz 주파수변조(FM) 방송 밴드에서 동작하는, 저가의 상용으로 즉시 쓸 수 있는 RF 시스템 소자를 사용하여 구성될 수 있다. 비록 여기에서 설명된 시스템은 모노럴(monaural)이지만, 이 분야의 기술자라면 모노럴 시스템에서와 같은 원리에 기초하여 스테레오(binaural) 시스템을 구성할 수 있다는 것은 명백하다. 도 2의 수화기(22)는 도 1의 수화기(10)와 물리적으로는 다른 것이지만 그 두 수화기는 기능적으로는 비슷하다는 것을 지적한다. Radio Shack (R) 모델 33-1076과 같은 FM 무선 마이크로폰(20) 송신기는 Radio Shack (R) 모델 12-103과 같은 FM 핸드셋(21) 수신기에 붙박음으로써, 꼭 보여지지 않게 할 필요가 없는 수화기(22)를 형성할 수 있다. 수화기 무선 마이크로폰(20) 송신기는 국부 간섭에 자유로운 고정된 주파수 F1 (예를 들어 F1 = 106 MHz)에 동조되고, 한편 수화기 핸드셋(21) 수신기는 국부 간섭에 자유로운 다른 고정된 주파수 F2 (예를 들어 F2 = 90 MHz)에 동조된다. 원

격처리부(RPU)(23)는 Radio Shack (R) 모델 12-210과 같은 FM 수신기(24)를 포함하며, 수화기 무선 마이크로폰(20) 송신기 주파수 F1 (본 예에서는 106 MHz)에 동조되며, 모노럴 모드에서 동작한다 (이 동작에 대한 상세한 것은 Radio Shack (R) 모델 12-210 FM 수신기에 관한 설명서 참조). FM 수신기(24) 스피커가 제거되고, 도 2에 도시된 바와 같이 FM 수신기(24)의 출력을 더블-폴 더블-쓰루(Double-Pole Double-Throw; DPST) 스위치(25)에 연결하기 위하여 스피커 중 하나 대신에 와이어를 설치한다. DPDT 스위치(25)가 도 2에 도시된 바와 같이 아래쪽 접점위치에 있으면, FM 수신기(24)의 출력과 신호강화기(signal enhancer)(26) 신호처리장치의 입력 사이의 직접적인 연결이 제공된다. 신호강화기(26)는 예를 들어 OKI 반도체 MSM6322 "음성신호에 대한 피치제어 LSI"일 수 있다. 이것은 Questech International Inc. Transition 2001 전화기 음성 변환 부속품에서 처럼 배터리 전원으로 동작하도록 간편하게 포장되어 있다 (상세한 동작에 대해서는 그 장치의 설명서 참조). 신호강화기(26)의 출력은 RPU FM 송신기(27)의 입력에 연결되며, RPU FM 송신기(27)는 수화기 핸드셋(21) 수신기의 주파수 F2 (본 예에서는 90 MHz)에 동조되어 있다. RPU FM 송신기(27)는 수화기에 사용된 타입과 같은 무선 마이크로폰일 수 있지만, 마이크로폰 트랜스듀서의 연결을 끊고 그 대신에 신호강화기(26)가 연결되도록 변형되어야 한다.

정상적인 동작 동안, 근처의 토커(talker)로부터의 음성신호 (및 주위의 오디오 환경에서의 다른 신호)가 수화기 무선 마이크로폰(20)에 의하여 픽-업되어, RPU FM 수신기(24)로 송신된다. RPU FM 수신기(24)의 출력레벨은 RPU FM 수신기(24)의 볼륨제어를 사용하여 조정될 수 있다. 근처 토커로부터의 신호를 나타내는 결과적인 전기파형은 도 2에 도시된 바와 같이 보다 아래쪽 접점위치에 놓여 있는 DPDT 스위치(25)를 거쳐 신호강화기(26)로 전달된다. 신호강화기(26)는, 예를 들어 RPU 신호강화기(26)에 위치한 푸쉬버튼 제어의 설정에 따라 수신된 음성신호의 음율(pitch)를 가변하는 음성변환기 장치일 수 있다. 그러면, 특정 토커의 음성 특징과 관련한 사용자의 청력 손실을 보상하는 데 도움이 되도록 음성신호의 피치를 높이거나 낮출 수 있다. 그 변형된 음성신호는 RPU 신호강화기(26)에서 RPU FM 송화기(27)로 전달되며, 또한 그 신호를 사용자가 들을 수 있는 음향파로 변환하는 수화기 핸드셋(21) 수신기로 전달된다.

수화기(22) 부품에서는 아무런 사용자 조정이 필요없으며, 모든 필요한 사용자 조정은 RPU(23)에 위치한 제어기를 사용하여 수행된다 (예를 들어, 수화기 핸드셋(21)의 볼륨제어기가 아니라 RPU FM 수신기(24)의 볼륨제어기를 사용하여 편안하게 들을 수 있는 레벨로 볼륨을 조정한다). 수화기(22)에서는 아무런 사용자 조정이 필요하지 않기 때문에, 수화기(22)에 사용되는 상용의 무선 마이크로폰(20) 송신기 및 핸드셋(21) 수신기의 설계를 변형하여 불필요한 수화기 조정 제어들을 제거할 수 있음으로, 사이즈를 현저하게 줄일 수 있게 된다. 이러한 소형화 기술은 종래에 잘 알려져 있으며, 본 예에서 사용된 설계를 위하여 Radio Shack (R)의 방법이 유용하다 (Radio Shack (R) 모델 33-1076 무선 마이크로폰 및 모델 12-103 핸드셋에 대한 서비스 매뉴얼 참조). 수화기(22)에서 부피가 큰 가변 소자 (예를 들어, 수화기 핸드셋(21)에 대한 볼륨 제어 및 수화기 핸드셋(21)과 수화기 무선 마이크로폰(20) 양자에 대한 주파수 제어) 대신에 일련의 고정된 값을 갖는 소자가 사용될 수 있다. 온도에 민감한 장치에 대해서는, 비교적 일정한 온도인 37℃ (98.6°F)의 체온에 의하여 그 온도가 조절되는 위치에 그 장치들을 놓음으로써, 수화기(22) 소자에서의 어떤 결과적인 주파수 드리프트 효과를 최소화할 수 있다. 이러한 소자들은 수화기 핸드셋(21) 스피커에 결합되어 요구되는 열량(thermal mass)을 공급받을 수 있다. 수화기에 일반적으로 사용되는 타입의 소형 스피커가 수화기 핸드셋(21)과 함께 상용으로 공급되는 스피커 대신에 사용될 수 있으며, 보청기에 일반적으로 사용되는 타입의 소형 마이크로폰이 수화기 무선 마이크로폰(20)과 함께 상용으로 공급되는 마이크로폰 트랜스듀서 대신에 사용될 수 있다. 수화기 핸드셋(21) 및 수화기 무선 마이크로폰(20)는 모두 똑 같은 1.5V 배터리로부터 동작할 수 있으며, 원한다면 전체 수화기(22)를 표준 BTE 보청기 하우징에 포장할 수 있다. 이러한 소형화에 의하여, 특히 소형 페라이트 안테나가 사용된다면, 많은 경우 (예를 들어, 사용자의 머리카락이 긴 경우)에 무관심한 관찰자에게 보이지 않게 할 수 있는 수화기를 제공할 수 있다. RPU(23)을 주머니나 지갑 안에 들고 다니며 동작시키면 외부에 보이지 않게 할 수 있다.

또한, 도 2에 도시된 RPU(23)는 (Panasonic 모델 KX-T3710H와 같은) 무선 핸드셋으로 된 전화기 핸드셋(28), (NEC 모델 P120과 같은) 셀룰러 핸드셋, 또는 음성-다이얼링 능력을 가진 무선 또는 셀룰러 핸드셋, 또는 (RF 또는 적외선과 같은) 어떤 형태의 보조무선링크(29)를 통하여 통신할 수 있는 ("워키-토키"와 같은) 다른 다양한 장치를 선택적인 특징으로서 포함한다. 이 응용에 있어서, 핸드셋(28)을 사용자가 손에 들고 다니지 않고, 그 대신에 사용자의 신체에 착용하거나 그 가까이에 위치하는 RPU(23)의 구성부분으로 형성된다. 핸드셋(28)의 푸쉬버튼 및 핸드셋(28)의 다른 제어기들은 RPU(23)의 외면에서 사용할 수 있으며, 통상적인 방법으로 동작된다. 보조무선링크(29)를 통한 통신이 요구되면, DPDT 스위치(25)는 위쪽 접점위치 (즉, 도 2에 도시된 것과 다른 위치)에 놓이게 된다. 사용자의 음성 (및 주위의 오디오 환경에서의 다른 신호들)은 수화기 무선 마이크로폰(20)에 의하여 픽-업되어, RPU(23)의 FM 수신기(24)로 송신되고, DPDT 스위치(25)를 통하여 핸드셋(28) (핸드셋의 마이크로폰 트랜스듀서는 제거될 수 있음)의 마이크로폰 입력으로 보내지고, 보조무선링크(29)에 의하여 일반 가입자 전화망과 같은 곳으로 전송된다. 보조무선링크(29)로부터 전송된 신호는 핸드셋(28)에 의하여 수신되고, 핸드셋(28)의 스피커 (핸드셋의 스피커는 제거될 수 있음) 출력으로부터 DPDT 스위치(25)를 통하여 신호강화기(26), FM 송신기(27) 및 수화기 핸드셋(21) 수신기로 차례대로 보내진다. 수화기 핸드셋(21) 수신기에서는 그 전송된 신호를 사용자가 들을 수 있는 음향파로 변환한다. 또한 RPU(23)는 FM 수신기에 연결된 "개인용 디지털 보조" 컴퓨터 또는 음성으로 동작되는 장치(도 2에는 도시되지 아니함)로의 직접적인 연결을 포함할 수도 있음에 유의하여야 한다.

수화기 무선 마이크로폰(20) 및 RPU FM 송신기(27)의 RF 출력전력은 FCC 규정에 의하여 88 MHz - 108 MHz 대역에서 -47 dBm (즉 -47 데시벨 / 1 밀리와트 전력레벨) 레벨로 제한될 수 있다 (전계강도(field strength) 한계에 대해서는 47 CFR Ch. 1, Para. 15.239 참조, 전계강도와 송신기 전력 간의 관계는 전체 특징 실시예와 관련하여 논의됨). 이 레벨은 동일한 밴드로 동작하는 상용의 방송 무선국에서 출력되는 RF 전력과 비교하여 낮은 것이다. 결과적으로, 상용 방송 무선국으로부터의 간섭을 피하기 위하여, 또한 상호 간섭없이 가까이 근접해 있는 많은 장치들이 동작할 수 있도록 하기 위하여, 수화기(22)와 RPU(23)에 대한 "확실한(clear)" 동작 주파수 (즉, 적당하게 낮은 간섭레벨을 갖는 동작 주파수)는 동작에 앞서서 (사용 위치에 의존하여) 선택되어야 한다. 간섭 문제 및 RF 송신기 전력 제한은 73 MHz 근처의 "청력 보조장치(auditory assistance device)" 주파수 밴드에서 시스템을 동작시키면 경감될 수 있다. 그러면 RF 송신기 전력은 +2.8 dBm 정도 될 수 있다 (47 CFR Ch. 1, Para. 15.237 참조).

전체 특징을 가진(full-featured) 실시예

바람직한 특징: 본 발명의 전체 특징을 가진 바람직한 실시예에 요구되는 많은 특징들이 고려된다. 광대역 응용에서, 상호 간섭없이 가까이 있는 많은 장치들이 동작될 수 있는 시스템이 바람직하다. 자연적이거나 인위적인 소스로부터의 우연적인 간섭은 그로 인하여 오디오 특성에 중대한 감쇄를 초래하지 않는 한 허용된다. 수화기의 전력 소모는 배터리의 수명

을 연장하기 위하여 작게하는 것이 바람직하며, 재충전용 배터리를 사용하는 것이 바람직하다. 대부분의 사용자에게 보여지지 않도록 하기 위하여 수화기를 면봉의 머리보다 더 작게 하는 것이 바람직하다. 도 1은 바람직한 CIC 형태의 요소를 제공하는 수화기(10)를 도시하고 있다. 바람직한 실시예는 수화기(10)와 RPU(16)이 0.6 미터 (2 피트) 떨어져 있을 때에 동작할 수 있어야 하며, 더 큰 범위가 바람직하다. 입술 읽기(lip reading)을 허용하기 위하여, 주위의 음향신호가 수화기 마이크로폰(12)에 도착하는 시점과 그 대응하여 처리된 음향신호가 수화기 스피커(15)에서 공급되는 시점 사이의 전체 지연이 50 밀리초보다 작은 것이 바람직하다. 소리가 어디로부터 오는지 (스테레오 위치선정; binaural localization)를 알리기 위하여, 랜덤한 왼쪽/오른쪽 수화기의 타이밍 변이가 20 밀리초보다 더 작은 것이 바람직하다. 더 크고 고정된 왼쪽/오른쪽 타이밍 변이는 허용오차 내에서 허용됨을 유의하라. 마이크로폰은 (몸에 착용한다기 보다는) 수화기 안에 놓여지는 것이 바람직하며, 그렇게 함으로써 수화기(10)과 RPU(16) 사이에 있는 기본통신링크(17)가 불통되는 경우에 독립형(stand-alone) 수화기로 동작할 수 있게 하며, 또한 임계 오디오 경로로부터의 바람과 의복 잡음을 감소시키면서 머리 움직임의 가능성을 찾아내어 사용자의 자연스런 방향을 유지할 수 있도록 한다. 몸에 착용하는 (예를 들어, RPU(16) 안의) 보조 마이크로폰이 사용되어 보청기의 파라미터들을 자동으로 설정할 목적으로 배경 잡음을 측정할 수 있음을 유의해야 한다. 시스템의 오디오 밴드폭 (즉, 모든 처리를 통하여 유지되고 각 수화기(10)의 스피커(15)에 유용한 오디오신호 밴드폭)은 6 KHz보다 더 큰 것이 바람직하다. 그렇게 하므로써, 모든 본질적인 음성 정보가 유지될 수 있다. 6 KHz 밴드폭보다 작게 사용한 결과를 평가하기 위하여 "Reference Data for Radio Engineers"에 있는 명료도 인덱스 (anticulation index)의 사용을 보라.

무선 미디어의 선택: RF, (적외선을 포함한) 광학, (초음파를 포함한) 음향파, 유도루프 및 용량성 결합과 같은 다양한 무선 미디어가 본 발명에 사용될 수 있다. 본 발명을 구현함에 있어서, 여기서 자세히 논의되지 아니한 다른 것 (예를 들어, 음향-자기 공진기술) 뿐만 아니라 이러한 형태의 무선통신 어느 것도 사용할 수 있다. 일반적으로 유도루프 및 용량성 결합 무선통신 기술은 양방향 통신시스템에서 보다는 단방향 시스템에 더 적합하기 때문에, 바람직한 실시예에 대한 현재의 설명과 관련하여 이러한 기술에 대해서는 더 이상 논의하지 않는다. 마찬가지로, 효과적으로 의복을 투과할 수 있는 시스템을 제공하는 데 어려움이 있기 때문에, 광학파 및 음향파 접근방법에 대해서도 더 이상 고려하지 않는다. 따라서, 전체특징 실시예에서는 단지 RF 접근방법만이 상세히 설명되며, 이 방법 중 하나는 한정특징 실시예로서 이미 설명된 바 있다.

무선주파수의 선택: 900 MHz - 6 GHz 범위에서의 동작주파수는 EAS (Electronic Article Surveillance) 도난 방지용 시스템과 RF identification tag에 오랫동안 사용되고 있다 (이 시스템과 그와 관련된 부품에 관한 설명에 대해서는 Hewlett Packard "Communications Components Catalog" 참조). EAS 기술은 의복을 투과하고 짧은 범위의 무선 통신 링크를 제공하는 능력이 있다는 것이 증명되었다. 저가의 부품을 사용할 수 있기 때문에 본 발명의 전체특징 실시예는 이 주파수 범위 내에서 바람직하게 동작한다. EAS 및 다른 시스템에 있어서, RF 안테나를 설계하는 간단한 방법은 RF 동작 주파수에서 1/4의 파장을 가지는 도전체(conductor)를 제공하는 것이다 (마르코니 안테나에 관한 설명에 대해서는 "The ARRL Handbook for the Radio Amateur"에 있는 안테나 기본진동파(fundamentals)에 관한 설명 참조). 6 GHz에서 1/4 파장 안테나의 길이는 1.27 cm (1/2 인치)이기 때문에, (비록 안테나(들)이 추출기로서 동작하거나 귓털로서 인식되는 것이 필요하지 않다 하더라도) 이 주파수에서의 안테나는 귓털로서 쉽게 인식될 수 있으며, 또한 보청기 수화기의 추출기(14)로서도 사용할 수 있다. (한정특징 실시예에서 이전에 설명된 것처럼) 6 GHz 보다 낮은 주파수가 사용될 수 있지만, 부품 및 안테나가 일반적으로 커지게 된다. 마찬가지로, 6 GHz 보다 높은 주파수도 또한 본 발명에 사용될 수 있지만, 부품들을 쉽게 입수할 수 없다는 것을 유의하라. 따라서, 안테나 길이가 전형적인 추출기나 귓털의 길이와 같은 최저의 주파수이고, 또한 6 GHz 근처에서 동작하는 소형 부품들을 쉽게 입수할 수 있다는 사실 때문에, 바람직한 실시예의 설명에서는 6 GHz 근처의 주파수 범위가 선택된다.

RF 경로 효과: 반드시 그럴 필요는 없지만, 수화기와 RPU 사이의 경로는 가시선(line-of-sight)인 것이 바람직하다. 가시선 경로가 가능하다는 것을 설명하기 위하여, RPU가 사용자의 배꼽 부분에 위치한다고 가정한다. 완전히 확장되었을 때 0.6 미터 (2 피트)의 길이를 갖는 텔리스코핑 포인터 (telescoping pointer)를 사용하여, 포인터의 한쪽 끝을 배꼽에 놓고 다른 쪽 끝을 귓구멍(ear canal)의 입구에 놓음으로써 머리와 몸의 모든 위치에 대해 RPU와 양쪽 수화기 사이에 직접적인 가시선 경로가 존재한다는 것을 물리적으로 설명할 수 있다. 사용자가 주위를 움직일 때, 포인터는 길이를 변화시키지만 RPU와 수화기 위치 사이의 가시선 경로를 항상 규정한다. (예를 들어, RPU에 대한) 가시선 경로에 추가의 의복 층으로 인한 전송 손실이 최소화되며, 6 GHz 에서의 RF 신호는 신체 조직의 얇은 층들을 항상 투과할 수 있다. 특히, 피부깊이(skin depth)는 입사된 RF 평면파의 전력이 피부 표면에서의 값의 0.135배 (즉, 8.7 dB 손실)인 깊이로서 정의되는 데, 이는 6 GHz에서 약 7 mm (0.28 인치)이다 (상세하게는 "Radiofrequency Radiation Dosimetry Handbook" DTIC ADA 180678 참조). 따라서, 비록 인체가 6 GHz 에서의 RF 신호를 효과적으로 차단하고 대부분의 에너지가 피부표면에서 흡수되지만, 어느 정도의 RF 신호는 상대적으로 얇은 귀연골 조직을 투과한다.

자유 공간 경로의 손실: 수화기와 RPU 사이에 가시선 경로가 존재한다고 가정하더라도, 6 GHz RF 신호의 전송전력 손실은 매우 높다. 자유 공간 경로의 손실을 dB로 나타내면 96.58 + 20 [log (범위(miles) x 주파수(GHz)) 또는 92.45 + 20 [log ((범위(kilometer) x 주파수(GHz)) 로 표현할 수 있다. 이 유도에 대해서는 "Reference Data for Radio Engineers"에서 공간통신경로의 손실에 관한 논의를 보라. 6 GHz에서 대략적인 자유공간경로의 손실값은 0.9 m (3 피트)에서 47 dB, 3 m (9 피트)에서 57 dB, 그리고 9 m (30 피트)에서 67 dB이다. 3 dB의 손실은 신호전력의 절반을 손실하는 것과 대응하고, 또한 다른 신호의 전력레벨보다 20 dB 낮은 전력레벨을 갖는 신호의 전력은 다른 신호의 전력의 1%에 불과하기 때문에, 송신기 및 수신기에 등방성(전방향성) 안테나가 사용된다면 9 m (30 피트)의 범위에서 수신된 6 GHz 신호의 전력은 0.9 m (3 피트)의 범위에서 수신된 신호전력의 1%에 불과하다. 많은 시스템에서, 추가의 이득을 제공하는 고지향성 안테나들 (한 안테나를 링크의 송신부 끝에, 그리고 다른 안테나를 수신부 끝에 구비하고, 각 안테나에 대해 전형적으로 + 28 dB)를 사용하여 경로손실을 극복한다. 그러나, 본 발명의 응용에서는 물리적으로 크고 고이득의 안테나를 사용하지 않는다. 전송경로손실을 줄이기 위하여 소형 안테나를 사용하는 기술은 본 발명에, 특히 RPU에 적용될 수 있으며, 다른 방법들도 가능하다. 예를 들어, 도 9는 세 개의 안테나가 RPU에 여러 방향으로 위치되게 하는 간단한 방법을 도시하고 있으며, 원한다면 더 많은 안테나가 사용될 수 있다. 안테나(900)은 (디지탈신호 처리기 DSP(948)의 제어 하에 제어신호(966)를 통하여) 스위치(902)에 의하여 선택되며, 한편으로 안테나(960)은 (디지탈신호 처리기 DSP(948)의 제어 하에 제어신호(964)를 통하여) 스위치(962)에 의하여 비선택되며, 또한 안테나(970)은 (디지탈신호 처리기 DSP(948)의 제어 하에 제어신호(968)를 통하여) 스위치(904)에 의하여 비선택된다. RF 스위치(902, 904, 962)는 종래에 알려진 PIN 다이오드와 같은 것을 사용하여 제조될 수 있다. "다이버시티 스위칭(diversity switching)"으로 알려진 안테나 선택과정은 DSP(948)에 의하여 자동으로 제어되며, 최고의 링크 신뢰성(이는 최소의 패리티 에러를 말하는 것으로, 후술됨)을 갖게 하는 안테나는 사용 중인 DSP(948)에 의하여 선택된다. 전자적으로 위상조정된 배열(electronically steered phased array)과 같이 종래에 알려진 다른 기술들도 역시 사용될 수 있다.

동작전력 제한: 적절한 요구조건이 충족되는 한 많은 주파수 밴드들에서 동작이 가능하다. 전체특징 실시예의 동작을 설명하는 데에 있어서, 6 GHz보다 조금 낮은 주파수 밴드인 5725 - 5875 MHz ISM (Industrial, Scientific and Medical) 밴드가 사용된다. 이 밴드에서의 비인가된 동작은 미국에서 47 CFR Ch. 1, Para. 15.249에 의하여 통제되며, 본 발명이 사용되는 나라에 따라 다른 제약이 따를 수도 있다. 현재의 논의에서, 미국연방 통신위원회에 의해 부여된 제약조건만을 고려한다. 5725 MHz - 5875 MHz ISM 밴드에서, 3 미터에서 평균 전계강도는 50 mV/meter 보다 작아야만 한다. 등방성 송신안테나(radiator)에서, 전력(와트)은 전계강도(V/meter)와 범위(미터)를 곱한 것을 제곱한 것의 3.33%로 표현된다. 이 유도에 대해서는 "Manual of Regulations and Procedures for Federal Radio Frequency Management"의 부록 K 뿐만 아니라 "Reference Data for Radio Engineers"에서, 안테나에 관한 부분, 특히 자유공간에서 안테나로부터의 전계강도 및 방사전력과 관련된 부분을 보라. 지정된 범위 3 미터 및 전계강도 50 mV/meter에 대해, 그 평균전력 한계는 0.75 mW (-1.25 dBm)이다. 20 dB (10의 인자)보다 더 높은 피크 전계강도 값 (500 mV/meter)이 허용되며, 이는 피크 전력한계가 75 mW (+ 18.75 dBm)가 되도록 한다. 다른 제약들도 적용될 수 있지만, 이러한 제약들은 표준 설계 실무에 의하여 쉽게 충족되게 할 수 있다(47 CFR Part 15, Subpart C--Intentional Radiators).

잠재적인 간섭원(interference source): 비록 6 GHz 근처의 ISM 밴드에서의 장치의 동작을 통제하는 법률들에 의하여 RF 전송전력이 상대적으로 낮은 레벨로 제한되지만, 이러한 제약으로 인하여 다른 장비가 간섭하지 않도록 확실히 하는데 도움이 된다. 근처의 다른 보청기로부터의 간섭은 시분할 다중방식(후술됨)에 의하여 제거된다. (종래에 "다중경로(multipath)"로 알려진) 멀리 떨어진 표면에서 신호 반사로부터의 간섭은 왕복의 자유공간경로의 손실에 의하여 제거된다. 본 발명에 사용된 데이터율이 비교적 낮기 때문에 가까운 표면으로부터의 반사에는 영향을 받지 않는다. 근처의 다른 저전력 장비로부터의 간섭은 전술한 바와 같은 자유공간 경로 손실에 의하여 최소화된다. 고전력 ISM 장비 (전형적으로, 고이득을 갖는 포인트-투-포인트 통신링크) 로부터의 간섭은 사용자가 좁은 고전력 빔을 벗어나게 움직이므로써 제거된다. 제안된 유럽의 자동차 전자 통화료 징수 시스템은 5.8 GHz의 고전력 펄스를 사용하지만, 차가 움직이고 있어 이를 차폐한다. 공항이나 텔레비젼 방송국에서 사용되는 것과 같은 고전력 기상 레이다는 관심의 대상인 ISM 밴드보다 75 MHz 낮은 5650 MHz 이하에서 동작한다. 따라서, 현재로서는 이 비인가 장비를 동작시키는 데 6 GHz 근처의 ISM 밴드를 선택하는 것이 적당하다.

RF 시스템 동작: 본 발명의 전체특징 실시예를 이해하는 데에는 항공전자공학 설계분야의 지식, 특히 모드 S 항공교통 제어 보조 레이다 시스템에 관한 지식이 도움이 된다 ("U.S. National Aviation Standard for the Mode Select Beacon System, Appendix 1 to DOT FAA Order 6365.1A" 참조). 모드 S 항공교통 제어시스템에 있어서, (인테로게이터(interrogator)로서 알려진) 지면-기반의 장비는 (호출신호(interrogation)로서 알려진) 신호를 (비행기에 갖추어진 트랜스폰더(transmitter responder)로서 알려진) 개인적인 질문장치로 전송한다. 트랜스폰더에 의하여 적절히 어드레스된 호출신호 (즉, 호출신호 내의 어드레스 비트들은 트랜스폰더의 내부 어드레스와 매치함)는 응답(reply)으로서 알려진 신호를 이끌어낸다. 이 응답신호는 트랜스폰더에 의하여 전송되어, 인테로게이터에서 응답처리회로에 의하여 수신된다. 따라서, 트랜스폰더는 적당한 호출신호를 성공적으로 수신한 후에 송신(반응)만 하는 특수한 타입의 트랜시버(transceiver)이다. 도 1에 도시된 보청기 시스템에 있어서, RPU(16)는 다른 회로 사이에 디지털 마이크로파 신호를 발생 및 수신하기에 적합한 인테로게이터 시스템 및 응답처리기를 포함한다. 비록 종래에 잘 알려진 아날로그 변조기술 (예를 들어, 한정특징 실시예에서 사용된 것과 같은 주파수변조)도 또한 전체특징 실시예에 사용될 수 있지만, 여기서는 디지털 기술만을 자세히 설명한다. 각 수화기(10)은 바르게 어드레스된 호출신호에 반응하여 응답신호를 발생하는 트랜스폰더(본 예에서는 트랜시버(13))를 포함한다. 기본 RF 링크(17)를 통하여 RPU(16)로부터 수화기(10)의 트랜스폰더(13)로의 호출신호는 동기펄스, 좌/우측(L/R) 선택비트, 트랜스폰더 어드레스, RPU(16)에서 수화기(10)로의 오디오 데이터, 보조 비트(후술됨) 및 비변조된 캐리어 구간으로 구성된다. 수화기(10) 트랜스폰더(13)로부터 RPU(16)의 응답처리기로의 응답신호는 동기신호, 수화기(10)로부터 RPU(16)로의 오디오 데이터, 보조 비트 및 패리티 비트를 포함한다. 여기서 설명된 기술을 사용하면, 인테로게이터 어드레스가 필요치 않으며, 트랜스폰더는 인테로게이터로부터의 비변조 캐리어를 변조하여 응답을 발생시키며, 또한 수화기(10)의 트랜스폰더(13)에 마이크로파 (6 GHz) 오실레이터나 증폭기가 요구되지 않는다. 비록 수화기(10)의 트랜스폰더(13)에 마이크로파 오실레이터나 증폭기를 사용하는 것이 물리적으로는 가능하고, 또한 어떤 경우에는 그렇게 하는 것이 더 도음이 된다고 하더라도, 여기서 설명되는 전체특징 실시예에서는 사이즈와 전력소모를 최소화하기 위하여 수화기(10)에 이러한 장치를 놓는 것을 피한다. 도 2의 한정특징 실시예에서는 수화기(22)의 무선 마이크로폰(20) 및 핸드셋(21)에 오실레이터와 증폭기를 사용한 것에 주목하라. 어떤 응용에서는, 서로 통신하는 복수의 RPU들을 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 응용의 경우, 각 RPU는, 예를 들어 RPU의 내부 회로 부분으로서 완전히 어드레스할 수 있는 트랜스폰더를 포함할 수 있다. 그러면 RPU들 사이의 통신은 여기서 설명된 RPU와 수화기 사이의 통신과 같은 방법으로 수행된다.

호출신호 및 응답 주파수 밴드: 모드 S 시스템과 전체특징 실시예의 보청기 시스템 간의 많은 차이 중 하나는 그 동작주파수이다. 모드 S 시스템이 호출신호에 대해 1030 MHz의 중심주파수를, 그리고 응답신호에 대해 1090 MHz의 중간주파수를 사용하는 반면에, 도 3의 상대적인 스펙트럼 크기 도면에 도시된 바와 같이, 보청기는 호출신호에 대해 5760 MHz의 중심주파수를, 그리고 응답신호에 대해 5820 MHz의 중간주파수를 사용한다. 그러나, 전형적인 보청기 및 모드 S 시스템 둘다 그 사이주파수(Intermediate frequency; IF)는 모두 60 MHz (호출신호와 응답신호의 중간주파수들 간의 차이)이어서, 표준적인 소형 부품을 사용할 수 있게 한다. 다른 차이점은 모드 S 응답은 1 MHz 데이터율로 PPM (Pulse Position Modulation; 펄스위치변조) 변조를 사용하여 2.6 MHz 3 dB의 밴드폭, 그리고 14 MHz 20 dB의 밴드폭을 초래하는 반면, 도 3에 도시된 바와 같이, 보청기의 호출신호는 5 MHz 데이터율로 (수화기 트랜스폰더 RF 디자인을 단순화하기 위하여) PPM 변조를 사용하여 13 MHz 3 dB의 밴드폭, 그리고 70 MHz 20 dB의 밴드폭을 초래한다는 점이다. 이러한 밴드폭은 신호 밴드폭으로 알려져 있는데, 이 밴드폭을 작게 하는 RF 또는 IF 필터를 사용하면 신호파형의 감쇄를 초래할 수 있으며, 한편으로 더 큰 밴드폭을 사용하면 잡음과 간섭에 기인한 감쇄의 가능성을 증가시킨다는 점을 유의하여야 한다. 모드 S 호출신호는 4 MHz 데이터율로 DPSK (Differential Phase Shift Keying; 차동위상천이키잉) 변조를 사용하여 8 MHz 6 dB의 밴드폭, 그리고 20 MHz 19 dB의 밴드폭을 초래하는 반면, 도 3에 도시된 바와 같이, 보청기의 응답은 20 MHz 데이터율로 (저전력 레벨에서 우수한 잡음 면역 특성을 위하여) DPSK 변조를 사용하여 40 MHz 6 dB의 밴드폭, 그리고 100 MHz 19 dB의 밴드폭을 초래한다. 수화기 트랜스폰더 응답 동안, RPU 인테로게이터는 5760 MHz에서 비변조된 캐리어 펄스를 송신하는데, 그 좁은 밴드폭 때문에 5770 MHz - 5870 MHz 19 dB의 신호 밴드폭에 포함된 응답신호 정보와 갑섭하지 않음에 주목하라. (주파수천이키잉변조와 같은) 다른 변조기술들도 여기에 설명된 기술 대신에 쉽게 사용될 수 있지만, 전체특징 실시예의 설명에서는 광범위한 사용, 풍부한 자료 및 부품 가용성 등에 기초하여 여기서 설명된 변조기술들이 선택되었다. 마찬가지로, 데이터율, 전력레벨, 호출신호 주파수, 응답신호 주파수 및 사이 주파수(IF) 등도 여기서 설명된 것과 다른 것이 또한 사용될 수 있다.

수화기 트랜스폰더 RF 회로의 단순화된 설계와 동작: 전형적인 수화기 트랜스폰더 RF 회로의 단순화된 설계가 도 4에 도시되어 있다. 도 4에 도시된 회로의 기능은 도 8의 전체 수화기 블록도에서 RF 변복조기(805)로서 나타나 있다. RF 변복조기(805)의 기능을 종래에 잘 알려진 다른 회로로도 구현할 수 있지만, 여기서는 도 4의 회로만이 설명을 위하여 사용된다. 간략화를 위하여, 부분들을 서로 정합시키는 임피던스 변환기는 도시되지 않았으며 (1/4파 변환기의 설명에 대하여 "The ARRL Handbook for the Radio Amateur" 참조), 이러한 변환기는 큰 부피를 차지하지는 않는다. (현재 귓구멍 방향에 기인한) 수평분극을 갖는 (도 4 및 도 8에 도시된) 단일 1/4파 마르코니 안테나(40)가 호출 및 응답 모두에 사용되며, 그렇다 하더라도 다른 안테나 구성들도 가능하다. 본 예에서, 안테나(40)은 호출신호 중간주파수인 5760 MHz와 응답신호 중간주파수인 5820 MHz 사이의 중간주파수인 5790 MHz에서 1/4 파장이며, 그 결과 비정합 손실을 작게 한다. 원한다면, 안테나(40)의 길이를 수화기 추출기 역할로도 사용할 수 있는 길이로 한다. 직렬 공진회로(41, 42)는 공진 시에 낮은 임피던스를 나타내고 공진 이외에는 높은 임피던스를 나타내는 실제적으로 높은 양호도를 갖는 절연 공진기이다. 이 공진기들은 높은 절연상수를 갖는 물질로 주문제작될 수 있으며, 마이크로 스트립라인 (microstripline) 회로 안에 직접 놓기에 적합하다 (설계 정보를 위하여 Dielectric Laboratories의 CAPCAD 카타로그 참조). 공진기는 0.25 mm (0.01 인치) 두께, 0.5 mm (0.02 인치) 폭 및 2.5 mm (0.1 인치) 길이의 전형적인 치수를 갖는다. 회로 동작을 설명하기 위하여, 먼저 수화기 트랜스폰더가 어떠한 호출신호도 검출하지 않았고 응답신호를 전송하는 과정에 있지 않다고 가정한다. 특히, 도 5를 참조하여, 수화기 회로는 호출 구간(50)도 응답 구간(52)도 아닌 시간 동안인 정지상태에 있는 것으로 가정한다. 트랜스폰더 RF 회로는 정지상태에서 단지 적은 양의 전력만이 요구되며, 이 상태에서 트랜스폰더는 RPU 인테로게이터로부터의 동기펄스를 계속하여 탐색한다. (HP 5082-2207과 같은) 미디엄 장벽 쇼트키 다이오드 (Medium Barrier Schottky Diode) (43)는 다이오드(43)으로 인가되는 고정 바이어스 전압(44)에 의하여 그와 연결된 RL (저항-인덕터) 회로(45)를 통하여 정방향으로 약하게 바이어스되어 있다. 원한다면 (HP HSMS-0005와 같은) 영(zero) 바이어스 다이오드도 사용될 수 있으며, 그러면 바이어스 전압(44)과 그와 연결된 RL 회로(45)를 필요로 하지 않게 됨에 유의하라. 다른 RL 회로(46)을 통하여 다이오드(43)에 인가되는 V1에서의 전압은 응답 구간(52) 동안을 제외한 모든 시간에서 접지 (0 볼트) 가까운 값을 가지고 있다. 호출신호 PPM RF 펄스가 수신되었을 때, 그 펄스들은 쇼트키 다이오드(43)에 의하여 검출되고, 계속해서 인덕터(47)를 통하여 전압점 V2에 베이스밴드 비디오 펄스로서 나타난다. V2에 나타나는 전형적인 펄스는 도 5에서 RPU 호출신호(51)의 호출 구간(50) 부분으로서 도시되어 있다. PPM 호출신호의 베이스밴드 비디오 펄스는 비디오 증폭기(810) 및 그 뒤의 비디오 펄스 양자화기 회로(815)에 의하여 처리되어, 호출 데이터 레지스터(820)에 저장할 비트들을 얻을 수 있다. 이들 회로는 종래에 잘 알려져 있으므로 여기서는 상세하게 설명하지 않는다 (모드 S 시스템에 적용된 이러한 회로들에 대한 상세한 내용은 "TCAS Experimental Unit Hardware Description" NTIS ADA-169870 참조). 비디오 증폭기(810)는 비교적 한정된 동적 범위를 필요로 하기 때문에, 모드 S 시스템에 종종 사용되는 대수(logarithmic) 증폭기는 보청기 응용에서 전형적으로 필요로 하지 않으며, 자동이득제어 (AGC) 회로가 그 대신에 사용될 수 있다. 호출 구간(50)이 종료된 후, RPU 인테로게이터는 응답 구간(52) 동안 비변조된 5760 MHz 캐리어 펄스를 송신한다. 응답 구간(52) 동안, (변조기(830)을 통하여) 변조된 저전력의 60 MHz 오실레이터(835) 신호가 전압점 V1으로 인가되어, 60 MHz에서 다이오드(43)를 턴-온 및 턴-오프하고 믹서로서 동작하도록 한다. 믹서 다이오드(43)는 5700 MHz의 차 주파수와 5820 MHz의 합 주파수에 중심을 둔 주파수 성분을 발생한다. 5820 MHz 합성분은 공진기(42)를 통하여 지나가고, 수화기 트랜스폰더 안테나(40)에서 RPU 응답 처리기 회로로 무선으로 전송되는 응답신호를 형성한다. 수화기 60 MHz 오실레이터(835)는 응답 구간에서만 턴-온되는데, DPSK 응답 데이터를 발생할 때를 맞춰 특정 포인트에서 위상을 변화시킨다. 이러한 동작에 대한 상세한 설명은 도 8에 도시되어 있는데, 60 MHz 오실레이터(835)의 출력은 RF 변복조기 회로(805)로 인가되기 전에 변조기(830)에 의하여 위상 변조된다 (즉, 후술되는 부호화 기술을 사용하여, DPSK 부호화 비트의 값에 따라 + 1 또는 -1 값으로 곱해져서, 응답 데이터 레지스터(825)에 저장된다). (60 MHz 오실레이터(835)에 대한 전력 제어와 같은) 모든 수화기 기능들은 주문형 반도체(ASIC) (845)에 의하여 제어됨에 유의하라. ASIC(845)는 ECI 반도체 P576 주문형 프로그램가능한 선형/디지털 게이트 어레이와 유사한 저전력 저전압 장치일 수 있다. 도 8에서 명확함을 위하여 별도로 도시된 블록들, 예컨대 응답 데이터 레지스터(825) 등과 같은 많은 기능들이 ASIC(845) 안에 구현될 수도 있다.

원격 처리부 인테로게이터 및 응답 프로세서: 도 9에 도시된 RPU는 종래에 잘 알려진 다양한 부품 중 어느 것이라도 사용할 수 있다. DSP 948은 몇 개의 집적회로들, 예를 들어 모토롤러 DSP56L002 단일-칩 디지털 신호처리기, 모토롤러 DSP56200 종속접속에 적합한(cascadable-adaptive) 디지털 필터 칩 및 종래에 잘 알려진 보조 메모리 장치들과 같은 것을 포함할 수 있다. 절연 공진 오실레이터와 같은 소형 부품은 마이크로파 오실레이터(908)에 유용하며, 표준 지연/곱셈 복조회로(934) 내에 있는 SAW (Surface Acoustic Wave; 표면 음향파) 또는 BAW (Glass Bulk Acoustic Wave) 딜레이 라인들(936)을 사용하여 DPSK 응답이 복호화될 수 있다. 우수한 잡음 면역특성을 이룰 수 있는 다른 복조기가 지연/곱셈 회로(934) 대신에 캐리어 복원을 위한 제곱루프 구성 내에 PLL (Phase Locked Loop)를 사용하여 구현될 수 있다. 이러한 가간섭성(coherent) 검출기술을 사용하여 DPSK 파형을 복호화하는 것은 DECPSK (Differentially Encoded Coherent Phase Shift Keying)으로서 종래에 알려져 있다. 저잡음 부정규형의 높은 전자 이동도를 갖는 트랜지스터 (예를 들어, HP ATF-36077)를 사용한 증폭기가 필요에 따라 (예를 들어, 순환기(circulator) (906)와 경로 스위치(922) 사이에) 사용될 수 있으며, 이러한 증폭기는 도 9에 개별적으로 나타내지 않는다. 도 9에 도시된 모든 스위치들은 PIN 다이오드와 같은 것을 사용하여 구현될 수 있는 RF 스위치이다. DSP(948)로부터 RF 스위치들로의 스위치 제어 연결이 도 9에 명료하게 도시되어 있으며, 모든 스위치들은 지시에 따라 변할 때까지 도시된 바와 같은 설정상태를 유지한다. 선택된 안테나(900), 안테나 선택 스위치(902), 순환기(906), (응답 구간 동안은 DSP(948)에 의하여 제어신호(976)을 통하여 도 9에 도시된 위치와 반대 위치로 설정된) 경로 스위치(922), 대역통과필터(928) 및 IF 믹서(930)을 RF 응답이 거치면서, 도 9에 도시된 시스템은 수신된 응답을 복조한다. IF 믹서(930)은 (응답 구간 동안은 DSP(948)에 의하여 제어신호(972)을 통하여 도 9에 도시된 위치와 반대 위치로 설정된) 스위치(910) 및 전력 분배기(920)를 통하여 5760 MHz 오실레이터(908)로부터 전송된 작은 량의 RF 전력과 응답을 혼합하여 응답을 다운-변환한다. 그 결과 DPSK 응답은 60 MHz의 중간주파수, 100 MHz의 밴드폭을 가지며, 대역통과필터(932)를 통하여 DPSK 복조기(934)로 전달된다. 본 예에서, DPSK 복조기(934)는 50 nsec의 딜레이 라인(936) 및 곱셈기(938)로 구성된다. 그 결과로 나온 비트들은 응답 데이터 레지스터(940)에 저장되어, DSP(948)에서 처리된다.

시분할 다중방식: 여기서 상세히 설명된 본 발명의 실시예에서, 모든 RPU의 인테로게이터는 호출신호에 대해 예를 들어 5760 MHz를 중심으로 한 하나의 주파수 밴드를 공유하고, 한편 모든 수화기의 트랜스폰더는 응답에 대해 예를 들어 5820 MHz를 중심으로 한 다른 주파수 밴드를 공유한다. 여기서 상술된 실시예에서의 호출신호 (및 그에 따라 응답신호 또한) 시분할 다중기술을 사용하여 "충돌(collision)"되지 않도록 시간조정되어야 한다. 각 RPU는 RPU 인테로게이터가 송신하고 있지 않는 때에만 동작하는 "스니퍼(sniffer)"라고 종래에 알려진 회로를 포함하며, 이 회로는 다른 인테로게이터의 존재를 검출한다. 이 처리는 "클리어 채널 평가(clear channel assessment)"라고 종래에 알려져 있다. (본 예에서, 주로 쇼트키 다이오드 및 수화기 트렌스폰더에 사용된 것과 비슷한 다른 회로로 구성될 수 있는) 스니퍼는 근처의 인테로게이터가 송신하고 있는 동안의 시간 구간 뿐만 아니라 다른 인테로게이터가 근처에 있는지의 여부를 RPU로 하여금 결정할 수 있도

록 한다. 도 9에 도시된 바와 같이, 그 결과는 다른 유니트로부터의 RF 호출신호가 선택된 안테나(900)으로부터 안테나 선택 스위치(902), 순환기(906), 경로 스위치(922) 및 대역통과필터(924)를 통하여 스니퍼(926)로 전달되면서 이루어지며, 다른 인테로게이터의 존재를 DSP(948)에게 알려 준다. 시간은 "슬롯(slots)"으로 분할되며, 한 슬롯은 특정 기간의 시간 구간으로서 정의되며, 하나의 호출신호/응답신호 사이클이 하나의 시간슬롯에서 일어난다. 도 5를 참조하면, 하나의 시간슬롯은 호출 구간(50) 및 그에 대응하는 응답 구간(52)으로 된 기간으로 구성된다. 가능할 때마다, 인테로게이터는 (후술되는) 오디오신호 샘플링율에 의존하는 평균 반복 주파수로, 어떤 점유된 시간슬롯에 즉시 뒤따르는 다른 점유되지 않은 시간슬롯으로 송신한다. 이러한 방법을 사용하면, 어떤 시간슬롯을 공유할 필요도 없이 많은 인테로게이터들 및 트랜스폰더들이 가까이 근처에서 동작할 수 있다. 간섭의 존재가 RPU에 의하여 검출되었을 때, 그것은 높은 응답 실패율 (패리티 에러 또는 선택된 트랜스폰더로부터의 무응답)에 의하여 표시된다. 어느 정도의 응답이 실패 (예를 들어, 0.05 초 구간에서 1% 실패)한 후, 랜덤하게 선택된 근처의 시스템 (만일 어떤 근처의 시스템이 검출되면)으로부터의 응답에 즉시 뒤따르는 비점유 시간슬롯으로 인테로게이터가 스위치한다. 만일 비점유 시간슬롯을 사용할 수 없으면, 원하는 트랜스폰더와 성공적인 통신이 확립될 때까지 인테로게이터는 랜덤하게 선택된 점유 슬롯으로 단일 호출신호를 송신한다. 또한 RPU의 인테로게이터 및 선택된 수화기의 트랜스폰더 사이의 신뢰성있는 링크를 확립하는데 도움이 되도록 다른 RPU 안테나가 선택될 수 있다. RPU 인테로게이터가 하나 이상의 수화기 트랜스폰더와 통신해야만 한다면, 시간슬롯 및 안테나 선택정보는 각 트랜스폰더에 대해 별도로 RPU DSP(948)에 저장된다. 시간슬롯 선택 절차는 후술되는 상대적인 기하학적 고려에 의존하여, 다른 인테로게이터에게 간섭에 기인한 그들 시간슬롯의 선택을 바꾸도록 시키거나 그렇지 않게 할 수 있다. 그러나, 모든 경우에서, 방금 설명된 절차에 의하여 많은 수의 비슷한 장치가 최악의 상호 RF 간섭을 받는 기하학적 조건 하에 있더라도 가까이 근접하여 동작할 수 있도록 할 수 있다.

파형 설계: 이 분야의 기술자는 매우 다양한 파형 설계가 가능하다는 것을 알 수 있을 것이며, (확산 스펙트럼, 코드-분할 다중-억세스 및 주파수-호프(frequency-hopped) 파형을 포함한) 다양한 기술에 관한 논의는 이 명세서의 영역을 넘는 것이다. 본 발명의 동작은 다른 많은 파형이 전체 실현에 가능하다 하더라도, 도 5에 도시된 파형 예를 고려함으로써 가장 잘 설명될 수 있다. 5600 nsec의 기간을 가진 호출 구간(50) 동안, RPU는 5 메가비트/초 PPM 인테로게이터 파형을 송신하고, 그에 관한 크기 포락선 대 시간 도면(51)이 도 5에 도시되어 있다. 호출신호는 100 nsec 또는 200 nsec의 기간, 5760 MHz의 중심주파수 및 + 1.3 dBm (1.35 mW)을 갖는 일련의 RF 신호로 구성된다. 원하는 호출신호 파형을 발생하기 위한 회로의 블록도가 도 9에 도시되어 있으며, 5760 MHz 오실레이터(908)의 출력은 스위치(910)에 의하여 감쇄기(912)로 연결되며, 감쇄기(912)는 호출신호의 레벨을 설정한다. 호출 데이터 레지스터(942)로부터의 직렬 이진 데이터가 스위치(914)로 하여금 턴-온 및 턴-오프하게 할 때 호출 구간(50) 동안에 호출신호 파형(51)의 PPM 부분이 발생된다. 그 결과의 RF 파형은 대역통과필터(916)에서 필터링되고 스위치(918)에 의하여 순환기(906)로 전달되어, 스위치(902)를 통하여 선택된 안테나(900)으로 보내진다. 호출 구간(50) 동안 수화기로부터 아무런 신호가 전송되지 않는다. 응답 구간(52) 동안, 550 nsec 기간, 5760 MHz의 주파수 및 + 16.8 dBm (48 mW)을 갖는 단일 비변조 RF 펄스를 송신한다. 5760 MHz 오실레이터(908)의 출력은 (응답 구간 동안 DSP(948)에 의하여 제어신호(972)를 통하여 도 9에 도시된 위치와 반대 위치로 설정된) 스위치(910), 전력 분배기(920), (응답 구간 동안 DSP(948)에 의하여 제어신호(974)를 통하여 도 9에 도시된 위치와 반대 위치로 설정된) 스위치(918), 순환기(906) 및 안테나 선택 스위치(902)을 경유하여, 선택된 안테나(900)로 보내질 때, 상기 펄스가 발생된다. 단일 호출/응답 사이클의 기간으로 규정된 각 시간슬롯은 6150 nsec이다. 응답 구간(52) 동안, 수화기는 20 메가비트/초 DPSK 응답신호 파형을 송신하고, 그에 관한 크기 포락선 대 시간 도면(53)이 도 5에 도시되어 있다. 그 응답신호는 50 nsec 간격으로 가능한 위상 반전을 갖는 550 nsec 기간, 5820 MHz의 중간주파수 및 약 -37 dBm (0.0002 mW)의 전력레벨을 갖는 단일 RF 펄스로 구성된다. 모노럴 시스템 (하나의 RPU 및 하나의 수화기)에서, 하나의 호출/응답 사이클이 매 80 마이크로초 당 한번 (12.5 KHz 반복 주파수) 발생한다. 스테레오 시스템 (하나의 RPU 및 둘의 수화기)에서, 둘의 호출/응답 사이클 (각 수화기에 대해서는 하나의 사이클)이 매 80 마이크로초 간격 이내에 발생하며, 평균적으로 하나의 호출/응답 사이클이 매 40 마이크로초마다 (25 KHz 평균 반복 주파수) 발생한다. 설명을 간단하게 하기 위하여, 본 발명의 설명에서는 모든 타이밍이 60 MHz IF와 연결된다. 특히, 60 MHz 파형의 세 주기는 50 nsec의 전체 구간을 가지며, 복수의 50 nsec 구간은 PPM 및 DPSK 데이터 양자의 타이밍에 사용된다. 평균 반복 주기는 1600x50 nsec = 80 마이크로초 이다. 호출신호 중심주파수는 60 MHz x 96 = 5760 MHz 이고, 응답신호 중심주파수는 60 MHz x 97 = 5820 MHz 이다. 따라서, 적당한 주파수 (예를 들어, 1 MHz)의 단일 오실레이터가 주어지면, 적당한 주파수 분할 (예를 들어, 25 KHz는 1 MHz를 40으로 나누어 얻는다), 또는 주파수 승산 (예를 들어, 60 MHz는 1 MHz에 60을 곱하여 얻는다)에 의하여 모든 다른 필요한 시스템 주파수들을 발생시킬 수 있다.

호출신호 데이터 포맷: 호출신호(51)은 첫 번째 펄스에 앞서서 100 nsec "갭(gap)", 즉 RF 전송이 발생되지 않는 동안의 보호구간으로 시작한다. 갭에 의하여, 첫 번째 호출신호 펄스의 시작엣지를 명확하게 검출할 수 있으며, 이전에 어떤 근처 시스템으로부터 온 응답 펄스를 검출될 수 없는 레벨로 감쇄시키기 위한 적당한 시간을 확보할 수 있다. 첫 번째 호출신호 펄스는 100 nsec의 구간을 가지며, 그 뒤에는 RF 전송이 발생되지 않는 동안인 300 nsec 구간이 나타난다. 이것은 독특한 펄스열을 형성하며, 이는 종래에 동기펄스로 알려져 있는데, PPM 동기 목적으로 사용된다. 나머지 PPM 데이터 펄스는 규칙적이고 일정한 200 nsec 비트 간격 으로 발생된다. 만일 데이터 비트의 값이 로직 "1"이면, 그 비트 구간의 첫 100 nsec에서 RF 펄스가 송신되고 그 다음 100 nsec에서는 RF 펄스가 송신되지 않는다. 마찬가지로, 만일 데이터 비트의 값이 로직 "0"이면, 그 비트 구간의 첫 100 nsec에서는 RF 펄스가 송신되지 않고 그 다음 100 nsec에서 RF 펄스가 송신된다. L/R로 표시된 첫 번째 데이터 비트는 왼쪽 또는 오른쪽 중 어느 쪽의 수화기가 어드레스되었는 지를 나타낸다. 만일 L/R 비트가 로직 "1"이면, 왼쪽 수화기가 어드레스되고, 만일 L/R 비트가 로직 "0"이면, 오른쪽 수화기가 어드레스된다. 오른쪽 (왼쪽) 수화기는 즉시 왼쪽 (오른쪽) 수화기로 어드레스된 호출신호의 검출에 관한 처리를 즉각 중지할 것이며, 그런 다음 다른 동기신호를 탐색하게 될 것임을 지적해 둔다. 도 8에 도시된 바와 같이, 호출신호 데이터 레지스터(820)에 있는 비트들에 대한 처리는 예를 들어 수화기 ASIC(845)에서 일어난다. 데이터 스트림의 처음에 L/R 비트를 놓으면, 주어진 인테로게이터의 범위 내에 있는 모든 수화기의 50%로 하여금 가능한 한 빨리 호출신호의 처리를 멈출 수 있게 한다. L/R 비트 다음에는 15 비트 어드레스가 오는데, 그 최상위 (MSB) 비트가 먼저 송신된다. 수화기 ASIC(845)는 어드레스 뿐만 아니라 L/R 비트를 복호화하며, 내부에 미리 지정된 L/R 비트나 어드레스 (디폴트 파라미터 저장부(870)에 저장되어 있는 것임)와 매칭하지 않음을 검출하면 가능한 한 빨리 호출신호의 처리를 중단한다. 15 비트 어드레스는 사용자의 생일 및 "89 진법에 의한 연도(year modulo 89)"에 대응되도록 하여, 일반인들을 통하여 비교적 일정한 어드레스 코드의 분포를 갖도록 한다. 어드레스의 모든 비트가 "0"이거나 "1"이 되는 것은 허용되지 않으며, 모두 "0"이거나 "1"인 상태는 대개 시스템 고장을 나타낸다. 1969년 7월 20일 생의 사용자는 1의 어드레스를 가지며, 1969년 7월 21일 생의 사용자는 2의 어드레스를 가지며, 전체 32,508일 (약 89년)에 대해 그 순서가 되풀이 시작된다. 15비트의 어드레스 비트는 32,768 가지의 숫자를 나타낼 수 있으며, 258의 나머지 사용되지 않은 어드레스 코드는 장애자에게 특정 정보 서비스를 전하기 위한 고정 위치 RF 송신기로부터의 "방송" 모드 호출신호와 같은 특정 기능을 위해 남겨둘 수 있다. 또한 인공귀 전극 구동부와 같은 시스템 부품이 잘못 놓여지면 정상 동작상태에서 신호를 송신할 수 없는데, 그 예비 코드는 그 잘못 놓인 부품에 대해 무선으로 위치 찾기를 하는 절차에서도 사용될 수 있음에 유의하라. 비록 여기에 설명된 어드레스 지정방법이 개인비밀을 완전히 보장하지는 못하지만, 이 시스템의 15 비트 어드레스의 조합 및 짧은 통신 범위로 인하여 8 비트 어드레스를 사용하는 대부

분의 무선 전화기 (47 CFR Ch. 1, Para. 15.214 참조)보다 더 비밀을 보장할 수 있게 한다. 예비 어드레스 코드 중 하나를 포함하는 (후술되는) 절차를 사용하여, 원한다면 사용자가 어드레스를 바꿀 수 있음을 지적한다. 15비트 어드레스 다음에는 8 비트 오디오 데이터 영역이 따라오는데, 그 최상위 (MSB) 비트가 먼저 송신된다. 오디오 데이터는 8비트의 압축/신장된 샘플이며, 이는 전술한 12.5 KHz 반복주파수에서 샘플링된 오디오 파형의 한 값을 나타내며, 그 결과 RPU와 각 수화기 사이의 유효 오디오 데이터율은 100 Kbits/sec가 된다. 연방 표준 1016의 CELP (Code Excited Linear Prediction) 기술의 4.8 Kbits/sec부터 오디오 컴팩트 디스크 (CD) 플레이어에 일반적으로 사용되는 2.1168 Mbits/sec 포맷까지의 범위에서, 많은 다른 오디오 파형 데이터의 포맷이 가능하다는 것은 이 분야의 기술자라면 알 수 있을 것이다. 전체특징 실시예의 설명을 위해 선택된 100 Kbits/sec 데이터 포맷은 음성 및 음악을 포함한 모든 타입의 소리에 적용할 수 있는 간단한 데이터 부호화방법을 사용할 수 있도록 한다. 보다 낮은 데이터율을 달성하기 위해 보다 복잡한 회로를 사용하는 시스템과는 달리, 압축/신장에 의하여 수화기에 간단한 부호화기 및 복호화기를 사용할 수 있도록 한다 ("Digital Processing of Speech Signals" by L.R. Rabiner and R.W. Schafer, Prentice-Hall 에서 동시적인 압축/신장에 관한 설명 참조). 8 비트 압축/신장된 오디오 데이터는 전형적으로 11 비트의 균일한 양자화에 상당하는 등가를 제공한다. 상세한 시스템은 도 8에 도시되어 있는데, 마이크로폰(875)은 8 비트 압축 아날로그-디지탈 변환기 (ADC) (880)에 연결되고, 그 결과로 나타나는 디지털 샘플은 수화기 기능들을 제어하는데 사용되는 ASIC(845)로 입력된다. ASIC(845)은 계속해서 그 데이터 샘플을 응답 데이터 레지스터(825) 안에 놓는다. 마찬가지로, ASIC(845)은 호출 데이터 레지스터(820)로부터 데이터를 읽어내어, 그 샘플들을 수화기 스피커(855)에 연결된 8 비트 신장 디지털-아날로그 변환기 (ADC) (850)로 전송한다. 12.5 KHz 반복주파수는 6 KHz 아래의 모든 주파수 성분을 충실하게 재생할 수 있도록 하며, 또한 (ADC(880) 및 DAC(850) 안에 들어있는) 안티-에일리어싱 필터(anti-aliasing filter)를 위한 추가의 250 Hz (즉, 4%)를 제공한다. 가끔의 데이터 에러는 전형적으로 인간 청력 시스템에 의하여 검출할 수 없기 때문에, 오디오 데이터에 대한 에러 정정이나 재송신이 요구되지 않는다. 호출신호의 8 비트 오디오 데이터 영역 다음에 저비율의 임계 비오디오 데이터를 위한 1 비트의 보조 데이터 영역이 뒤따라 나온다. 많은 연속적인 호출신호의 보조 데이터 비트값은 수화기 ASIC(845)의 내부 레지스터에 모여져서, (어떤 합당한 비트 수와 같이) 원하는 길이의 메시지를 형성하며, 이 메시지들은, 원한다면 검증을 위하여 그리고 필요하다면 재전송을 위하여, (ASIC(845)의 제어 하에) 수화기 트랜스폰더로부터 RPU 인테로게이터 (및 DSP(948))로 반향될 수 있다. 후술하는 바와 같이, 수화기에 대한 디폴트 설정과 같은 정보는 호출 보조 링크를 통하여 서로 교신된다. 본 실시예의 특정 구현에 있어서 보조 링크 데이터의 포맷은 PPM 데이터 송신에 사용된 펄스 포맷과 비슷하다. 특히, 연속적인 넷 호출신호로부터의 보조 비트들을 결합하여 ASIC(845)의 결과로서 동기 배열 "1,0,0,0"가 수신될 때 보조 링크 메시지가 시작한다. 다음의 두 호출신호로부터 보조 비트들을 결합하여 배열 "1,0" ("0,1")을 수신하면, 이들은 각각 첫 번째 보조 링크 메시지 비트에 대해 로직 "1" ("0")를 각각 나타내며, 다음 동기 배열을 만날 때까지 다른 비트들에 대해서도 마찬가지이다. 많은 산업상 표준 데이터 링크 프로토콜들이 보조 링크 데이터 링크로 사용될 수 있다는 것은 이 분야의 기술자에게 자명한 것이지만, 그 프로토콜들에 관한 논의는 이 명세서의 영역을 넘는 것이다. 보조 비트를 송신한 후, 보다 높은 RF 전력 출력회로가 비변조 응답구간(52)의 펄스에 대해 인에이블되는 동안, 인테로게이터는 100 nsec의 갭을 삽입한다 (즉, 스위치들(910, 918 및 922)이 모두 도 9에 도시된 것과 반대의 위치로 설정되어 있으면 스위치(914)는 오픈(open)된다). 또한 호출 구간(50)의 끝에 있는 100 nsec 갭은 수화기 트랜스폰더에 있는 (ASIC(845)에 의하여 제어되는) 60 MHz 오실레이터(835)에 대한 턴-온 시간을 허용한다.

응답신호 데이터 포맷: 정확하게 어드레스된 수화기 트랜스폰더로부터의 응답신호(53)은 DPSK 데이터 동기(DPSK sync)를 위한 50 nsec 송신으로 시작한다. 특히, 만일 지연/곱셈 복조기(934)가 RPU 응답 처리기에 사용되면, 딜레이 라인(936)은 계속되는 DPSK 데이터를 적절히 복호화하기 위하여 DPSK 동기 송신에 의하여 초기화되어야 한다. DPSK 동기 및 계속되는 데이터 비트들은 규칙적이고 균일한 50 nsec 비트 간격으로 발생한다. 본 특정 구현에 사용된 DPSK 데이터 비트 부호화 기술은 다음과 같다: 위상 반전이 앞서면 비트 구간은 로직 "1"을 나타낸다 (그렇지 않으면 그 비트 구간은 로직 "0"을 나타낸다). 8 비트 오디오 데이터 영역이 DPSK 동기 다음에 따라오며, 그 최상위 비트가 먼저 송신되어, 간섭 펄스에 의하여 야기되는 에러의 영향을 감소시킬 수 있다. 8 비트 오디오 데이터는 호출 데이터 포맷에 대해 이 앞에 설명한 것과 같이 압축/신장된다. 오디오 데이터 다음에는 보조 데이터 비트가 뒤따라 오는데, 보조 데이터 비트는 그 형태나 기능이 전술한 바 있는 호출신호 보조 데이터 비트의 그것과 유사하다. 수화기 배터리의 전압레벨과 같은 정보는 응답 보조 링크를 통하여 교신된다. 예를 들어, 수화기 배터리(860)의 전압은 4 비트 아날로그-디지털 변환기(865)를 사용하여 샘플링되고, 그 결과로 나온 데이터는 ASIC(845)로 입력되어, 많은 연속적인 응답신호들에 들어있는 보조 데이터 비트를 포함하는 응답 보조 링크 안에 이를 포함시킨다. 각 응답의 마지막 비트는 패리티 비트이며, 이것은 (전술한 바 있는) 간섭 검출에 사용되는데, 수화기 ASIC(845)에 있는 로직에 의하여 계산된다. 패리티 비트의 값은 호출신호(51)로 수신된, 그리고 응답신호(53)으로 송신된 모든 오디오 및 보조 데이터 비트들을 사용하여 계산된다. 홀수 패리티는 최소한 하나의 응답 비트가 로직 "1"을 가지도록 하는데 사용되며, 그래서 위상 반전이 없는 응답은 수화기의 비정상적인 동작임을 나타낸다. 호출신호(51)로 송신된, 그리고 응답신호(53)으로 수신된 모든 오디오 및 보조 데이터 비트들을 사용하여 RPU DSP(948)에서 발생된 홀수 패리티 비트가 수신된 응답 패리티 비트와 매치되지 않으면 패리티 에러가 발생된다. 여기서 설명된 호출신호 및 응답신호의 포맷은, 비록 등가의 39 비트가 각 호출/응답 사이클 동안 송신된다 하더라도 그들 비트들 중 단지 18 비트만이 데이터의 송신에 사용된다는 관점에서 보면 비교적 비효율적이라는 것을 지적해 둔다. 보다 효율적인 많은 포맷이 가능하다는 것은 이 분야의 기술자에게 명백하다. 예를 들어, 호출신호(51)와 응답신호(53)에 대한 8 비트 오디오 데이터 영역을 둘다 두배로 하여, 각 영역에 두 개의 8 비트 샘플을 포함하도록 16 비트 오디오 데이터 영역을 만들 수 있으며, 그 결과 (오디오 샘플링 주파수를 12.5 KHz로 일정하게 유지한다면) 호출/응답 반복주파수는 반이 될 것이다. 그러나, 여기에 사용된 포맷은 예시적인 목적을 위한 것이며, 전체특징 실시예를 간단히 구현할 수 있게 한다.

RF 송신 전력 제한: 여기서 설명되는 전체특징 실시예는 47 CFR Ch. 1, Para. 15.249 규정하에 비인가된 동작을 위해 설계된 것이다. 전술한 바와 같이, 시스템에서 방사되는 RF 전력은 평균 0.75 mW 및 피크 75 mW를 초과해서는 안된다. 수화기 트랜스폰더에서 방사되는 전력은 전체특징 실시예의 경우에는 전형적으로 0.2 밀리와트인데, 이것은 무시할만 하다. 48 mW 피크치의 RPU 송신전력은 75 mW 한계 아래에 있다. 4.5 V의 피크 간의 전압을 갖는 사인파를 50 옴의 부하 양단에 걸면 50 mW를 소모하므로, RPU 인테로게이터에 적합한 (9 V와 같은) 배터리가 널리 사용될 수 있다. RPU는 최악의 스테레오 동작 동안에 평균적으로 매 0.04 msec 당 호출신호를 송신한다. 따라서, 각 호출/응답 사이클에서 허용가능한 에너지는 0.75 mW x 0.04 msec = 0.03 마이크로 주울(microjoule) 이다. RPU에 의하여 실제로 전송된 RF 에너지는, 호출 구간 동안에는 26 x 0.0001 msec x 1.35 mW = 0.00338 마이크로 주울이며, 응답 구간 동안에는 0.00055 msec x 48 mW = 0.0264 마이크로 주울이며, 따라서 각 호출/응답 사이클에서 전체 에너지는 0.02978 마이크로 주울이 된다 (이는 허용 한계인 0.03 마이크로 주울보다 작은 값이다). 따라서, 최악의 경우의 평균 RPU 송신 전력은 0.02978 마이크로 주울 / 0.04 msec = 0.7445 mW 이며, 이는 평균 전력 한계인 0.75 mW 이하이다. ANSI/IEEE 표준 C95.1-1991에 따르면, 6 GHz RF 방사에 노출될 수 있는 최대 허용치는 15 분 동안에 평균하여 제곱 센티미터 당 4 mW이며, 눈과 고환에의 노출은 피하여야 한다. 여기에 설명된 시스템에 노출된다 하더라도 종래에 잘 알려진 표준 설계 실무가 지켜진다면 허용 한계보다 훨씬 아래에 있게 된다. 또한 무한히 안전한 것으로 알려져 있는 제곱 센티미터 당 1 mW 이하에 노출되게 된다 ("Reference Data for Radio Engineers"의 마이크로파 방사 위험 부분 참조).

RF 링크 전력의 운용(budget): 전술한 공식을 사용하여, 0.6 미터 (2 피트) 거리에 대한 5760 MHz 호출신호의 자유공간 경로 손실은 약 43 dB이다. RPU에 송신된 호출신호 전력레벨이 + 1.3 dBm이기 때문에, 수화기 트랜스폰더에 수신된 호출신호 전력레벨은 약 + 1.3 dBm - 43 dB = -41.7 dBm이다. 모든 가능한 물리적인 구성 하에서도 신뢰성있는 링크를 보장하기 위하여, 다이버시티 스위칭(diversity switching)을 가진 다른 방향으로 있는 다중 RPU 쌍극자(dipole) 안테나가 바람직하다 (즉, 도 9에 도시된 바와 같이, 수화기와 가장 잘 교신하는 안테나(900)은 DSP(948)의 제어 하에 스위치(902)에 의하여 선택된다). 또한 원편광(circular polarization) 안테나 기술도 RPU에 대한 수화기의 상대적인 방향 (예를 들어, 주머니에 들고 다는 것과 대비하여 배꼽 부근의 벨트에 RPU를 들고 다니는 것)에 따라 유용하게 될 수도 있다. 원편광에 대해 상세한 것은 "The ARRL Handbook for the Radio Amateur"를 참조하라. 종래에 잘 알려진 이러한 안테나에 대한 고려는 링크 손실이 기준 레벨을 초과하지 않도록 보장하기 위하여 필요하며, 방사된 RF 에너지를 RPU로부터 수화기로 직접 향하도록 하고, 사용자의 신체로부터 가능한 한 최대한 멀리 떨어지도록 하는 것이 매우 바람직하다. 수화기 트랜스폰더에 수신된 PPM 펄스에 대한 -42 dBm의 호출신호 레벨은 트랜스폰더 검출기 다이오드 (도 4에 도시된 다이오드(43))를 동작시키기에 적당한 레벨보다 더 크며, 그 다이오드는 호출신호에 대해 -54 dBm의 경사감도(tangential sensitivity)를 가지며 12 dB의 SNR(signal-to-noise ratio)를 준다. 응답 동안, 검출 다이오드(43)은 온/오프 변조를 사용하는 믹서로서 동작한다. 온/오프 변조는 10 dB의 변환 손실을 야기한다는 것, 즉 원하는 출력신호의 전압이 약 3.14의 인자에 의하여 입력신호의 전압보다 더 작아진다는 것을 보일 수 있다 (이 유도에 대해서는, 삼각법의 사용에 대한 기능-제품 관계식, 및 "CRC Standard Mathematical Tables"에서 구형파에 대한 퓨리에 신장을 참조). 비록 이 손실이 더블-밸런스 믹서(double balanced mixer)와 전형적으로 관련된 7 dB의 변환손실보다 상당히 더 크지만, 여기서 설명된 하나의 다이오드를 사용한 방법은 (일반적으로 유용한 더블-밸런스 믹서와는 달리) 매우 낮은 저전력의 구동레벨을 사용하여 동작시킬 수 있다. RPU는 응답 구간 동안 + 16.8 dBm의 비변조된 캐리어 펄스 레벨을 송신하기 때문에, 트랜스폰더에서 응답 송신 RF 전력레벨은 5820 MHz에서 대략 + 16.8 dBm - 43 dB - 10 dB = -36.2 dBm 이다. 수화기 트랜스폰더로부터 RPU로의 응답에 대한 자유공간 경로 손실은 호출신호에서와 같이 43 dB이다. 그 결과, RPU에서 수신된 응답 레벨은 -36.2 dBm - 43 dB = -79.2 dBm 이다. RPU에서 검출가능한 최소 응답 레벨은 시스템 온도 잡음에 의하여 결정되는데, 그 잡음은 P = kTBF로 표현된다. 여기서, P는 잡음 전력(와트), k는 볼쯔만 상수(1.38E-23 joule/K), T는 시스템 잡음 온도 (상온 또는 290K로 주어짐), B는 응답신호 밴드폭 (도 3로부터 30E+6 Hz로 주어짐), 그리고 F는 잡음 숫자이다 (상세하게는 "Phaselock Techniques" (by F.M. Gardner, John Wiley & Sons, 1979)에서 잡음 원리에 관한 설명 또는 "Reference Data for Radio Engineers"의 공간통신에 관한 부분을 참조). 앞에서 언급된 HP ATF-36077 과 같은, 6 GHz 동작에 유용한 현대의 저잡음 부품은 1 (F=1 또는 0 dB)에 접근하는 잡음 숫자를 가진다. 그 결과, 시스템 잡음은 P = 1.2E-13 W 또는 -99 dBm이 되며, 응답에 대한 20 dB의 SNR을 제공한다. 응답에 대한 SNR은 호출에 대한 SNR보다 더 크게 되도록 선택되며, 그 이유는 링크 경로에 어떤 손실이 삽입된다면, 여기에 설명된 구현에서 호출보다는 응답에 더 큰 영향을 미칠 것이기 때문이다. 예를 들어, 경로 손실이 8 dB 만큼 증가한다면, 호출 링크에 대한 SNR은 8 dB만큼 (즉, 12 dB에서 4 dB로) 감소되는 반면, 응답 링크에 대한 SNR은 16 dB만큼 (즉, 20 dB에서 4 dB로) 감소된다.

상호 RF 간섭: 여기서 설명된 전체특징 실시예의 구현에 있어서, RPU와 각 수화기 사이에 하나의 호출/응답 사이클이 평균적으로 매 80 마이크로초 당 한번씩 일어난다. 각 호출/응답 사이클은 6150 nsec의 구간을 가지기 때문에, 시분할 다중방식에 유용한 겹쳐지지 않은 시간슬롯이 13 시간슬롯이나 되어, 가까이 근접한 위치에 있는 사용자들 사이의 상호 RF 간섭을 방지할 수 있다. 각 스테레오 사용자는 두 시간슬롯 (각 수화기에 대해 하나)이 필요하기 때문에, 여기에 설명된 시스템은 가까이 근접해 있는 여섯 스테레오 사용자에게 적합한 것보다 더 많다. 만일 다른 사용자의 RPU로부터의 최대 펄스 레벨이 사용자 자신의 RPU로부터의 모든 펄스 레벨 아래인 최소한 6 dB 이면, 다른 사용자의 RPU로부터의 호출은 사용자 자신의 RPU로부터의 호출과는 일반적으로 서로 간섭하지 않는다. 예를 들어, 만일 사용자 자신의 RPU가 사용자의 수화기 트랜스폰더의 검출기 다이오드에서 -42 dBm의 레벨로 PPM 호출신호 펄스를 발생한다면, 어느 정도 떨어져 있는 다른 RPU로부터의 송신에 의하여 야기된 동일한 검출기 다이오드에서의 -48 dBm의 펄스레벨은 일반적으로 PPM 동기 검출 에러에 기인하여 올바른 동작을 방해하지 않으며, 또한 PPM 데이터 에러를 유발하지도 않을 것이다. 따라서, 7.3 미터 (24 피트) 이상 더 떨어져 위치한 RPU로부터의 + 16.8 dBm (48 mW) 펄스는 그에 대한 자유공간 경로 손실이 65 dB인데, 검출기 다이오드에서 측정된 그 결과적인 펄스레벨이 16.8 dBm - 65 dB = -48.2 dBm 이기 때문에, 일반적으로 사용자의 시스템과 서로 간섭하지 않을 것이다. 그에 따라, 7.3 미터 (24 피트) 이상 떨어져 동작하는 비슷한 장치들은 시분할 다중방식을 사용함으로써 상호 동기를 필요로 하지 않는다. 시분할 다중방식을 사용하고 1.2 미터 (4.3 피트) 이상 서로 공간적으로 떨어져 있는 두 개의 유사한 장치는 PPM 및 DPSK 펄스를 겹치게 하여 동일한 시간슬롯을 공유할 수 있다. 왜냐하면 자유공간 경로 손실이 그렇게 떨어진 경우에는 50 dB이며, + 1.3 dBm (1.35 mW) - 50 dB = -48.7 dBm 이기 때문이다.

최악의 간섭을 나타내는 기하학적 형태: 관중 및 강당좌석은 신체와 의자의 차폐효과에 의하여 최악의 간섭 형태를 나타내지 않는다. 또한 원으로 둘러서 있는 스테레오 사용자들도 머리 차폐효과 및 더 많은 사용자의 증가에 따른 반경의 증가에 기인하여 최악의 간섭 형태를 나타내지 않는다. 최악인 것으로 알려진 경우가 도 6의 개요도에 도시되어 있는데, 일곱 학생들(61-67)이 서로 어깨를 맞대고 선생님 앞에서 반원을 형성하고 서 있을 때 선생님(60)에 대하여 발생한다. 분석의 목적으로, 선생님과 모든 학생들은 스테레오 사용자들이며, RPU를 배꼽 가까이에 위치하고 있는 것으로 가정한다. 선생님의 귓바퀴(외부 귀연골)는 선생님 뒤에 서 있는 학생과 차폐효과를 제공한다. 0.46 미터 (1.5 피트)의 어깨 폭을 갖는 일곱 명의 각 학생은 선생님으로부터 0.86 미터 (2.8 미터) 떨어져 서 있을 수 있다. 학생들이 더 많아지면, 선생님과의 반경거리가 더 증가되어, 상호 간섭은 더 감소하게 된다. 도 6에는 여덟 명의 스테레오 사용자들이 도시되어 있기 때문에, 시스템에 의하여 제공된 사용가능한 열 셋의 시간슬롯을 공유하는 것이 가능하지 않으면 전체 열 여섯의 시간슬롯을 필요로 할 것이다. 많은 사용자들이 1.2 미터 (4.3 피트) 이상 떨어져 있기 때문에, 비록 그러한 가능성을 여기서는 고려하지 않는다 하더라도, (학생 61 및 67과 같은) 사용자들은 전술한 바와 같이 동일한 시간슬롯을 공유할 수 있다. 도 6에 도시된 형태에 대해 열의 시간슬롯보다 적은 수의 시간슬롯을 필요로 하는 많은 해법들 (즉, 비간섭 시간슬롯 지정)이 존재한다. 간단한 예로서, 복수 RPU들이 단일 시간슬롯을 공유할 수 있는 능력을 제공하는데 단지 머리 차폐만이 사용되고 또한 모두 열 셋의 시간슬롯이 사용되는 해법을 고려한다. 도 6에서, 직선은 수화기와 RPU 사이의 직접적인 가시선(line-of-sight) 경로를 나타내는데 사용되고, 한편 점선은 머리 차폐로 인한 높은 손실을 갖는 비간섭 경로를 나타낸다. 사용자의 왼쪽 귀는 문자 "L"로 표시되어 있으며, 사용자의 오른쪽 귀는 문자 "R"로 표시되어 있다. 도 6에는 선생님(60)의 왼쪽 (오른쪽) 귀는 시간슬롯 #1 (#2)를 사용하고, 학생(67)의 왼쪽 (오른쪽) 귀는 시간슬롯 #3 (#4)를 사용하고, 학생(61)의 왼쪽 귀는 시간슬롯 #1를 사용하고, 학생(62)의 오른쪽 귀는 시간슬롯 #6을 사용하고, 학생(63)의 왼쪽 귀는 시간슬롯 #7을 사용하고, 학생(64)의 오른쪽 귀는 시간슬롯 #8을 사용하고, 학생(65)의 왼쪽 귀는 시간슬롯 #9를 사용하고, 학생(66)의 오른쪽 귀는 시간슬롯 #10을 사용하고, 시간슬롯 #11은 학생(61)의 오른쪽 귀와 학생(62)의 왼쪽 귀에 의하여 공유되고, 시간슬롯 #12는 학생(63)의 오른쪽 귀와 학생(64)의 왼쪽 귀에 의하여 공유되고, 시간슬롯 #13은 학생(65)의 오른쪽 귀와 학생(66)의 왼쪽 귀에 의하여 공유되는 경우를 묘사한 것이다. 시간슬롯의 번호 지정은 임의적임을 지적해 둔다. 많은 해법이 가능하므로,

모든 장치들이 조건에 맞는 정상상태 해법에 도달하는데 요구되는 시간은 극미하다. 사용자가 주위를 움직이면, 보청기 시스템은 전술한 바 있는 시간영역 다중기술을 사용하여 조건에 맞는 새로운 정상상태 해법을 연속적으로 찾으므로써 자동적으로 적응한다. 이러한 분석은 많은 사용자가 가까이 근접한 위치에서 비슷한 장치를 파괴적인 상호 간섭없이 동작시킬 수 있다는 것을 나타낸다.

RPU 형태 요소: 원격처리부는 매우 다양한 형태 요소를 가질 수 있으며, 그중 몇가지를 여기에 설명한다. RPU는 손목시계 또는 눈에 띄지 않는 다른 장신구로서 착용될 수 있으며, 주머니나 지갑에 넣어 들고 다니거나, 옷 안이나 밖의 벨트에 착용할 수도 있다. (예를 들어, 파라미터 설정의 조정이나 데이터 입력과 같이) 수동으로 RPU 기능을 동작시킬 경우에는 RPU 하우징에 붙어 있거나 그 내부에 있는 키보드를 사용할 수 있다. 키보드는 소형의 전체 영문자 및 숫자 키패드를 포함하거나, 또는 제한된 능력을 가진 사용자를 위하여 매우 큰 푸쉬버튼을 가진 몇 개의 간단한 제어로 구성될 수 있다. 원한다면, 키보드는 예를 들어 사용자의 주머니 안에 위치하여, 은밀하게 동작되게 할 수 있다. 하나의 가능한 형태 요소가 도 7에 도시되어 있으며, 여기서 RPU 케이스는 54 mm (2.13 인치) 넓이, 85.6 mm (3.37 인치) 길이 및 10.5 mm (0.41 인치) 두께의 치수를 갖는 PCMCIA (Personal Computer Memory Card International) 타입 III PC 카드이다. 이 장치는 문자 및 숫자의 액정 디스플레이(71), 모르스 (Morse) 코드 (또는 연속적인 패턴으로 하나 또는 그 이상의 RPU 키에 압력을 인가함으로써 사용자가 데이타 입력을 수행할 수 있도록 하는 어떤 다른 코드)에 의하여 빠르고 은밀하게 데이터를 입력하기 위한 한 쌍의 큰 푸쉬버튼(72), 및 소형의 전체 문자 및 숫자 푸쉬버튼 키보드를 구비한다. 모르스 코드 데이터 입력율은 분당 다섯 단어 (초보자)에서 분당 50 단어(전문가) 까지의 범위에 걸쳐 있으며, 사용자는 단지 모르스 코드를 보내기만 한다 (이것은 일반적으로 수신하는 것보다 더 쉽다). 모르스 코드, 전자 키입력기 및 컴퓨터를 사용한 모르스 코드의 자동반복에 대해서는 "The ARRL Handbook for the Radio Amateur"를 참조하라. 문자 및 숫자 키보드를 동작시키기 위하여, 원하는 문자 키를 누른 다음 요구되는 LFT 또는 RHT 키를 누른다. 예를 들어, 문자 "A"를 입력하는 과정을 살펴보면, ABC 키(73)을 누르면 디스플레이(71)에 문자 "B"가 나타나게 되며, 그 다음 LFT 키(74)를 누르면 디스플레이 상의 문자 "B"가 문자 "A"로 바뀐다. 열둘의 다른 문자(점, 콤마 등)가 각 문자 키 위에 하나씩 케이스(70)에 프린트되어 있다 (이 다른 문자들은 도 7에는 도시되지 아니함). 그 다른 문자는 그에 대응하는 문자 키가 눌려지고 그 다음 ALT 키(75)가 눌려지면 디스플레이 상에 나타난다. 어떠한 문자도 이를 입력하는 데에는 최대 두 번의 키 입력만이 요구됨에 유의하라. 엔터(ENT) 키(76)는 디스플레이된 메시지가 사용자로부터 RPU DSP로 보낼 준비가 되었을 때 눌려지며, 왼쪽 및 오른쪽 화살 키(77)는 메시지를 편집하는데 사용되며, 전원-온/클리어 (ON/C) 키 및 전원-오프 (OFF) 키(78)는 RPU 전원을 제어하는데 사용된다. 도 9에 도시된 바와 같이, 모토롤러 DSP56L002 집적회로와 같은 DSP(948)는 키보드(946), 디스플레이(954), 모르스 코드 키(956) 및 (전술되었거나 뒤에서 후술될) 다른 RPU 특징들에 관한 동작에 요구되는 처리능력을 제공할 수 있다.

잘못 놓여진 시스템 부품의 위치 찾기: 본 발명에 사용 가능한 타입인 현대의 CIC 보청기 수화기(10)은 면봉의 머리보다 더 작을 수 있으며, (RPU(16)가 작기 때문에) 잘못 놓이기 쉽다. 만일 수화기와 RPU(17) 사이의 양방향 무선 링크가 어떤 시간 주기 동안 인터럽트되면 (이는 RPU가 잘못 놓여 있을 때에 발생하는데), 수화기는 독립형의 CIC 보청기 시스템 및 RPU를 자동적으로 시뮤레이션하여, 전술한 바와 같은 링크 파괴를 검출하고, 수화기와 교신하는 시도 횟수를 줄여 전력을 보존한다. 일정 시간주기 (예를 들어 0.1 초) 동안 RPU(16)로부터 수화기(10)에 의하여 수신된 호출신호가 없으면, 예를 들어, 수화기 ASIC(845)에 구현되어 있는 재트리거 가능한 단안정 멀티바이브레이터 회로 (이는 또한 "one-shot"으로서 종래에 알려져 있음)에 의하여 결정되는데, ASIC은 독립형의 CIC 보청기 수화기의 시뮬레이션을 초기화한다. ASIC(845)은 8 비트 압축 ADC(880)를 거친 마이크로폰(875)으로부터의 신호가 8 비트 신장 DAC(850)을 통하여 스피커(855)로 전달되도록 한다. 가장 단순한 경우로서, ASIC(845)는 ADC(880)으로부터 데이터를 읽어들이고, 그 데이터에 (디폴트 파라미터 저장부(870)에서 읽어들인) 상수를 곱하여, 데이터를 증폭한 다음 그 결과를 (디폴트 파라미터 저장부(870)에서 읽어들인) 허용가능 값과 비교하고, 또한 그 결과를 DAC(850)에 라이트한다. ASIC(845)는 또한 (예를 들어, 적응형 볼륨 제어와 같은) 다른 처리 등을 수행할 수 있다. 비록 원격 처리기 및 통신 특징이 독립형 모드에서 사용할 수 있는 것이 없다 하더라도, 그것은 수화기 내의 디폴트 파라미터 저장부(870)로부터 미리 선택된 보청기 파라미터의 설정값을 사용하는데, 수화기는 마이크로폰에서 스피커로의 유용한 증폭된 오디오 경로를 제공한다. 수화기와 RPU 사이의 통신이 다시 시작하면, (합성되거나 미리 저장된 디지털화된 음성과 같은 것을 사용하여) RPU DSP(948)에 의하여 발생된 음성 메시지를 수화기로 보내어, 사용자에게 시스템 능력이 복구되었다는 것을 알린다. 따라서, 잘못 놓인 RPU의 위치를 찾아내기 위하여, 사용자는 단지 수화기를 착용하고 주위를 돌아나면서 RPU를 탐색한다. RPU로부터 메시지가 수화기로 들려올 때, RPU를 그 근처에서 찾을 수 있다. 반대로, 만일 수화기가 잘못 놓여 있으면, 사용자는 수동으로 RPU에 있는 탐색 모드 프로그램 (즉, 수화기 사이에 통신이 확립되었다는 것을 디스플레이(954)에 표시하는 DSP(948)의 프로그램)을 (예를 들어, 키보드(946)를 사용하여) 작동시키고, 주위를 돌아나면서 RPU 디스플레이(954)를 관찰하면서 수화기를 탐색한다. 복수의 수화기를 가진 시스템에서, 각 수화기에 대해 각각 다른 디스플레이(954) 표시를 나타낼 수 있다.

독립형 수화기 동작: 수화기가 어떤 이유로 RPU와 통신할 수 없으면, CIC 보청기로서 동작하는 독립형 수화기가 일반적으로 바람직하다. 이러한 예로서, RPU 전원-오프 키(78)를 누름 (예를 들어, 비행기 이륙 및 비밀 국방회의와 같이 무선송신기의 동작이 금지된 상황)에 의하여, RPU 배터리나 다른 RPU 전자회로의 고장에 의하여, RPU가 잘못 놓임에 의하여, 그리고 기본 무선링크(17) 간섭에 의하여 RPU가 턴-오프되어야 하는 경우들을 포함한다. 수화기(10) 내에 위치한 마이크로폰은 신체에 착용된 마이크로폰인 것이 바람직하다는 것을 지적해 두며, 그 이유는 단지 수화기 마이크로폰(12) 만이 원하는 디폴트 CIC 보청기 기능을 제공하는 데 사용될 수 있기 때문이다 (또한 수화기 마이크로폰은 마이크로폰이 사용자의 머리와 함께 움직일 때 뛰어난 오디오 위치찾기 능력을 제공하며, 신체에 착용된 마이크로폰과 비교하여 바람 및 의류 잡음의 감소를 제공한다). 독립형 수화기 동작을 제어하는 파라미터들은 수화기의 CIC 디폴트 파라미터 저정부(870)에 저장되어 있으며, 이것은 ASIC(845)에 의하여 억세스되어 전술한 바와 같은 원하는 독립형 기능을 구현할 수 있다. CIC 디폴트 파라미터로는 정상 및 최대 허용가능한 수화기 볼륨의 설정을 포함하며, 여기에 한정되는 것은 아니다. 디폴트 파라미터 저정부(870)에 포함되어 있는 다른 정보로는 통신 어드레스 및 L/R (왼쪽/오른쪽) 선택비트를 포함하며, 여기에 한정되는 것은 아니다. CIC 디폴트 파라미터 저정부의 정보가 부주의하게 변경될 수 없도록 보장하기 위하여, 예를 들어, 수화기 배터리(860)가 충전되고 있는 때와 같이 수화기를 사용하고 있지 않는 때에만 그 변경이 허용되게 한다. 배터리 충전 검출기(840)는 수화기의 배터리 충전에 일반적으로 사용되는 고레벨 자기 유도 필드에 민감한 것으로서, 디폴트 파라미터 저정부(870)의 값이 RPU로부터의 적당한 명령어의 수신에 따라 변경될 수 있다는 것을 ASIC(845)에게 나타낸다. 특히, 수화기의 CIC 디폴트 파라미터 저정부(870)에 있는 정보를 변경하기 위하여, 사용자는 먼저 종래에 잘 알려진 충전/저장용 트레이에 수화기를 놓음으로써, 수화기 배터리의 충전 시스템을 작동시킨다. 그러면, 디폴트 파라미터 저정부(870)에 있는 정보를 변경하고자 하는 사용자의 요구를 나타내는 명령어를 RPU 키보드(946)를 통하여 DSP(948)로 입력한 다음, 저장될 새로운 정보를 입력한다. DSP(948)은 RPU로 하여금 예약된 어드레스 코드와 함께 호출신호를 RPU의 통신범위 내에서 수신될 수 있는 모든 수화기로 송신하도록 한다. 그런 다음, 수화기의 디폴트 파라미터 저장부(870)로 궁극적으로 로딩되어야 할 정보는 많은 연속적인 호출신호 중의 보조 비트 영역을 사용하여 RPU에 의하여 전송되며, 상기 호출신호는 수화기에 의하여 수신되며, 요구된 정보는 ASIC(845)의 제어 하에 CIC 디폴트 파라미터 저정부(870)에 로딩된다.

상세한 정상 시스템 동작: 무선 원격 처리기를 구비한 보청기의 정상 동작 동안, 주위 환경에서 나온 소리는 수화기(10)에 있는 마이크로폰(12)에 의하여 픽-업되어, 다른 정보들 (예를 들어, ADC(865)에 의하여 얻어져서 ASIC(845)의 제어 하에 많은 연속적인 응답신호의 보조 비트로 응답 데이터 레지스터(825)를 통하여 전송되는 수화기 배터리(860)의 전압을 나타내는 데이터)과 함께 기본 양방향 무선 링크(17)를 거쳐 RPU(16)로 전송되며, RPU DSP(948)에 의하여 사용자의 요구에 따라 그 오디오 신호가 강화된다. 신호 강화는 일반 목적의 RPU DSP(948)의 능력을 사용하는, 종래에 잘 알려진 수많은 기술에 의하여 성취된다. 그 강화된 오디오 신호는 다른 정보 (예를 들어, DSP(948) 내에서 발생된 것으로서, 전술한 수화기 배터리의 전압이 낮다는 것을 경고하는 합성 음성)와 결합될 수 있으며, RPU(16)에서 기본 무선링크(17)을 거쳐 수화기(10)으로 전송되며, 이들은 사용자(11)가 들을 수 있도록 스피커(15)에 의하여 소리로 변환된다. 원한다면, (그 사용자 이외의 다른 사람이 시스템의 선택적인 셀룰러 전화기 능력을 사용하기 원할 때와 같이) 그 사용자 이외의 사람이 수화기 스피커(15)에 의하여 발생된 소리와 같은 소리를 듣도록 허용하기 위하여, RPU(16) 안에 주변기기(950)로서 보조 스피커가 제공될 수 있다. (도 9에서 보조 무선링크 회로(944)로서 RPU의 부분으로 도시되어 있거나 또는 도 1에서 유선링크 또는 적외선과 같은 무선링크에 의하여 RPU에 연결된 선택적인 보조 무선링크 회로(19)로서 도시된 바와 같은) 다른 선택적인 보조 양방향 무선링크가 RPU와 셀룰러 전화기 시스템이나 다른 정보원 사이의 통신을 위하여 사용될 수 있다. 원한다면 무관심한 관찰자에게 감지될 수 없도록 하는 방식으로, (일반 목적의 RPU DSP(948)을 사용하여 종래에 잘 알려진 많은 기술 중 어느 것을 이용하여 구현된) RPU에서 비밀리의 데이터 입력(72) 또는 음성인식 능력에 적합한 RPU 키보드가 보청기 파라미터 (예를 들어, RPU DSP(948)에 의하여 설정된 증폭레벨) 및 전화 다이얼링 기능 (예를 들어, RPU DSP(948)에 저장된 정보를 사용하여 미리 규정된 전화번호를 자동으로 다이얼링하는 기능)을 제어하는데 사용될 수 있다.

청력 보호기능을 구비한 스테레오, 지향성 잡음-제거 보청기: (각 귀에 하나씩있는) 두 개의 수화기 및 하나의 RPU는 청력 보호특성을 구비한 스테레오, 지향성 잡음-제거 보청기에 사용될 수 있다. 이러한 시스템은 보청기 기능과 동시에 청력을 상실한 사용자의 잔여 청력을 보호하는 기능을 어느 정도 제공할 수 있다. 본 발명에 의하여 제공된 청력 보호는 현재로서는 고잡음 환경에 대해 요구되는 OSHA (Occupational Safety and Health Administration)에서 승인된 청력 보호기능을 대체하는 것으로서는 공인되지 않았음을 지적한다. 또한, 본 발명의 청력 보호특징은 청력 손상이 없는 사람 및 청력 손상을 방지하고자 하는 사람들에게도 유용하다. 소방관, 사냥꾼 및 보병 등과 같이 청력 손실의 위험이 큰 부류의 사람들을 위한 보조기로 응용하는 데 있어서, 그 시스템은 시끄러운 장비, 어깨에 올려 놓고 발사하는 무기 또는 근거리 포로부터의 청력 보호 뿐만 아니라 우수한 오디오 검출 및 방향-탐지 능력을 위한 (증폭과 같은) 청력 강화기능을 또한 제공한다. 또한 그 시스템은 귀울림을 차단하고, 적극적인 잡음 제거를 수행할 수 있어, 종래에 잘 알려진 것으로 RPU DSP(948)에 구현된 기술을 사용하여 사용자의 정신적인 집중력을 잠재적으로 향상시킬 수 있다. 청력 보호기능은 수화기에 의하여 발생된 오디오 신호의 크기를 제한함 (이러한 제한은 ASIC(845)의 제어 하에 수화기에서 일어남) 에 의하여, 그리고 또한 (종래에 잘 알려진 것으로 RPU DSP(948)에 구현된 기술을 사용하여) 큰 소리를 효과적으로 제거하기 위하여 수화기로 하여금 주위에 있는 소리에 반대되는 소리파를 발생하도록 함에 의하여 달성된다. 배경 잡음 및 경합하는(competing) 토커 상쇄는 종래에 잘 알려진 기술 및 회로들, 예를 들어 모토롤러 DSP56200 LMS 필터 집적회로에 구현된 것과 같은 LMS (Least Mean Squares) 기술의 변형이나 일반 목적의 RPU DSP(948)에 구현된 그와 동등한 기능들에 의하여 달성된다. 모든 스테레오 신호 처리기능을 위하여, 왼쪽 수화기로부터의 응답에 포함된 데이터 (즉, 왼쪽 수화기의 마이크로폰으로부터의 오디오 데이터)는 오른쪽 수화기로부터의 응답에 포함된 다른 데이터 (즉, 오른쪽 수화기의 마이크로폰으로부터의 오디오 데이터)와 서로 결합하여, RPU DSP(948)에서 처리된다는 점에 유의하라. 따라서, RPU에서 RPU 호출신호를 통하여 왼쪽 및 오른쪽 수화기 스피커로 전송되는 그 처리된 오디오 데이터는 수화기 응답을 통하여 왼쪽 및 오른쪽 수화기 마이크로폰 양자로부터 수신된 데이터로서 기능한다.

자발적인 정보: 본 발명에서는 원한다면 무관심한 관찰자에게 감지될 수 없도록 하는 방식으로 시스템 사용자에게 유용한 자발적인 정보 (즉, 사용자의 정보 요청의 결과로서가 아니라 시스템에 의하여 사용자에게 자동적으로 제공되는 정보)를 제공한다. 수화기나 RPU의 배터리 전압이 낮다는 음성 경고와 같은 보청기 시스템 자체의 상태에 관한 정보는 앞에서 상술한 바와 같이 사용자에게 제공된다. 심장 박동율, 체온 및 이동한 도보거리에 대한 자동 측정은 RPU(16)나 수화기(10)에 있는 센서(950)에 의하여 수행되어, RPU DSP(948)에 저장된다. 센서 측정은 종래에 잘 알려진 다양한 합성기술 (미리 기록된 디지털 화된 음성을 재생하는 것을 포함함)을 이용하여 RPU DSP(948)에서 합성된 음성으로 사용자에게 통보될 수 있다. 그런 다음, RPU DSP(948) 내에서 발생된 음성신호는 RPU에서 수화기로 이미 보내진 처리된 오디오신호에 추가된다. 또한, RPU는 DSP(948) 내에 시간-날짜 시계를 포함하는 정보에 관한 국부 데이터베이스를 포함할 수 있으며, 이는 사용자에게 약을 먹어야 할 시간이 되었을 때를 경보하게 하고 무슨 약을 복용해야 하는지에 대한 음성 지시를 주도록 할 수 있다. RPU에 붙어 있는 센서(950)는 당뇨병을 가진 사용자의 혈당량 레벨을 계속적으로 모니터하여, 시스템에게 인슐린 주사와 관련된 음성 충고를 제공할 수 있다. 또한 이 시스템은 RPU DSP(948)에 구현된 프로그램을 사용하여, 사용자에게 주어진 시간에 어떤 장소에 있도록 주의를 줄 수 있으며 ("appointment reminders"), 요양소의 거주자와 같은 개인의 방향 및 (센서(950)로부터의 입력에 기초하여) 현재의 위치정보를 제공할 수 있다.

요청된 정보: 원한다면, 무관심한 관찰자에게 감지될 수 없는 방식으로, (예를 들어, RPU DSP(948)을 사용하여 구현된 RPU 키보드(946), 모르스코드 키(956) 또는 음성인식 능력을 통하여) 사용자의 요청에 응답하여 (예를 들어, 수화기 스피커(15)를 통하여), 요청된 정보가 시스템에 의하여 제공된다. 이러한 관점에서, (비록 사용자는 일반적인 방법으로 통상적인 핸드셋이나 스피커폰과 부가적으로 통신할 수 있지만) 이 시스템은 많은 응용분야에서 통상적인 전화기 핸드셋 대신에 사용할 수 있는 "사실상의 핸드셋" 통신 보조기로서 동작할 수 있다. 사실상의 핸드셋 기능을 달성하기 위하여, RPU(16)은 전화기나 다른 통신망과 통신하기 위한 선택적인 보조 양방향 무선링크 회로(19)를 갖춘다. 보조 무선링크는 수화기(10)와 RPU(16) 사이에서 기본 무선링크(17)과 분리되어 있으며 서로 간섭하지 않는다. 비교적 고전력의 송신이 보조 링크에서 발생하고, 또한 보조링크 송신기가 RPU 내에 집적되어 있는 응용에서, 통상적인 무선 핸드셋에 관계하는 잠재적인 건강상 위험을 감소시키기 위하여, RPU는 치명적인 기관과 멀리 떨어져 있는 사용자의 손목이나 발목에 놓여 질 수 있다. 수화기와 RPU 사이의 기본링크(17)에서의 송신은 그 사용되는 전력레벨이 극히 작아서, 어떠한 건강상 위험도 제기하지 않는 것으로 알려져 있음을 지적해 둔다 (특정의 권고안에 대해서는 "Reference Data for Radio Engineers"에서 마이크로파 방사의 위험 부분 및 ANSI/IEEE C95.1-1991 참조). 그 대신에, 물리적으로 RPU와 집적되지 아니한 분리된 셀룰러 전화기 트랜시버가 사용자의 손목이나 발목에 착용될 수 있으며, 도 1의 링크(18)로 도시된 바와 같은 유선 또는 무선 양방향 링크를 통하여 사용자의 주머니에 있는 RPU와 교신할 수 있다 (그 다음에는 하나 또는 그 이상의 수화기와 교신한다). 이러한 링크들이 본 발명의 동작을 보충하는 데 사용될 수 있으며, 그리고 (적외선이나 초음파와 같은) 다른 많은 무선 송신 매체 및 주파수를 사용하는 링크가 사용될 수 있으며, 또한 유선연결도 이와 마찬가지로 할 수 있다는 것은 이 분야의 기술자라면 자명할 것이다.

요청된 정보의 획득: 요청된 정보를 획득하기 위하여, 종래에 잘 알려진 것으로, RPU에 있는 하나 이상의 푸쉬버튼을 통한 입력 및 RPU 전자회로에 실장된 음성인식 컴퓨터 프로그램을 포함한 다양한 수단에서 사용자 요구가 처리된다. 음성인식은 원한다면 거의 배타적으로 사용될 수 있으며, 그에 의하여 거의 모든 RPU 푸쉬버튼 제어를 배제할 수 있다. RPU에 의하여 인식된 음성 명령어는 RPU로 하여금 (볼륨과 같은) 보청기 파라미터의 설정을 변경하는 것과 같은 동작을 초기화하게 하거나, 분산 무선망에서 보조 무선링크를 통하여 (신체적으로 장애를 가진 사람들을 위한 보조기와 같은) 설비 및 환경 제어를 작동시키게 할 수 있다. 또한, RPU 회로는 사용자로 하여금 어떤 미리 규정된 명령어를 말함에 의하여 원하는 전화번호를 음성으로 다이얼링되도록 할 수 있다. 음성 명령어는 수화기(10)에 의하여 오디오신호로서 수신되어, RPU(16)로 송신된다. RPU에는 저가격의 토커에 의존적이며 이산적인 발음에 대해 한정된 단어를 인식할 수 있는 음성인식기를 포함할 수 있으며, 이는 전화 다이얼링 및 보청기 파라미터 제어와 같은 간단한 다른 기능을 수행할 수 있다. 단일 집적회로를 포함하는 이러한 음성인식기는 종래에 잘 알려져 있으며, 주변기기(950)로서 DSP(948)에 붙일 수 있다. 그 대신에, DSP(948) 자신에 의하여 음성 인식기능이 수행될 수 있다. 적당한 음성 명령어 스퀀스가 인식되면, RPU는 보조 무선링크 회로(944)를 통하여 전화기 시스템으로 적절히 연결한다. RPU와 셀룰러, 위성 또는 다른 고정되거나 이동하는 자원 간에 전화기 연결이 이루어진다. 위급 상황에서는, (사용자에 의하여 RPU DSP(948)에 미리 저장된 정보에 근거하여) 적당한 응급 서비스로 자동적으로 다이얼링하고, 위치, (심장 박동수와 같은) 현재의 의료 상황, 및 RPU DSP(948)에 저장된 의료 이력 데이터와 관련한 음성이나 디지털 정보를, 정상적인 전화 음성통신을 제공하는 것과 아울러 보조 무선링크 회로(944)를 통하여 보낼 수 있다.

센서 및 주변기기: 센서 및 주변기기(950)는 유선 또는 무선수단에 의하여 RPU 내에 놓거나 거기에 붙일 수 있으며, (키보드(946), 모르스 코드 키(956) 또는 음성인식을 통하여 RPU DSP(948)로 들어가는 입력에 의하여) 사용자에 의하여 제어되어, 요청된 정보 또는 자발적인 정보를 제공할 수 있다. 테이프, 컴팩트 디스크, 보조 무선링크를 통한 외부 전화 서비스(over-the-telephone service) 또는 상용 방송의 무선 수신기를 포함한 미리 저장된 정보로부터 음악이 제공될 수 있다. 요양소 응용에서 특정 위치에 있는 특정 목적의 송신기로부터 RPU로 사용자 위치 정보가 제공될 수 있다. (물성 자이로스코프, 가속도계 및 나침반을 구비한) 일체식으로 된 사용자가 갖고 다니는 관성항법 패키지 또는 전체 배치시스템(Global Positioning System) 수신기도 또한 사용될 수 있다. 보병 RPU응용을 위한 센서는 (레이다 검출 능력을 가진) RF 검출기, 화생방 무기 검출기, 적외선이나 레이저 다이오드 및 금속 검출기 등과 같은 많은 타입의 검출기를 포함할 수 있다. RPU DSP(948)에 의하여 발생된 적당한 음성경고 또는 독특한 경보톤이 RPU(16)에서 수화기(10)로 보내지고, 궁극적으로 사용자에 의하여 오디오신호로서 수신된다.

보조 링크 응용: 보병이나 소방관 응용에 있어서, 보조 무선링크 회로(19)는 다른 사용자에게 직접 RPU를 억세스하는 능력을 포함하거나, 일반 가입자 전화기 시스템을 사용하거나 또는 사용하지 않고 국부지역 네트워킹을 위한 무선 "기지국"과 통신할 수 있다. 보조링크 상의 디지털 트랜시버는 많은 장치들로 하여금 가깝게 근접하여 동작시킬 수 있게 하며, 만일 사생활, 보안, 낮은 신호 인터셉트 확률 및 의도적인 간섭(전파방해)로부터의 면제가 요구된다면, 종래에 잘 알려진 확산-스펙트럼 기술이 모든 (기본 및 보조) 링크에 사용될 수 있다. 소방활동이나 다국적군 작전과 같이 실시간의 언어 번역 및 긴급지시를 요구하는 상황에서는 보조링크를 통하여 중앙의 인간 오퍼레이터와의 연결이 바람직할 수 있다. 소방활동과 같은 응용에 있어서, 보청기 시스템을 완전히 숨기는 것이 필요하지 않으며, RPU 안테나가 보이는 것도 허용된다는 것을 지적해 둔다.

RPU 컴퓨터 응용: 많은 경우에 랩탑(laptp) 컴퓨터나 "개인용 디지털 보조기" 대신에 수화기(10)에 RPU(16)를 결합한 것이 사용될 수 있으며, 그 결과 실질적으로 도난방지용 시스템이 된다. 이 시스템은 전자 메일 메시지 및 팩스의 문자에서 음성으로의 번역을 손쉽게 하며, 여기서 정보는 보조링크를 통하여 수신되고 RPU DSP(948)에 의하여 처리된다. 디지털 데이터 및 음성신호 양자가 RPU 및 원격지의 컴퓨터 사이에 서로 교환되어, 음성 메일 메시지 및 호출 서비스도 보조 무선링크(19) 회로를 통하여 이 시스템에 의하여 쉽게 제공된다. RPU DSP(948)는 디지털 적으로 톤을 발생하여, 본 발명을 사용하는 성악가는 율관(pitch pipe)와 같은 외부 참조를 필요로 하지 않고도 원하는 음율(pitch)를 발생할 수 있으며, 보조링크 성능에 의하여 배우나 연사를 위한 대사 일러주기를 가능하게 한다. 만일 원격지 컴퓨터로의 연결이 데이터베이스 억세스를 위해 요구된다면, 보조 무선링크를 거쳐 들어오는 오디오신호를 처리하기 위하여 고성능의 많은 단어의 음성인식기가 원격지에서 사용될 수 있다. 몇몇 음성 명령어만을 인식할 수 있는 제한된 성능의 RPU 음성인식기와는 달리, 보조링크 전화기 연결을 통하여 억세스된 원격지 음성인식기는 저전력이거나 휴대가능할 필요가 없으며, 많은 사용자를 취급할 수 있음에 유의하라. 또한 원격지 인식기는 비승인된 사용을 방지하기 위하여 토커의 음성 확인 성능 (종래에 잘 알려진 자동화된 "성문(voiceprint)" 분석)을 포함할 수 있으며, 또한 어떤 응용을 위하여 그러한 성능이 RPU에 있는 것이 바람직할 수 있다 (그리고 예를 들어 RPU DSP(948) 안에 실장시킬 수 있다).

보조링크의 오디오에 대한 고려: 어떤 응용에서의 사용자는 주위의 오디오 환경으로부터의 신호를 보조 무선링크를 통하여 송신되는 것을 원하지 않을 수 있다. 이 경우에, 사용자의 입과 귀 사이의 정상적인 "공중 경로"를 통한 bone 전도경로를 가능케하는 보조 수화기 마이크로폰이 사용될 수 있다. 공간을 절약하기 위하여, 보조 마이크로폰은 기본 수화기 마이크로폰과 같은 소형 케이스 안에 수용될 수 있다. 그 대신에, 두 수화기가 사용될 때, 종래에 잘 알려진 디지털 신호 처리 기술 (예를 들어, 등가의 스피커폰 회로)에 의하여, 원하지 않는 주위의 소스가 RPU DSP(948)에서 "무효화(nulled out)"될 수 있다. 또한 스테레오 보청기 시스템 동작과 관련하여 이전에 설명한 것과 같이, 이러한 스테레오 신호 처리 기술은 한쪽 귀의 청력을 전부 손실하고 다른 귀의 청력을 부분적으로 손실한 사용자에 대하여 지향성 및 배경잡음 제거를 제공할 수 있음을 지적해 둔다.

청력 테스트: 본 발명은 추가의 비싼 테스트 장비를 필요함이 없이, 사용자가 정상적으로 착용한 수화기를 통하여 청력 테스트가 수행되도록 할 수 있다. 청력 테스트를 수행하기 위해 필요한 모든 신호 발생 성능은 수화기(10) 및 RPU(16)을 포함하는 보청기 시스템에서 유용하다. 특히, RPU DSP(948)는 청력 테스트 목적을 위해 유용한 것으로 알려진 다른 신호 (예를 들어, 무의미한 음절) 뿐만 아니라, 변하는 주파수 및 크기의 톤을 발생하는 데 사용될 수 있는데, 그들은 수화기에 의하여 음향파로 변환된다. 이러한 톤은 청력 테스트를 수행하는데 사용되며, 그 테스트는 사용자의 청력 손실을 보상하기 위한 신호 강화를 수행하는 RPU DSP(948)에 저장된 프로그램에 대해 적당한 이득 대 주파수 파라미터를 결정하는 것이다. 청력 테스트 동안 RPU DSP(948)을 제어하는 청력 테스트 프로그램은 테스트 동안 RPU DSP(948)에 일시적으로 저장되게 하고, 테스트를 완료한 후에는 이를 삭제하여 정상 동작 동안에 RPU DSP(948)의 메모리 자원을 다시 사용할 수 있음을 지적해 둔다. 청력 테스트 프로그램은 보조 무선링크(944) 또는 유선 주변기기 링크(950)를 통하여 RPU DSP(948)로 로딩될 수 있다.

인공귀: 원한다면 보조 링크를 통한 통신을 포함하는 무선 원격 처리기를 갖는 보청기의 전체특징 실시예에 대하여 앞에서 설명된 특징들은 또한 도 10에 도시된 무선 인공귀 시스템으로 구현될 수 있다. 현존의 유선-연결 시스템과 비교하여 개선된 성능, 모양 및 이동의 자유를 가진 무선 시스템을 심하게 귀가 먹은 인공귀 환자에게 제공할 수 있다. 인공귀는 거의 항상 모노럴 장치이다. 즉 특정 환자에게 이식하는데 단지 하나의 귀만이 사용된다. 그 때문에, 다른 토커나 배경 잡음(종래에 잘알려진 "칵테일 파티 효과")이 존재하면 토커를 이해하는데 종종 여러움을 겪는다. 또한 환자들은 다른 토커의 음성으로 조정하는 것이 어려워, 경합하는 토커 및 배경 잡음이 없다 하더라도 대화를 어렵게 한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 사용자(100)은 한 쌍의 CIC 무선 보청기 수화기(왼쪽 10' 및 오른쪽 10"), RPU(16) 및 무선 BTE 이식 전극 구동부(104) (이것은 무관심한 관찰자에게 반드시 알아차릴 수 없게 할 필요는 없다)를 갖춘다. 단지 하나의 수화기를 사용하는 시스템도 또한 가능하지만, 보다 일반적으로 적용할 수 있는, 두 개의 수화기를 사용한 시스템이 여기에 설명된다는 점을 지적한다. 구동부(104)는 수화기(10) 트랜스폰더에 사용된 것과 비슷한 (다음에서 지적하는 바와 같은 차이점을 갖는) 트랜시버 회로 (도 11 참조), 및 인공귀 전극(113)을 구동하기 위한 종래에 잘 알려진 전극 구동부 회로(112)를 포함한다. 사용자가 심하게 귀먹은 때에는 왼쪽 및 오른쪽 수화기에 있는 스피커(15)는 인공귀 응용에서는 아무 소용이 없으며, 전력을 보존하기 위하여 연결을 끊을 수 있다. 호출 RF 신호는 경로(106)를 통하여 RPU(16)에서 왼쪽 수화기(10')로 전달되며, 동일한 호출 RF 신호는 다른 경로(109)를 통하여 RPU(16)에서 구동부(104)로 전달된다. 왼쪽 수화기(10')는 전술한 바와 같이 호출신호에 포함된 특정 어드레스 비트 패턴에 응답하며, 구동부(104)도 또한 그와 동일한 어드레스에 응답한다. 호출신호에 있는 오디오 및 보조 데이터 비트는 왼쪽 수화기(10')와 구동부(104) 양자에 의하여 동시에 수신된다. 왼쪽 수화기(10')는 수신된 호출 데이터 비트를 사용하여 계속되는 응답신호를 위한 패리티 비트를 계산하며, 한편 구동부(104)는 후술되는 바와 같이 호출 오디오 데이터 비트를 사용하여 인공귀 전극을 구동하고 보조 비트를 동기화에 사용한다. 만일 상기 호출신호가 로직 "1"의 L/R 비트 값을 가지고 있다면, 왼쪽 수화기(10')는 적당하게 어드레스된 호출신호에 응답하여 응답신호를 송신하고, 그것은 경로(105)를 통하여 RPU(16)로 전달되며 주변의 오디오 및 다른 (보조 비트 및 패리티 비트) 데이터를 포함한다. 그러나, 이 경우 구동부(104)는 응답하지 않는다. 구동부(104) 회로는 다음과 같은 점에서 수화기 트랜스폰더 회로와 약간 다르다. 즉, 볼륨 레벨, 평균 음율, 음율 범위 및 톤과 관련한 토커 변화성을 줄이는 RPU DSP(948)에 구현된 프로그램으로, 잘못 놓여진 구동부(104)의 위치를 찾아내는 과정 동안에 사용되는 특정의 예약된 어드레스를 갖는 호출신호에 응답하는 경우를 제외하고는 구동부(104)는 경로(110)을 통하여 결코 응답하지 않는다. 그 결과, 잡음이 제거되고 정규화된 신호가 RPU DSP(948)에 구현된 프로그램과 같은 것에 의하여 처리되어, 이식 구동기(104)를 통하여 개별적인 인공귀 전극을 계속하여 구동하는 적당한 신호를 발생한다. 전극 구동기 신호의 수는 주어진 환자의 기능적 전극의 수 뿐만 아니라 이식의 타입에 의존한다. 적당한 신호가 RPU 호출신호의 오디오 데이터 영역에서 RPU(16)로부터 이식 구동기(104)로 경로(109)를 통하여 송신된다. 그런 다음, 이식 구동기(104)는 호출 오디오 데이터 영역에서 데이터를 수신하고, ASIC(111)에서 그 데이터를 전극 구동기(112)로 공급되는 신호로 변환하며, 전극 구동기(112)는 이를 종래에 잘 알려진 수단에 의하여 인공귀 전극(113)을 자극하는데 사용한다. RPU(16)에서 이식 구동기(104)로의 평균 오디오 데이터율은 200 Kbits/sec이다. 종래에 인공귀에 대한 데이터율은 전형적으로 144 Kbits/sec (6 전극에 각각 2000 샘플/초의 비율로 12 비트/샘플) 이며, 이 비율은 여기서 설명된 시스템에 의하여 쉽게 지원된다. 무선 인공귀 시스템에 있어서, RPU(16)으로부터 이식 구동기(104)로의 200 Kbits/sec 데이터 스트림은 이식 구동기(104)의 ASIC(111)에 의하여 사용되는 정보를 제공하는 호출 보조링크 메시지와 같은 것에 의하여 제어되어, 수신된 직렬 데이터 스트림을 개별 전극(113)을 구동하는데 사용하기 위하여, 예를 들어 전극 구동기(112)에 적합한 병렬 형태로 표시된 데이터로 분리한다. 무선 인공귀 시스템은 전술한 무선 보청기 시스템과 호환 가능하며, 무선 인공귀 시스템은 무선 스테레오 보청기 시스템과 같이 동일한 수의 호출/응답 시간슬롯을 점유한다.

이상으로 본 발명의 바람직한 실시예 및 그에 대신하는 실시예에 관하여 설명하였다. 첨부된 청구범위에 의하여 포함되는 것으로서, 여기서 설명된 특정 실시예와 균등한 것들이 있다는 것을 이 분야의 기술자라면 인식할 수 있을 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

사용자의 머리에 착용되기에 적합한 수화기(10), 및 처리부(16)를 포함하는 보청기 시스템에 있어서,

상기 수화기는

마이크로폰의 입력에 존재하는, 환경으로부터의 소리에 응답하여 소리신호를 제공하는 마이크로폰(12);

상기 처리부로부터 전송된 비변조된 캐리어펄스를 수신하여 상기 처리부로부터의 비변조된 캐리어펄스를 상기 소리신호와 변조함에 의하여 응답신호를 생성하는 복조기(805)를 구비하고, 상기 처리부로 응답신호(53)를 전송함에 의하여 상기 소리신호를 상기 처리부로 전송하고, 상기 처리부에 의하여 강화된 소리신호를 수신하는 무선트랜시버(13); 및

상기 무선트랜시버에 의하여 수신된 상기 강화된 소리신호를 소리로 변환하는 스피커(15)를 포함하고,

상기 처리부(16)는

상기 비변조된 캐리어펄스를 발생하기 위한 오실레이터부(908);

상기 수화기의 무선트랜시버로부터 상기 소리신호를 수신하는 무선수신기(24);

상기 무선수신기에 의하여 수신된 상기 소리신호를 강화하는 신호강화기(26); 및

상기 비변조된 캐리어펄스 및 상기 강화된 소리신호를 상기 수화기의 무선트렌시버로 전송하는 무선송신기(27)를 포함하는 것을 특징으로 하는 보청기 시스템.

청구항 2.

사용자의 머리에 착용하기에 적합한 수화기(10), 및 처리부(16)를 포함하는 무선통신장치에 있어서,

상기 수화기는

마이크로폰의 입력에 존재하는, 환경으로부터의 소리에 응답하여 소리신호를 제공하는 마이크로폰(12);

상기 처리부로부터 전송된 비변조된 캐리어펄스를 수신하여 상기 처리부로부터의 비변조된 캐리어펄스를 상기 소리신호와 변조함에 의하여 응답신호를 생성하는 복조기(805)를 구비하고, 상기 처리부로 응답신호(53)를 전송함에 의하여 상기 소리신호를 상기 처리부로 전송하고, 상기 처리부에 의하여 강화된 소리신호를 수신하는 무선트랜시버(13); 및

상기 무선트랜시버에 의하여 수신된 상기 강화된 소리신호를 소리로 변환하는 스피커(15)를 포함하고,

상기 처리부(16)는

상기 비변조된 캐리어펄스를 발생하기 위한 오실레이터부(908);

상기 수화기의 무선트랜시버로부터 상기 소리신호를 수신하는 무선수신기(24);

상기 무선수신기에 의하여 수신된 상기 소리신호를 강화하는 신호강화기(26); 및

상기 비변조된 캐리어펄스 및 상기 강화된 소리신호를 상기 수화기의 무선트랜시버로 전송하는 무선송신기(27)를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 처리부는 보조무선링크(29)를 통하여 무선 또는 셀룰러 전화구과의 통신을 위한 보조무선링크회로(19)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 4.

제2항에 있어서, 상기 처리부는

상기 처리부를 음성으로 작동되도록 프로그램하는 음성명령어를 상기 수화기의 마이크로폰으로부터 수신하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 5.

제2항에 있어서, 상기 처리부는 상기 수화기로부터의 상기 소리신호를 상기 무선수신기를 통하여 수신하여, 보청기시스템용 강화된 소리신호로 처리하여 상기 수화기로 되돌려 전송하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 6.

제3항에 있어서, 상기 보조무선링크는 양방향 링크로서, 외부 통신망과 인터페이스하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 7.

제2항에 있어서, 상기 처리부는 상기 수화기를 통하여 상기 처리부로 전송된 음성명령어에 의해 프로그램되는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 8.

제2항에 있어서, 상기 수화기는 귓털로 인식되어 형성되어, 상기 수화기를 귓구멍에서 빼내는 수단으로 사용하는 무선 안테나(14)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 9.

제2항에 있어서, 상기 무선트랜시버는 적어도 5 GHz의 주파수 대역에서 동작하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 10.

제2항에 있어서, 상기 수화기 및 상기 처리부 중 적어도 하나는 상기 수화기와 상기 처리부 사이의 무선 전송경로손실을 조정하는 복수의 안테나들(900, 960, 970)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 11.

제2항에 있어서, 상기 처리부로부터 수신된 상기 강화된 소리신호의 손실에 따라 상기 수화기를 일체식 보청기 디폴트모드로 자동적으로 놓기 위한 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 12.

제2항에 있어서, 상기 처리부는 스테레오 방향성의 잡음 상쇄를 더 제공하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 13.

소리신호를 제공하는 마이크로폰(12):

상기 소리신호가 원격 강화의 결과로 생성된 신호를 수신하여 이를 음향파들로 변환하는 스피커(15); 및

원격 처리부에 구비된 오실레이터로부터 비변조된 캐리어펄스를 수신하여 상기 비변조된 캐리어펄스에 의하여 상기 응답신호를 생성하는 복조기(805)를 구비하고, 상기 캐리어펄스를 상기 소리신호와 변조하여 생성된 응답신호(53)를 전송함에 의하여 상기 소리신호를 상기 원격처리부로 전송하고, 상기 원격처리부에 의하여 강화된 소리를 수신하는 무선트랜시버(13)를 포함하는 것을 특징으로 하는 보청기시스템의 수화기.

청구항 14.

비변조된 캐리어펄스(52)를 발생하는 오실레이터(908);

상기 비변조된 캐리어펄스를 전송하여 원격 수화기로 전송된 에너지를 제공하는 무선송신기(27);

상기 전송된 비변조 캐리어펄스를 상기 수화기에 있는 마이크로폰에 의하여 제공된 소리신호로 변조하여 생성된 응답신호를 수신하는 무선수신기(24);

상기 무선수신기에 의하여 수신된 상기 소리신호를 강화하여 상기 강화된 신호를 제공하는 신호강화기(26); 및

보조무선링크(29)를 통하여 무선 또는 셀룰러 전화국과의 통신을 위한 보조무선링크회로(19)를 포함하며,

상기 수화기에 있는 스피커에 의하여 상기 강화된 신호를 음향파로 변환하기위하여, 상기 강화된 신호는 상기 무선송신기에 의하여 상기 수화기로 전송되는 것을 특징으로 하는 보청기 시스템의 신호처리기.

청구항 15.

음향파를 전기신호로 변환하고, 처리된 신호를 음향파로 변환하되,

비변조된 캐리어펄스(52)를 원격 처리수단으로부터 수신하고, 무선통신링크(17)을 통하여 상기 원격 처리수단으로 응답신호(53)를 전송함에 의하여 상기 전기신호를 상기 원격 처리수단으로 전송하는 무선트랜시버를 구비하며, 상기 비변조된 캐리어펄스를 상기 전기신호와 변조하여 상기 응답신호를 생성하는 변환수단(10);

상기 무선통신링크를 통하여 수신된 상기 전기신호를 강화처리된 신호로 처리하되,

상기 변환수단으로부터의 상기 응답신호를 수신하는 무선수신기(24), 상기 비변조된 캐리어펄스를 전송하고 상기 처리된 신호를 상기 무선통신링크를 통하여 상기 변환수단으로 되돌려 전송하는 무선송신기(27), 및 상기 무선통신링크를 통하여 상기 무선송신기에 의하여 상기 변환수단으로 동작전원을 공급하는 비변조된 캐리어펄스를 발생하는 오실레이터(908)를 구비하는 처리수단(16)을 포함하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

청구항 16.

청력을 손상한 사람들과의 오디오 통신을 개선하기 위한 방법에 있어서,

원격 소스(16)로부터의 미리 선택된 캐리어신호(52)로 상기 청력을 손상한 사람(11)의 귀 부근의 영역을 채우는 단계;

상기 미리 선택된 캐리어신호를 상기 부근에 존재하는 주위의 소리와 변조하여 변조된 캐리어(53)를 발생하는 단계;

상기 변조된 캐리어를 상기 미리 선택된 캐리어신호의 상기 원격 소스로 되돌려 보내는 단계; 및

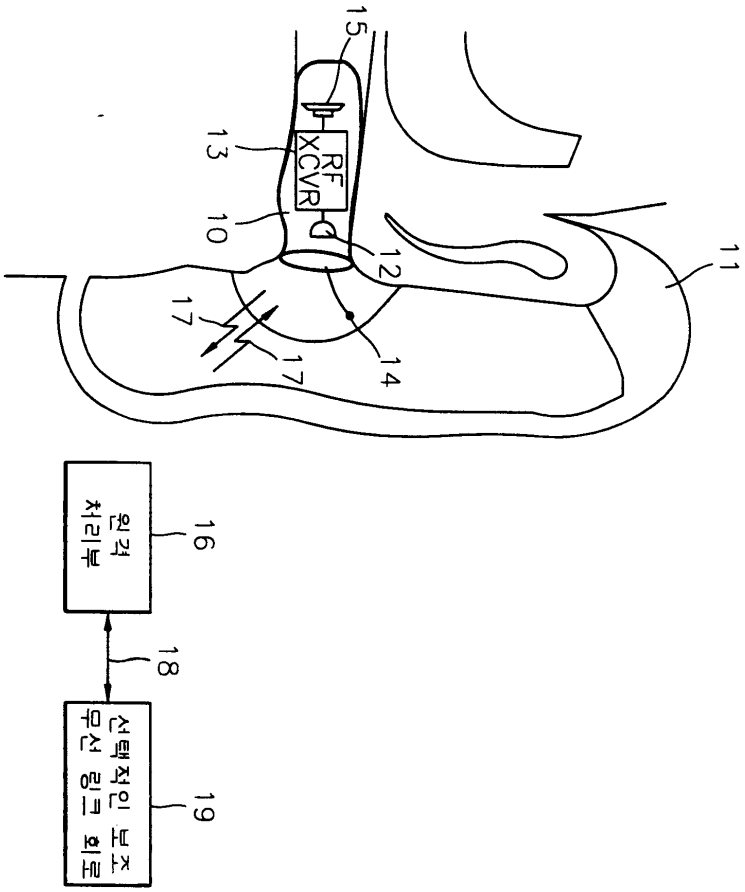
상기 변조된 캐리어를 처리하여 상기 부근에 위치된 트랜스듀서(15)로 전송할 강화된 오디오신호를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 오디오 통신방법.

청구항 17.

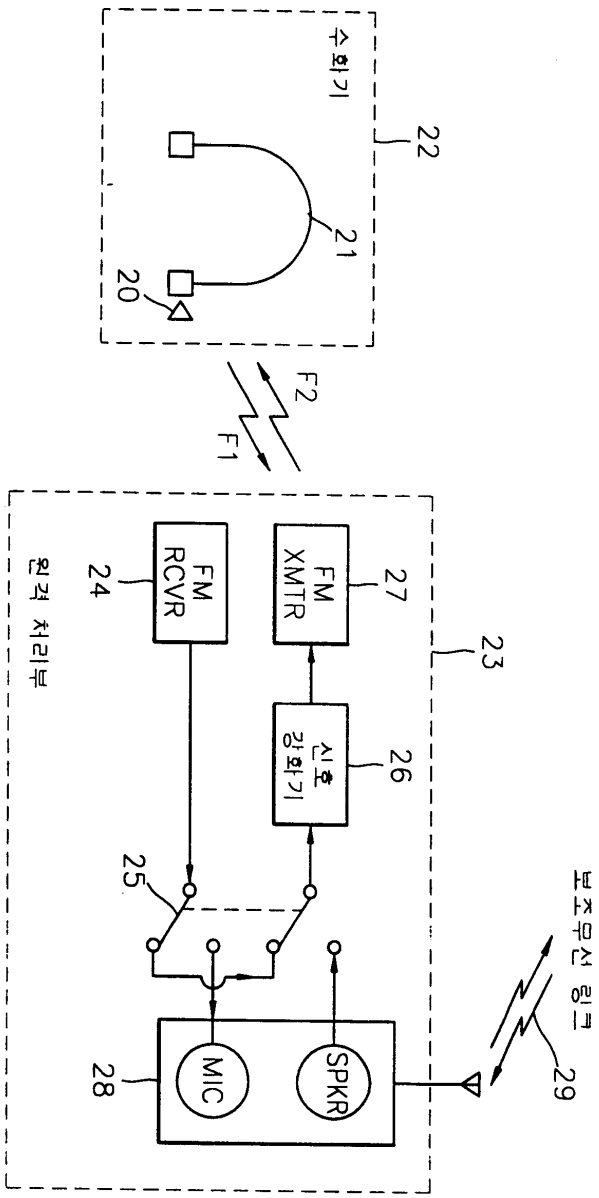
제2항에 있어서, 상기 수화기는 인공귀로 형성되는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

도면

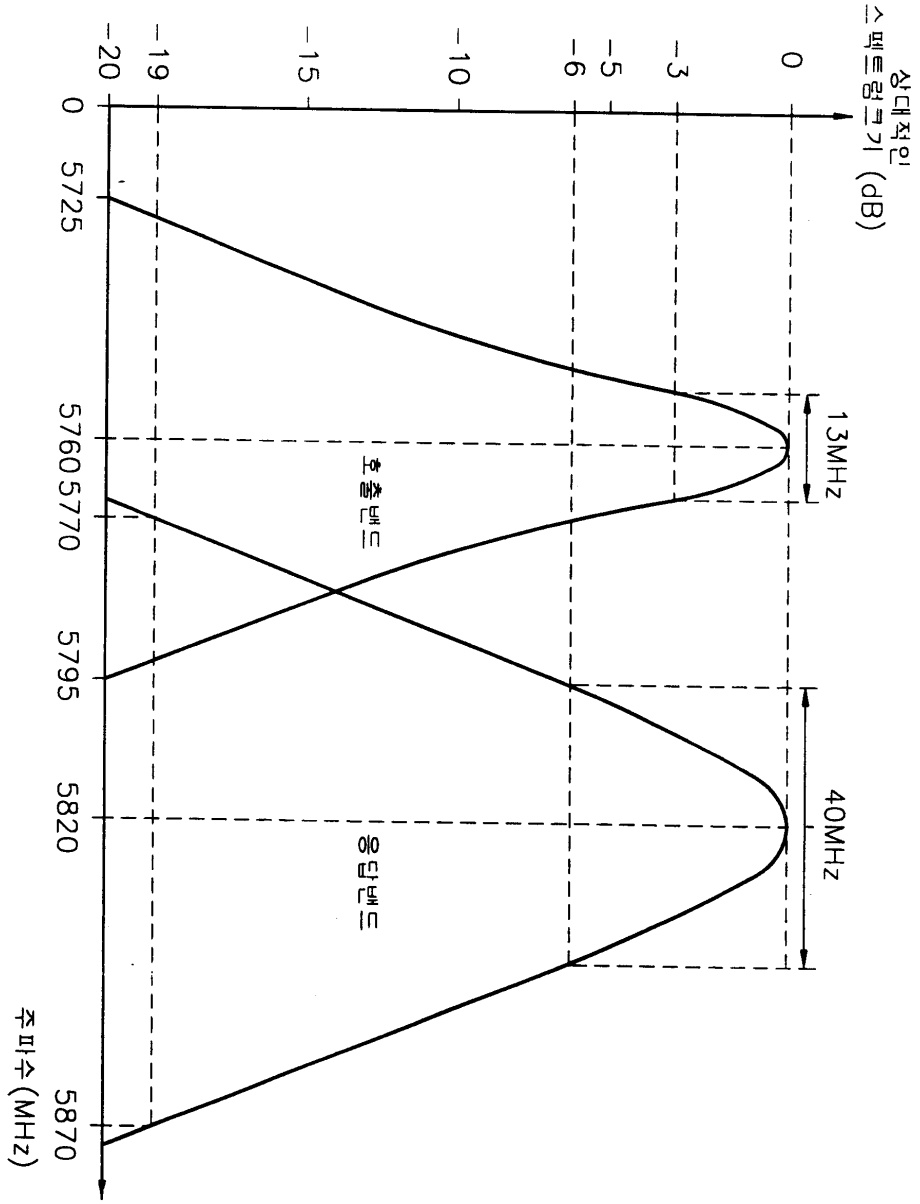
도면1



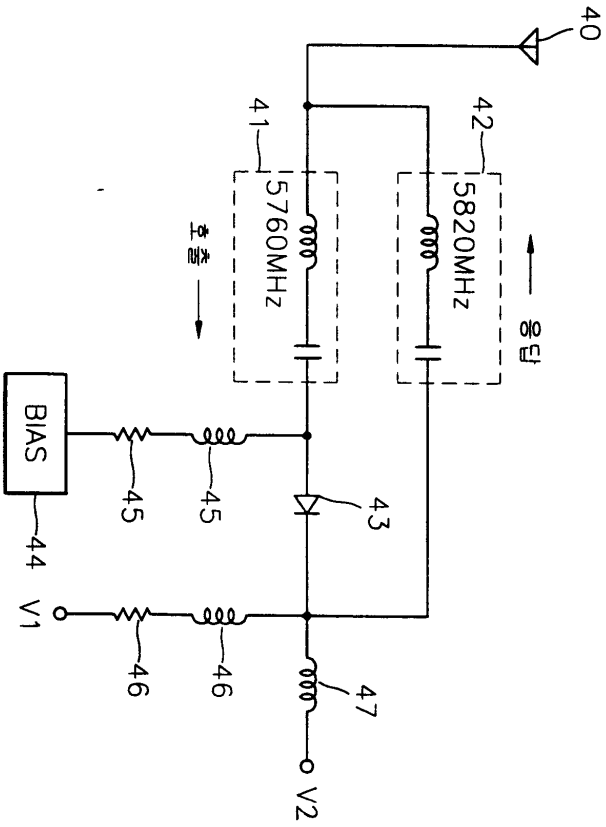
도면2


수화기
22
21
20
F2
F1
원격 처리부
FM RCVR
24
FM XMTR
27
23
신호 강화기
26
25
MIC
SPKR
28
무선 링크
29

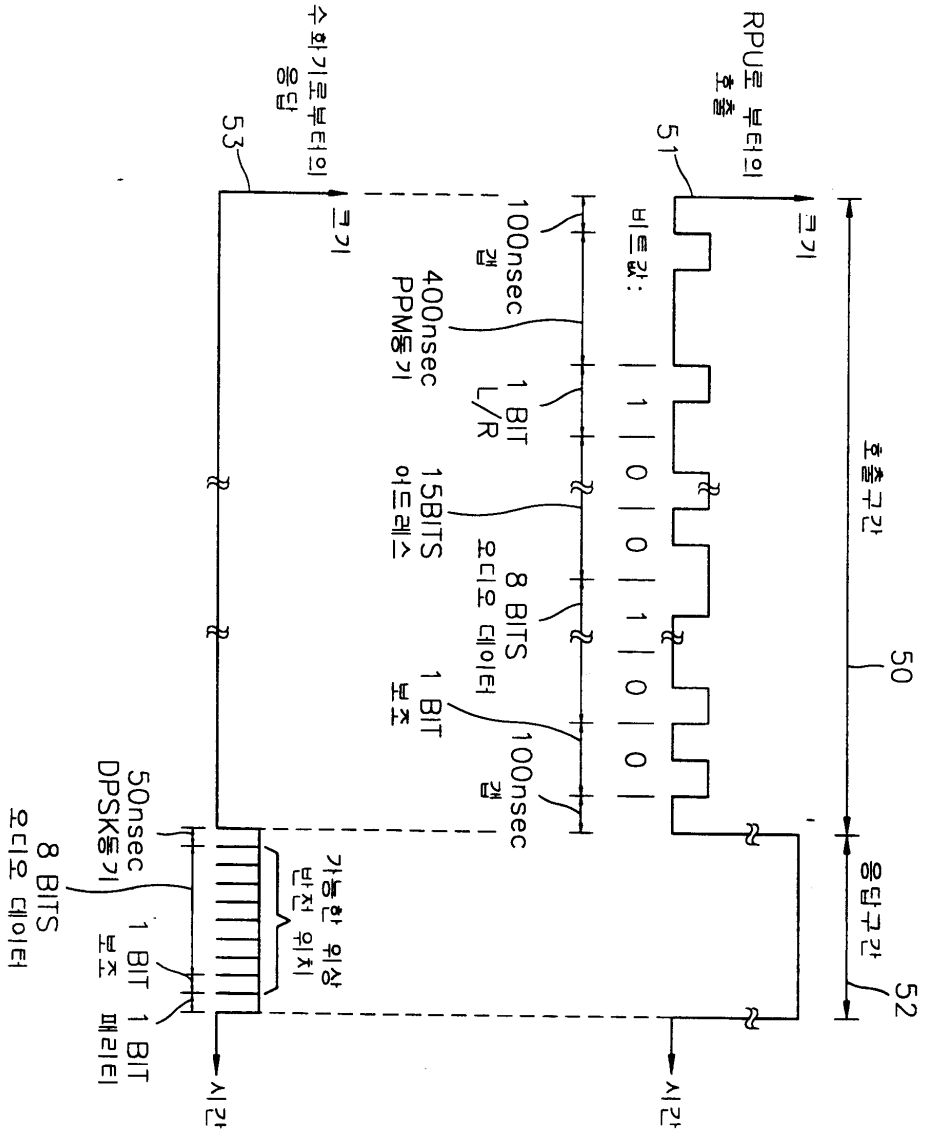
도면3


상대적인
스펙트럼크기 (dB)
0
-3
-5
-6
-10
-15
-19
-20
0
5725
5760
5770
5795
5820
5870
주파수 (MHz)
13MHz
40MHz
호출밴드
응답밴드

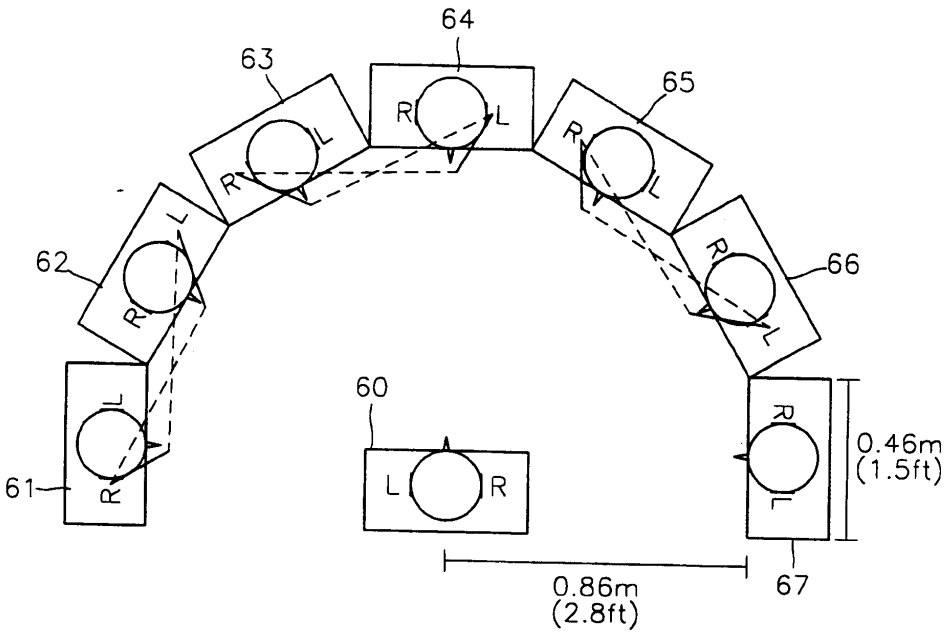
도면4



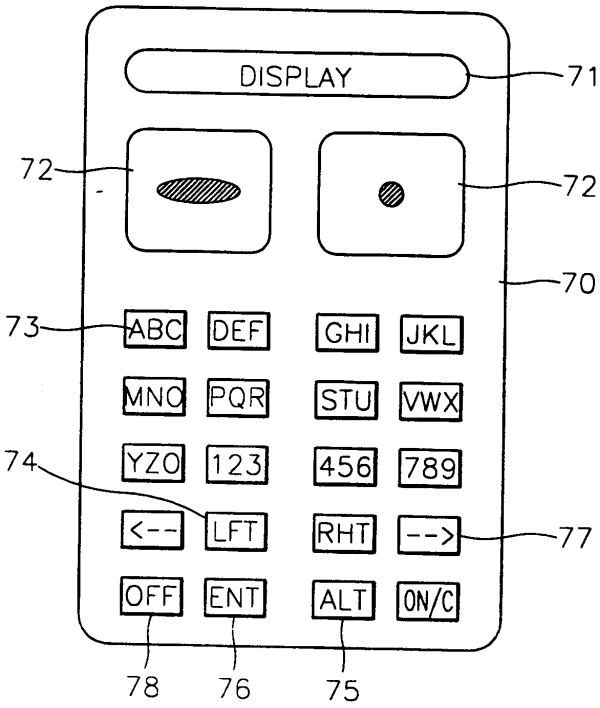
도면5


RPU로 부터의 호출
51
크기
비트값: 1 1 0 0 1 0 0
100nsec 갭
400nsec PPM동기
1 BIT L/R
15BITS 어드레스
8 BITS 오디오 데이터
1 BIT 보조
100nsec 갭
호출구간
50
응답구간
52
시간
수화기로부터의 응답
53
크기
50nsec DPSK동기
8 BITS 오디오 데이터
1 BIT 보조
1 BIT 패리티
가능한 위상 반전 위치
시간

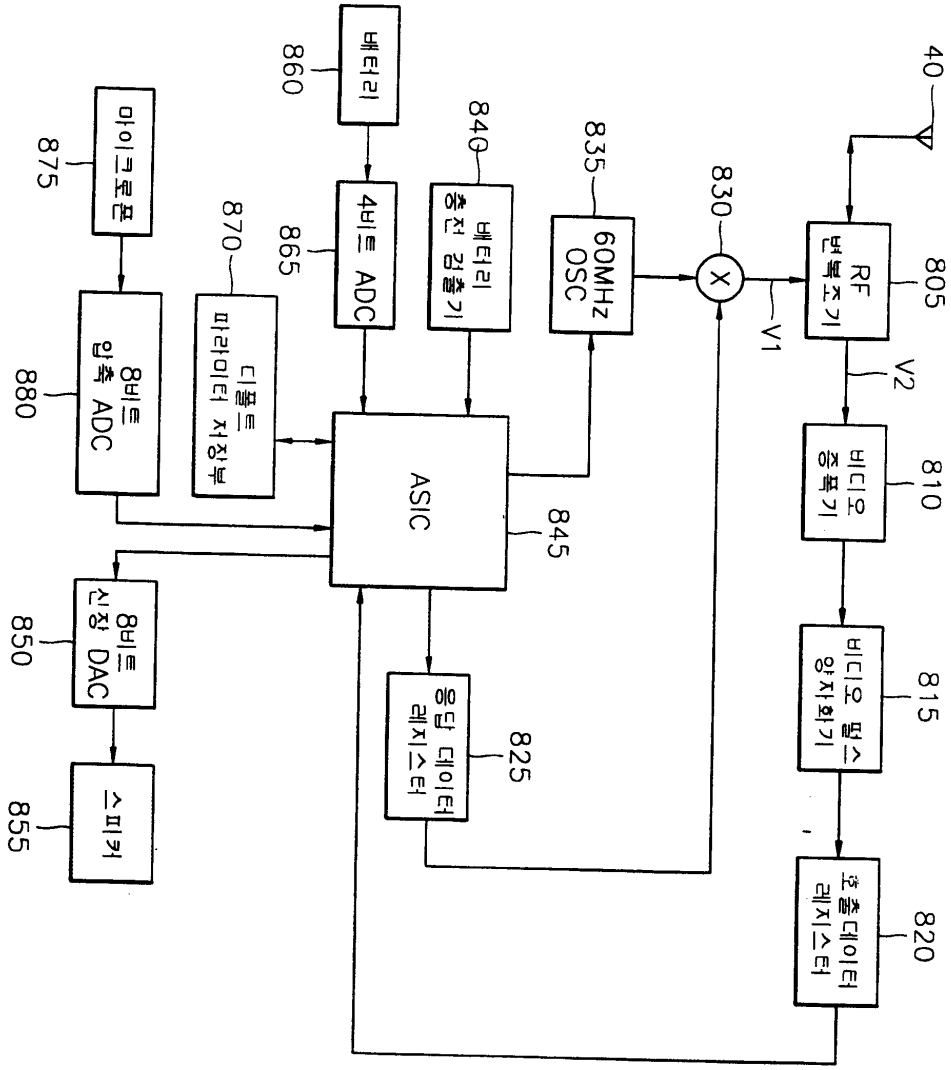
도면6


64
63
65
62
66
61
60
67
R
L
0.46m
(1.5ft)
0.86m
(2.8ft)

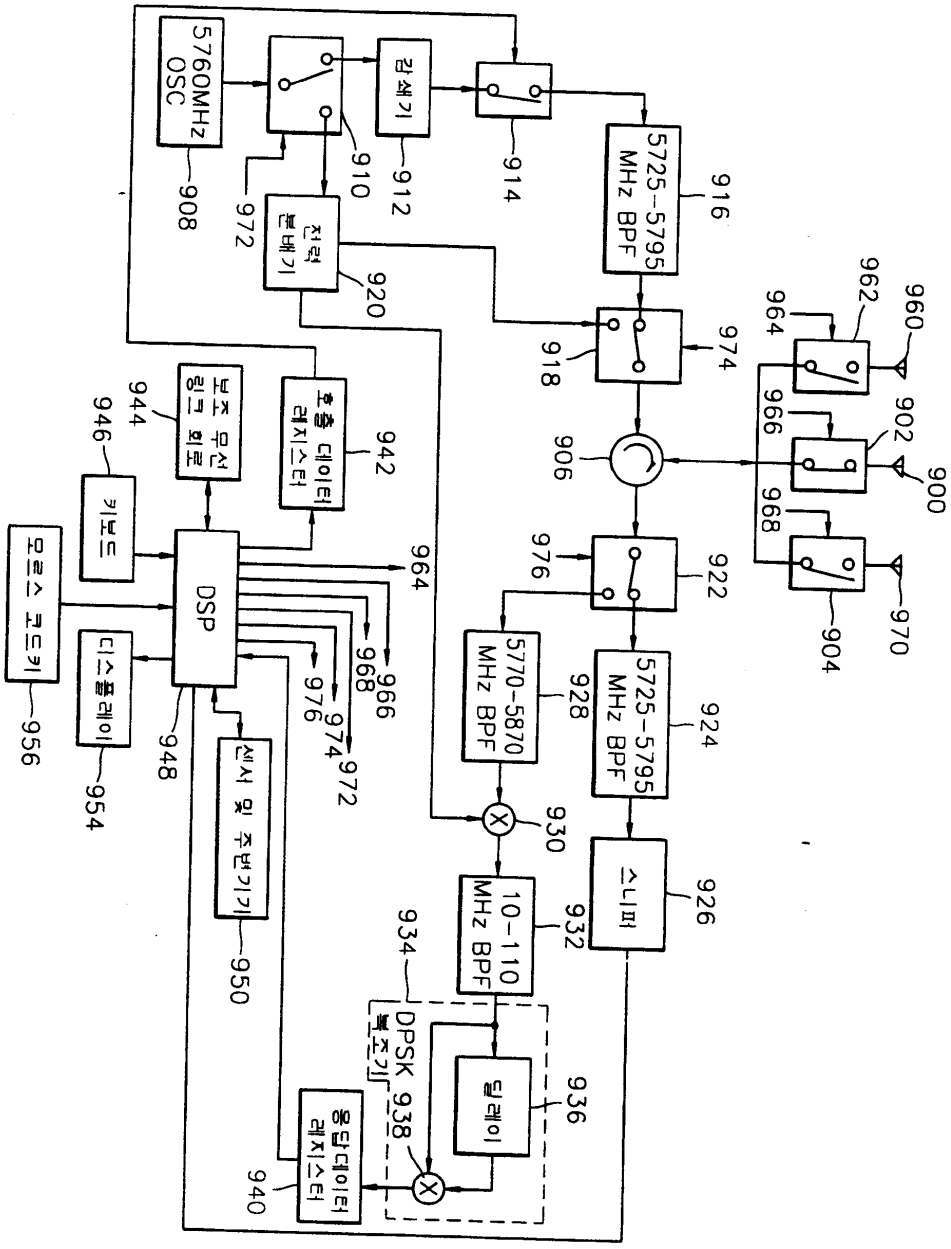
도면7


DISPLAY
71
72
72
70
73
ABC
DEF
GHI
JKL
MNO
PQR
STU
VWX
YZO
123
456
789
74
<--
LFT
RHT
-->
77
OFF
ENT
ALT
ON/C
78
76
75

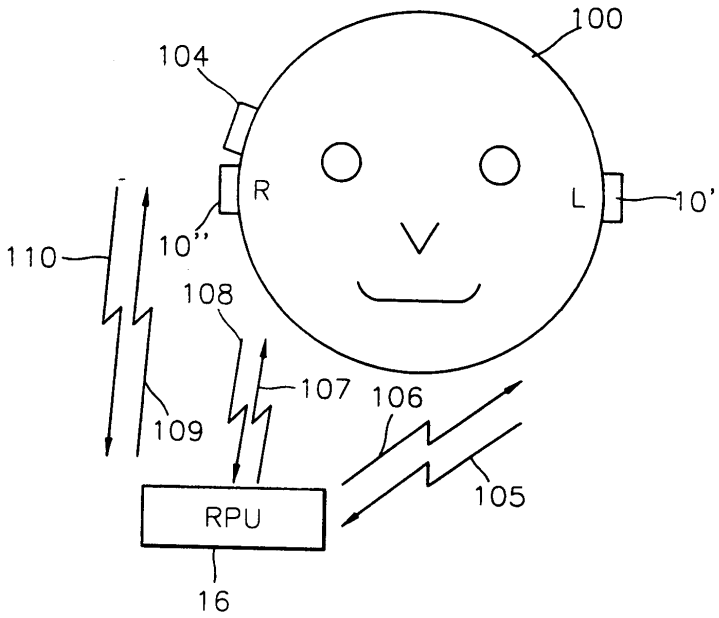
도면8


40
805
RF 변복조기
V1
V2
810
비디오 증폭기
815
비디오 펄스 양자화기
820
호출데이터 레지스터
830
835
60MHz OSC
840
배터리 충전 검출기
845
ASIC
825
응답 데이터 레지스터
860
배터리
865
4비트 ADC
870
디폴트 파라미터 저장부
875
마이크로폰
880
8비트 압축 ADC
850
8비트 신장 DAC
855
스피커

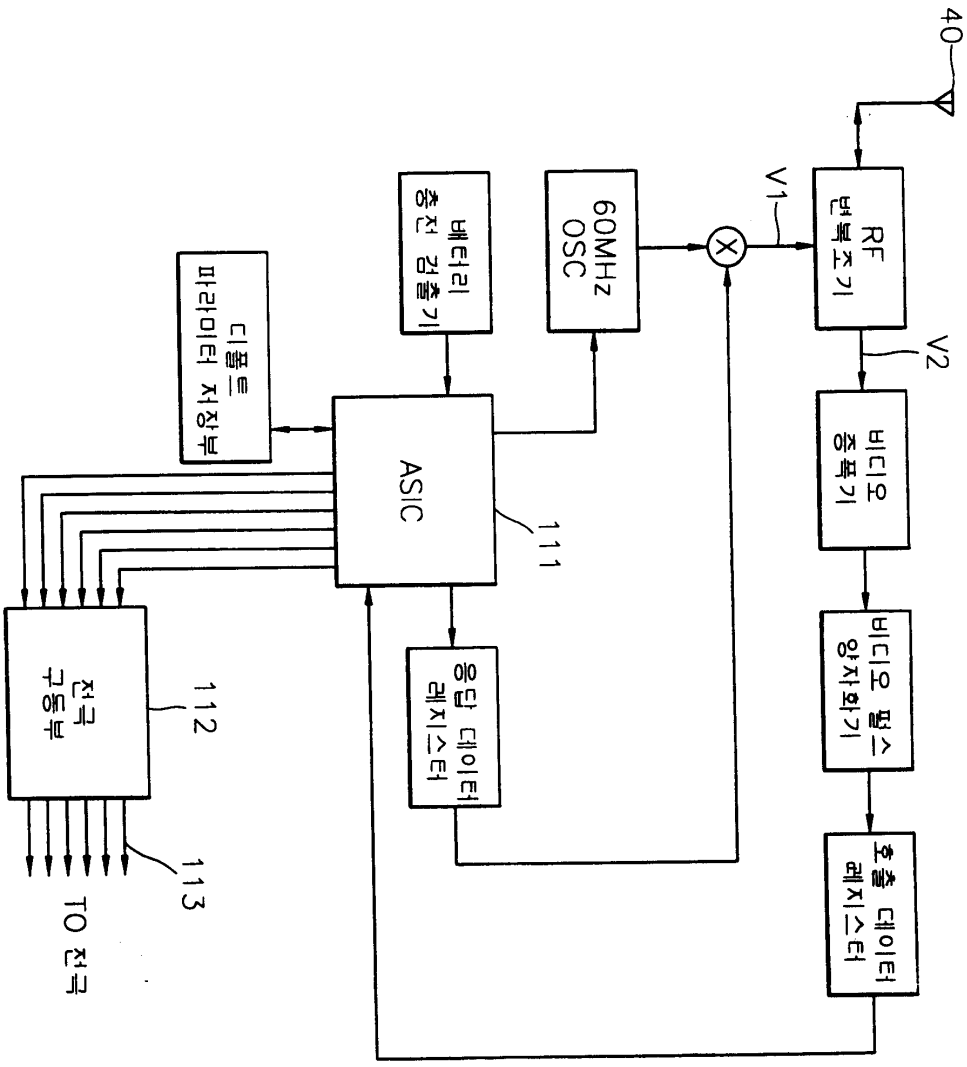
도면9


5760MHz OSC
908
910
912
914
916
5725-5795 MHz BPF
918
920
972
974
906
922
976
924
5725-5795 MHz BPF
926
928
5770-5870 MHz BPF
930
932
10-110 MHz BPF
934
936
DPSK 복조기
938
940
942
944
946
948
950
954
956
964
966
968
970
902
900
904
960
962
964
966
968
970
DSP
키보드
모르스 코드키
디스플레이
호출 데이터 레지스터
센서 및 주변기기
DPSK 복조기
딜레이
응답데이터 레지스터

도면10


100
104
R
L
10'
10''
110
108
107
106
109
105
RPU
16

도면11


40
RF 변복조기
V1
V2
60MHz OSC
베터리 충전 검출기
디폴트 파라미터 저장부
ASIC
111
비디오 증폭기
비디오 필스 양자화기
응답 데이터 레지스터
호출 데이터 레지스터
전극 구동부
112
113
TO 전극