



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년01월04일
(11) 등록번호 10-0791824
(24) 등록일자 2007년12월28일

(51) Int. Cl.

H04B 7/01 (2006.01)

(21) 출원번호 10-1999-7003102

(22) 출원일자 1999년03월30일

심사청구일자 2002년09월24일

번역문제출일자 1999년03월30일

(65) 공개번호 10-2000-0049034

(43) 공개일자 2000년07월25일

(86) 국제출원번호 PCT/US1997/017380

국제출원일자 1997년09월26일

(87) 국제공개번호 WO 1998/15071

국제공개일자 1998년04월09일

(30) 우선권주장

08/723,490 1996년09월30일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

국제 공개특허공보 WO1996008882호(1996.03.21)

미국특허공보 05463400호(1995.10.31)

전체 청구항 수 : 총 2 항

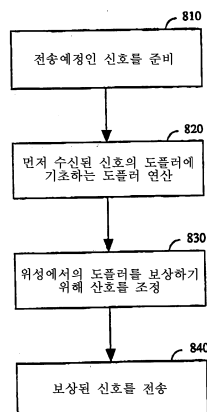
심사관 : 남옥우

(54) 통신 시스템에서 타이밍 및 주파수를 예비정정하는 방법

(57) 요약

위성 (116, 118) 을 이용하는 통신 시스템 (100) 에서, 위성 운동으로 인한 타이밍 불확실성 및 주파수 불확실성을 줄이기 위해, 타이밍 및 주파수를 예비정정하는 방법 및 장치. 전송된 신호 (410) 는, 예비정정 또는 보상되어 (342) 전송된 신호가 전송기 (120) 로부터 위성 (116) 으로 전파될 때, 공지된 위성 운동에 기초하는 효과를 책임진다. 이러한 효과를 제거하게 되면, 전송된 신호가 수신기 (124) 에 도달하게 될 때, 전송된 신호내의 불확실성의 크기가 줄어들게 되어, 신호 수신에 용이해진다.

대표도 - 도8



(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 짐바브웨, 세르비아 앤 몬테네그로, 시에라리온, 가나

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 가나, 짐바브웨

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고

특허청구의 범위

청구항 1

위성을 이용하는 통신 시스템에서 사용자 터미널 수신기 상의 도플러 효과를 감소시키는 신호 전송 방법에 있어서,

게이트웨이에 위치한 전송기에 대한 위성의 도플러 주파수를 소정 데이터로부터 연속적으로 연산하는 단계로서, 상기 위성은 상기 게이트웨이에 위치한 전송기로부터 신호를 수신하고 상기 신호를 상기 사용자 터미널 수신기로 재송하는 (repeating), 연산 단계; 및

상기 신호가 도플러가 없는 것처럼 상기 위성에서 수신되도록, 상기 도플러 주파수의 함수로서 상기 신호의 전송 주파수를 조정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 전송 방법.

청구항 2

위성을 이용하는 통신 시스템에서 사용자 터미널 수신기 상의 전파 지연의 효과를 감소시키는 신호 전송 방법에 있어서,

게이트웨이에 위치한 전송기로부터 신호를 수신하는 위성과 상기 게이트웨이에 위치한 전송기 간의 거리를, 소정 데이터로부터 연속적으로 계산하는 단계;

상기 신호가 상기 계산된 거리를 통과하기 위해 필요한 전파 시간을 결정하는 단계;

소정 시간으로부터 상기 전파 시간을 감산하여 정정된 전송 타이밍을 얻는 단계; 및

상기 신호가 상기 소정 시간에 수신되도록, 상기 정정된 전송 타이밍에서 상기 신호를 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 전송 방법.

명세서

기술 분야

- <1> 본 발명은 일반적으로 확산 스펙트럼 통신 시스템에 관한 것으로, 특히 많은 양의 신호 도플러 (Doppler) 를 전제로 통신 신호를 수신하는 것에 관한 것이다. 본 발명은 또한 통신 신호의 타이밍 및 주파수를 예비정정하여 이러한 신호 도플러를 보상하는 새롭고도 향상된 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 무선 데이터나 전화 시스템과 같은 전형적인 진보된 지상 통신 시스템은 셀 사이트 (cell site) 라고도 불리는 기지국을 사용하여 소정의 지리학적인 영역이나 셀 내에서 하나 이상의 사용자 터미널과 시스템 가입자와의 통신 신호를 중계한다. 전형적인 위성에 기초한 통신 시스템은 게이트웨이 (gateway) 라고 불리는 기지국 및 하나 이상의 위성을 사용하여 게이트웨이 및 하나 이상의 사용자 터미널 사이에서 통신 신호를 중계한다. 기지국 및 게이트웨이는 각각의 사용자 터미널로부터 다른 사용자 터미널 및 공중 교환 전화망 (public switching telephone network : PSTN) 과 같이 접속된 다른 통신 시스템 사용자로의 통신 링크를 제공한다. 이러한 시스템에서의 사용자 터미널은 고정되거나 이동 전화와 같이 이동 가능할 수 있고, 게이트웨이 근처에 위치하거나 원거리에 위치할 수 있다.
- <3> 어떤 통신 시스템들은, 양자 모두 본 발명의 양수인에게 양도되었으며 여기에서 참조하고 있는, "Spread Spectrum Multiple Access Communication System Using Satellite Or Terrestrial Repeaters" 라는 제목으로 1990 년 2 월 13 일에 특허된 미국특허 4,901,307 호 및 "Method And Apparatus For Using Full Spectrum Transmitted Power In A Spread Spectrum Communication System For Tracking Individual Recipient Phase Time And Energy" 라는 제목으로 1995 년 2 월 4 일 출원된 미국특허출원 08/368,570 호 에 개시된 바와 같이, 코드분할 다중액세스 (code division multiple access : CDMA) 확산 스펙트럼 신호를 채용한다.
- <4> 전형적인 확산 스펙트럼 통신 시스템에서는, 하나 이상의 소정 의사 노이즈 (PN : pseudonoise) 코드 시퀀스를 사용하여 통신 신호로서 전송용 캐리어 신호로 변조하기 전에 소정의 스펙트럼 밴드를 통하여 정보 신호를 변조하거나 "확산"시킨다. 이 분야에서 잘 알려진 스펙트럼 확산 전송 방법인 PN 코드 확산은 데이터 신호의 밴

드폭 보다 훨씬 큰 밴드폭을 갖는 전송용 신호를 생성한다. 기지국 또는 게이트웨이 대 사용자 터미널 통신 링크에서, PN 확산 코드 또는 이진 시퀀스를 사용하여 다중경로 신호들 사이 뿐만 아니라 다른 기지국에 의해 전송되거나 다른 빔 (beam) 을 통해 전송된 신호들을 식별한다.

- <5> 전형적인 CDMA 확산 스펙트럼 시스템에서, 채널화 코드를 사용하여 포워드 링크 (즉, 기지국이나 게이트웨이로부터 사용자 터미널 송수신기로의 신호 경로) 상의 위성 서브빔 (sub-beam) 이나 셀 내의 여러 사용자 터미널용으로 의도된 신호들을 식별한다. 각각의 사용자 송수신기는 고유한 (unique) "채널화" 직교 코드를 사용함으로써 포워드 링크 상에 제공된 그 자체의 직교 채널을 갖는다. 이러한 채널들을 통해 전송된 신호는 일반적으로 "트래픽 신호 (traffic signal)" 라고 불린다. 추가적인 포워드 링크 채널이나 신호들이 "페이징 (paging)", "동기화", 및 시스템 사용자에게 전송될 다른 신호들을 위해 제공된다. 일반적으로, 왈시 함수 (Walsh functions) 가 채널화 코드를 구현하는데 이용된다.
- <6> 이러한 타입의 전송 장치의 동작에 관한 추가적인 세부 사항은, 본 발명과 동일한 양수인에게 양도되었으며, 여기에서 참조하고 있는 "System And Method For Generating Signal Waveforms In A CDMA Cellular Telephone" 이라는 제목의, 미국특허 5,103,459 호에서 찾아볼 수 있다.
- <7> 상기 특허에 개시된 바와 같은, CDMA 확산 스펙트럼 통신 시스템은 포워드 링크 사용자 터미널 통신을 위한 간섭성 변조 및 복조의 사용을 기대한다. 이러한 접근법을 사용하는 통신 시스템에서, "파일럿 (pilot)" 캐리어 신호, 즉 간단히 "파일럿 신호" 가 포워드 링크 신호를 위한 간섭성 위상 기준으로서 사용된다. 파일럿 신호는, 일반적으로 데이터 변조를 포함하지 않는 신호이며, 유효범위 (region of coverage) 전역에 걸쳐 게이트웨이 또는 기지국에 의해 기준으로서 전송된다.
- <8> 파일럿 신호는 사용자 터미널에 의해 초기의 시스템 동기화, 및 기지국 또는 게이트웨이에 의해 전송된 다른 신호의 시간, 주파수 및 위상 트래킹을 획득하는데 이용된다. 파일럿 신호 캐리어를 트래킹함으로써 얻어진 위상 정보는 다른 시스템 신호나 트래픽 (데이터) 신호의 간섭성 복조를 위한 캐리어 위상 기준으로서 사용된다. 이러한 기술로 인하여 많은 트래픽 신호는 공통 파일럿 신호를 위상 기준으로서 공유할 수 있으며, 보다 적은 비용 및 고효율 트래킹 메커니즘이 가능해진다. 일반적으로, CDMA 채널 또는 서브빔이라 불리는 사용된 각 주파수에 대하여 각 기지국이나 게이트웨이에 의하여 하나의 파일럿 신호가 전송되며, 그 주파수를 통해 그 소오스 또는 게이트웨이로부터 신호를 수신하는 모든 사용자 터미널에 의하여 공유된다.
- <9> 사용자 터미널이 트래픽 신호를 수신하거나 전송하지 않는 경우에, 페이징 (paging) 신호 또는 채널로서 알려진 하나 이상의 신호를 사용하여 사용자 터미널에 정보가 전달될 수 있다. 예를 들어, 특정한 이동 전화에 호출이 온 경우에, 기지국이나 게이트웨이는 페이징 신호에 의하여 이 이동 전화에 경보를 울린다. 페이징 신호는 호 (call) 의 존재와 사용될 트래픽 채널을 지정하고, 시스템 가입자 특정 메시지와 함께 시스템 오버헤드 정보를 분배하는데 이용된다. 통신 시스템은 몇개의 페이징 신호 또는 채널을 가질 수도 있다. 또한 동기화 신호는 시간 동기화를 용이하게 하기에 유용한 시스템 정보를 전송하는데 이용된다. 이러한 모든 신호는 파일럿 신호와 유사한 방식으로 공유된 자원으로서 작용한다.
- <10> 사용자 터미널은 리버스 링크, 즉, 사용자 터미널로부터 기지국 또는 게이트웨이로의 신호경로를 통하여 액세스 신호를 송신함으로써 페이징 신호상의 메시지에 응답할 수 있다. 또한, 액세스 신호는, 사용자 터미널이 호를 발신할 경우, 사용자 터미널에 의해 이용되며, 액세스 프로브 (access probes) 라고 불리기도 한다. 일반적으로 추가된 긴 PN 코드를 사용하여 리버스 링크 트래픽 채널을 만들어 낸다. 동시에, 직교 코드의 세트를 사용하는 M-ary 변조의 형태를 사용하여 리버스 링크 데이터 전송을 향상시킬 수 있다.
- <11> 임의의 통신 시스템에서와 같이, 포워드 링크 통신 신호는 사용자 터미널에 의해 수신되고 후 처리를 위하여 저밴드 주파수로 하향 변환된다. 일단 하향 변환되면, 신호는 디지털적으로 처리되어, 수신되고 있는 특정한 파일럿 신호 또는 신호들을 검출하고, 연관된 페이징, 동기화 및 트래픽 신호를 복조한다. 복조하는 동안에, PN 확산 코드가 신호를 역확산하도록 인가되고, 채널화 코드가 신호와 상관되어 데이터를 제공한다.
- <12> 수신, 하향 변환 및 복조 처리가 이러한 시스템에서 올바르게 작용하도록 하기 위하여, 사용자 터미널은 처리되는 신호를 전송하는 기지국 또는 게이트웨이와 공통 주파수 기준 및 공통 타이밍 기준을 공유해야 한다. 즉, 신호 캐리어와 동기화 정보가 운반되기 때문에, 캐리어 주파수가 정확히 검출되어야 하고, 다중 캐리어의 상대적인 위상의 위치 또한 결정되어야 한다. 상당히 정확한 주파수 튜닝 없이는, 캐리어가 적절히 제거될 수 없으며, 디지털 신호가 정확히 역확산되고 복조될 수 없다.
- <13> PN 확산 코드는 신호에 인가된 시퀀스이기 때문에, 신호로부터 확산 코드를 적절히 역확산하거나 복조하여 데이

터를 제공하도록 신호의 타이밍이 결정되어야 한다. PN 확산 코드 및 직교 채널화 코드는 적절한 시스템 타이밍이나 신호 동기화 없이는 정확히 제거될 수 없다. 코드가 부정확한 동기화로써 인가된다면, 신호는 단순히 노이즈로서 나타나며 어떠한 정보도 전달되지 않는다. 이러한 시스템에 사용되는 위성과 사용자 터미널의 위치 및 코드 타이밍 오프셋(offset)의 결정 또한 시간이나 상대적인 일시 변위를 정확히 아는 정도에 좌우된다. 사용자 터미널은, 기지국이나 게이트웨이 타이밍 및 절대적인 연대기적 역사나 관계에 대하여 적절한 클럭 비율(clock rate), 사건 타이밍(event timing) 및 상대적인 시간값을 유지하는 로컬 발진기의 정확도에 의존한다.

<14> 비정지 궤도(non-geostationary orbits)의 위성을 채용하는 통신 시스템은 높은 정도의 상대적인 사용자 터미널 및 위성 운동을 보인다. 이러한 상대적인 운동은 통신 링크 내에서 신호의 캐리어 주파수에 있어서의 매우 실질적인 도플러 성분이나 천이를 만든다. 이러한 도플러 성분은 사용자 터미널 및 위성 운동에 따라 변하기 때문에, 캐리어 신호의 주파수에 있어서 불확실성의 범위 또는 보다 간단하게는 주파수 불확실성을 만들어 낸다.

<15> 이러한 주파수 천이 이외에도 도플러 효과는 또한 PN 코드, 심벌 등등을 포함하여, 사용된 다양한 코드로의 명백한 시간이나 타이밍 천이를 초래한다. 이러한 명백한 시간 천이는 또한 코드 도플러(code Doppler)라고 불린다. 특히, 코드 도플러는 기저 밴드 신호에 도입된 위성 운동의 효과이다. 따라서, 코드는 정확한 코드 타이밍으로 수신기에 도달하지 않는다.

<16> 코드 도플러 이외에도, 위성 운동은 또한, 통신 링크 내의 신호에 대해 전파 지연에서의 다량의 불확실성, 또는 타이밍 불확실성을 만들어낸다. 전파 지연은, 위성이 게이트웨이에 배치된 사용자 터미널 바로 위에 있는 경우의 최소값으로부터 위성이 게이트웨이에 배치된 사용자 터미널과 수평인 경우의 최대값까지 변화한다. 바꿔 말하면, 전파 지연은 위성으로의 게이트웨이로부터 사용자 터미널까지의 거리가 최소인 경우에 최소이다. 이와 유사하게, 전파 지연은 위성으로의 게이트웨이로부터 사용자 터미널까지의 거리가 최대인 경우에 최대이다.

<17> 확산 스펙트럼 통신 시스템에서 통신 신호를 획득하기 위하여, 통신 시스템은 신호의 캐리어 주파수를 검출하고 신호와 타이밍을 동기화시켜야 한다. 전형적인 통신 시스템은 불확실성의 개별적인 범위 내의 다양한 주파수 및 타이밍 값으로 이루어진 "추측"과 신호를 비교함으로써 정확한 주파수 및 타이밍을 "검색"한다. 소정의 임계값 이상의 신호에 가장 밀접히 관련된 추측값은 신호를 역확산하고 복조하기 위한 정확한 주파수 및 타이밍을 포함한다.

<18> 그러나, 전형적인 통신 시스템은 지금까지는 상대적으로 작은 "검색 공간", 즉 상대적으로 작은 주파수 및 타이밍 불확실성으로 인한 타이밍 및 주파수 추측값의 세트에 직면해 있었다. 예를 들어, 정지 궤도 위성을 채용하는 위성 통신 시스템이나 지상 통신 시스템은 1 내지 2 ms 이상의 범위에서 타이밍 불확실성을 나타내며, 1 ppm 정도의 도플러 불확실성을 나타낸다. 이와는 대조적으로, 비정지 궤도 위성을 채용하는 통신 시스템은 10 내지 20 ms 이상의 범위의 타이밍 불확실성 및 10 ppm 이상의 도플러 불확실성을 나타낸다. 따라서, 다른 모든 것들은 동일하기 때문에, 비정지 궤도 위성을 채용하는 통신 시스템은 지상 또는 정지 궤도 통신 시스템 보다 100 배 이상 크기 정도의 검색 공간을 갖는다.

<19> 보다 큰 검색 공간은 신호를 얻는데 보다 긴 시간이나 검색 공간의 일부에서 병렬로 동작하는 다중 검색 수신기를 필요로 한다. 이들 중 어느 것도 바람직하지 않다.

<20> 필요한 것은 높은 도플러 조건 하에서 동작하는 통신 시스템의 검색 공간을 감소시키기 위한 방법 및 장치이다.

<21> 본 발명은 위성 리피터 및 사용자 터미널의 상대적인 운동으로 인한 도플러를 겪는 통신 시스템에서 신호를 획득하는 것에 관한 것이다. 이러한 타입의 시스템은 도플러 천이로 인한 넓은 범위의 주파수 불확실성 및 타이밍 불확실성과 상대적인 운동으로 인한 전파 지연에 있어서의 변화를 갖는다. 본 발명은 통신 시스템에서의 주파수 및 타이밍 불확실성의 범위를 감소시킨다.

<22> 본 발명의 특징은 주파수 및 타이밍 불확실성을 해결하는데 추가적인 검색 수신기를 필요로 하지 않는다는 점이다. 이것은 주파수 불확실성의 범위 및 타이밍 불확실성의 범위로 이루어지는 검색 공간이 감소하기 때문이다. 따라서, 신호를 획득하기 위하여 보다 적은 주파수 및 타이밍 추측값을 검색하면 된다. 이것은 또한 신호를 획득하는데 필요한 시간의 양을 감소시킨다.

<23> 본 발명의 일실시예에 따르면, 통신 시스템의 게이트웨이에 위치한 전송기는 포워드 링크의 주파수를 예비조정하여 위성 및 게이트웨이 사이의 상대적인 운동으로 인한 도플러 천이를 보상한다. 게이트웨이에 대한 위성

의 상대적인 운동이 잘 알려져 있기 때문에, 신호가 위성에 도착할 때, 이 신호는 상대적인 운동으로 인한 어떠한 도플러 천이도 겪지 않은 것으로 보이도록 보상된다. 바꿔 말하면, 포워드 링크 신호의 업링크 (uplink) (즉, 게이트웨이로부터 위성으로 이르는 포워드 링크의 부분) 이 전송기에 의하여 예비정정되어 도플러 천이를 보상한다.

<24> 그러나, 사용자 터미널에 대한 위성의 상대적인 운동은 잘 알려져 있지 않다. 따라서, 포워드 링크의 다운링크 (downlink) 부분이 반복되는 경우, 즉 위성으로 의하여 사용자 터미널에 전송되는 경우에, 신호는 위성과 사용자 터미널 사이의 상대적인 운동으로 인한 알려지지 않은 도플러 천이를 겪을 것이다. 그러므로, 본 발명에 따르면, 포워드 링크의 업링크 부분의 주파수를 예비정정하는 것은 주파수 불확실성을 완전히 제거하지는 못하며 사용자 터미널에서의 포워드 링크 신호의 전체적인 주파수 불확실성을 감소시킬 뿐이다. 주파수를 예비정정하는 것은 신호를 획득하려는 수신기의 검색 공간을 감소시킨다.

<25> 본 발명의 또다른 실시예에 따르면, 통신 시스템의 사용자 터미널에 위치한 전송기는, 그 캐리어 주파수가 예비정정되어 사용자 터미널과 위성간의 상대적인 운동으로 인한 도플러 천이를 보상하는 리버스 링크 신호를 송신한다. 이것은 두가지 방법중 하나에 의하여 달성될 수 있다. 다양한 방법을 통하여 사용자 터미널이 위성의 상대적인 운동을 인지하거나 사용자 터미널이 포워드 링크 신호의 다운링크 부분에 존재하는 도플러에 기초하여 리버스 링크 신호를 조절하는 것이다. 어떤 경우에도, 사용자 터미널은 리버스 링크 신호의 업링크 부분으로부터 도플러를 효과적으로 제거할 수 있다. 이 경우에, 리버스 링크 신호의 업링크 부분은 명백한 도플러 없이 위성으로 도달하지만, 여전히 다운 링크 부분에서는 도플러를 겪는다.

<26> 본 발명의 또다른 실시예에서, 게이트웨이에서의 전송기는 포워드 링크 신호의 업링크 부분의 타이밍을 예비정정한다. 본 실시예에서, 신호의 타이밍이 연속적으로 조절되어, 신호는 위성 시간이라고 불리는 동일한 시간에 통신 시스템에 의하여 이용되는 위성들 모두에 도달한다. 따라서, 전송기는 각 위성을 통하여 사용자 터미널에 전송된 신호의 타이밍을 조절하여 게이트웨이와 위성간의 거리에 관계없이 소정의 시간에 위성에서 신호가 동기화된다. 따라서, 신호는 각 위성으로 실질적으로 동시에 도달한다. 이것은 많은 경우에 게이트웨이에서 서로 다른 시간에 여러 위성으로 신호가 전송된다는 것을 의미한다.

<27> 타이밍을 예비정정한 한가지 결과는 전파 지연에 있어서의 변화로 인한 사용자 터미널에서의 타이밍 불확실성이 감소된다는 것이다. 포워드 링크 신호의 업링크 부분의 타이밍이 알려져 있기 때문에, 전파 지연으로 인한 불확실성만이 포워드 링크의 다운링크 부분에서 발생한다. 따라서, 타이밍을 예비정정함으로써, 포워드 링크 신호에서의 타이밍 불확실성이 대략 1/2 로 감소한다.

<28> CDMA 통신 시스템에서 신호의 타이밍을 연속적으로 예비정정하는 것은, 어떠한 특정 위성으로 도달하는 PN 확산 코드 시퀀스에서의 각 코드가 게이트웨이와 위성간의 거리에 관계없이 어느 다른 위성에서의 시작 시간과 실질적으로 동기화된 시작 시간을 갖게 한다. 바꿔 말하면, 위성에서 포워드 링크 신호의 업링크 부분은 어떠한 코드 도플러도 나타내지 않는다. 따라서, 수신기는 포워드 링크 신호의 다운링크 부분에서 겪는 코드 도플러들을 교정하면 된다. 이것은 사용자 터미널의 수신기에서 타이밍 트래킹 루프의 필요성을 감소시킨다.

<29> 본 발명의 또다른 실시예에서, 사용자 터미널에서의 전송기는 리버스 링크 신호의 타이밍을 예비정정한다. 본 실시예에서, 리버스 링크 신호의 타이밍이 연속적으로 조절되어 위성 시간에서 어느 위성에서의 시작 시간과 실질적으로 동기화된 시작 시간에 신호가 도달한다. 따라서, 전송기는 위성으로 전송된 신호의 타이밍을 조절하여 사용자 터미널과 위성간의 거리에 상관없이 위성에서 신호가 동기화된다. 이것은 많은 경우에 사용자 터미널과 위성간의 거리에 따라 다른 사용자 터미널 시간에 신호가 전송된다는 것을 의미한다. 포워드 링크에서 마찬가지로, 타이밍을 예비정정하는 것은 리버스 링크 신호에 존재하는 코드 도플러 및 타이밍 불확실성을 감소시킨다.

<30> 본 발명의 바람직한 실시예에서는, 포워드 링크 신호 및 리버스 링크 신호의 업링크 부분에 대하여 타이밍 및 주파수가 예비정정된다. 미리 조정된 결과 타이밍 및 주파수 불확실성이 대략 1/2 로 감소하기 때문에, 본 발명에 다른 시스템의 전체 검색 공간은 약 1/4 로 감소한다. 이로 인하여 하드웨어 비용이나 획득 시간을 실질적으로 절약할 수 있다.

발명의 상세한 설명

<45> 본 발명은, 통신 시스템 내의 타이밍 및 주파수 불확실성을 감소시키기 위해, 도플러에 기인하는 타이밍 및 주파수 천이를 예비정정하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명은, 게이트웨이에서 위성으로 전송될 때, 포워드 링크 신호의 업링크 부분이 경험하게되는 도플러를 판단하고 이를 보상함으로써, 이를 부분적으로 달성

한다. 따라서, 모든 포워드 링크 신호는 동일한 주파수로 예비정정된 위성에 도달하게 된다. 포워드 링크 신호의 다운링크 부분은 보상되지 않는 데, 이는 위성과 사용자 터미널간의 상대적인 운동이 인지되지 않기 때문이다. 다운링크 부분이 보상되지 않더라도, 포워드 링크 신호의 전반적인 주파수 불확실성은 상당히 감소하게 된다 (거의 반으로 줄어듦). 이는, 포워드 신호 수신기가 신호를 포착하기 위해 필요로하는 검색 공간이 대응하여 감소되는 결과를 초래한다.

<46> 본 발명은 특히, 저지구궤도 (LEO) 위성을 이용하는 통신 시스템에 사용하는 것이 적절하다. 그러나, 당업자에게 자명한 바와 같이, 본 발명의 개념을 통신을 목적으로 이용되지 않는 위성 시스템에도 응용할 수 있는 것은 물론이다. 또한, 본 발명은, 게이트웨이 또는 기지국과 사용자 터미널간의 상대적인 운동이 수신되는 신호의 주파수에 영향을 미칠만큼 상당하거나 또는 신호의 전파 지연내의 불확실성이 상당하다면, LEO 가 아닌 궤도에서 운행되는 위성이 선회하는 위성 시스템 또는 비위성 리퍼터 시스템에 적용할 수도 있다.

<47> 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 아래에서 상세히 설명한다. 특정 단계, 구성, 및 배치에 대해 설명하는 것이지만, 이는 단지 예시적인 목적에 의한 것임을 이해할 수 있을 것이다. 당업자라면, 다른 단계, 구성, 및 배치들을 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 이용할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 본 발명은, 위치 판단용 시스템을 포함하는 무선 통신 및 통신 시스템, 위성, 및 지상 셀룰러 전화기 시스템에 사용할 수 있다. 바람직하게는, 신호 전송을 위해 통상적으로 위성을 이용하는, 이동 또는 휴대 전화 서비스용 CDMA 무선 스펙트럼 통신 시스템에 사용하는 것이다.

<48> 본 발명이 이용되는 예시적인 무선 통신 시스템이 도 1 에 예시되어 있다. 이러한 통신 시스템이 CDMA 방식 통신 신호를 사용할 것이 예상되지만, 본 발명에 의해 반드시 요구되는 것이 아닌 것을 고려해야 한다. 도 1 에 예시된 통신 시스템 (100) 의 일부에 있어서, 1 개의 기지국 (112), 2 개의 위성 (116, 118), 및 2 개의 관련 게이트웨이 또는 허브 (120, 122) 가 2 개의 원격 사용자 터미널 (124, 126) 의 통신에 영향을 주는 것으로 도시되어 있다. 통상적으로, 기지국 및 위성/게이트웨이는, 지상 및 위성 기반이라 불리는 별도의 통신 시스템을 구성하는 부분이며, 반드시 필요한 것은 아니다. 이러한 시스템 내의 기지국, 게이트웨이, 및 위성의 총 수는 소망하는 시스템 용량 및 기타 인자에 따라 결정되며, 이는 당해 기술분야에서 이해될 수 있는 것이다.

<49> 각 사용자 터미널 (124, 126) 은, 나열되는 것에 한정되는 것은 아니지만, 셀룰러 전화기, 데이터 송수신기, 또는 호출 또는 위치 판단 수신기 등과 같은 무선 통신 장치를 구비하거나 또는 포함하도록 구성되며, 목적에 따라 휴대용 또는 차량 장착용이 될 수 있다. 여기에서, 사용자 터미널은 휴대폰으로 예시되어 있다. 그러나, 본 발명을, "오픈 에어 (open air)" 뿐만 아니라 "인사이드 (inside)" 위치를 포함하는, 원격 무선 서비스를 필요로 하는 고정된 장치에도 사용할 수 있음이 이해될 것이다.

<50> 통상적으로, 위성 (116, 118) 으로부터의 빔은 상이한 지리 영역을 예정된 패턴으로 커버한다. CDMA 채널 또는 "서브빔" 으로 참조되기도 하는, 상이한 주파수의 빔은 동일 영역에 중복하도록 향할 수 있다. 또한, 다수의 위성용 빔 적용 영역 또는 서비스 영역, 또는 다수의 기지국용 안테나 패턴을 적절히 설계하여 통신 시스템 설계 및 제공되는 서비스 형태에 의존하는 소정 영역에 완전히 또는 부분적으로 중복하게 할 수 있다는 것과 공간 다이버시티가 달성되고 있는 지에 대해 당업자가 용이하게 이해할 수 있는 것이다.

<51> 다양한 다수-위성 통신 시스템은, LEO 내의 8 개의 상이한 궤도면에서 운행하며 대다수의 사용자 터미널을 서비스하는, 48 개 또는 그 이상의 위성을 이용한 예시적인 시스템으로 제안되었다. 그러나, 당업자는, 다른 궤도 거리 및 배치를 포함하는 다양한 위성 시스템 및 게이트웨이 구성에도 본 발명을 적용할 수 있다는 것도 용이하게 이해할 것이다. 이와 마찬가지로, 본 발명은 다양한 기지국 구성을 갖는 지상 기반 시스템에도 적용 가능하다.

<52> 도 1 에 있어서, 사용자 터미널 (124, 126) 과 기지국 (112) 간에 게이트 웨이 (120, 122) 에 의해, 또는 위성 (116, 118) 을 통해서 수립되는 통신용으로 가능한 일부 신호 경로가 예시되어 있다. 기지국-사용자 터미널 통신 링크는 라인 (130, 132) 으로 표시되어 있다. 위성 (116, 118) 과 사용자 터미널 (124, 126) 간의 위성-사용자 터미널 통신 링크는 라인 (140, 142, 144) 으로 표시되어 있다. 게이트웨이 (120, 122) 와 위성 (116, 118) 간의 게이트웨이-위성 통신 링크는 라인 (146, 148, 150, 152) 으로 표시되어 있다. 게이트웨이 (120, 122), 및 기지국 (112) 은 하나 또는 양방향 통신 시스템의 일부로 이용될 수도 있으며, 또는 단순히 사용자 터미널 (124, 126) 에 메시지 또는 데이터를 전송하는 데에 이용될 수도 있다.

<53> 사용자 터미널 (106) 용 송수신기 (200) 가 예시적으로 도 2 에 도시되어 있다. 송수신기 (200) 는 하나 이

상의 안테나 (210) 를 사용하여 아날로그 수신기 (214) 로 전송되는 통신 신호를 수신하며, 이들은 하향 변환되고, 증폭되고, 디지털화된다. 통상적으로, 동일한 안테나가 전송 및 수신 기능의 양 기능을 제공하도록 하기 위해 듀플렉서 (212) 가 이용된다. 그러나, 일부 시스템은 서로 상이한 전송 주파수 및 수신 수파수에서 동작하는 별도의 안테나를 이용한다.

<54> 아날로그 수신기 (214) 에 의해 출력된 디지털 통신 신호는 적어도 하나의 디지털 데이터 수신기 (216A) 및 적어도 하나의 디지털 검색자 수신기 (218) 에 전송된다. 허용 가능한 장치의 복잡한 정도에 따라서, 원하는 레벨의 신호 다이버시티를 얻기 위해 추가적인 디지털 데이터 수신기 (216B-216N) 를 사용할 수 있다는 것도 당업자에게는 자명한 것이다.

<55> 적어도 하나의 사용자 터미널 제어 프로세서 (220) 가 데이터 수신기 (216A-216N) 및 검색자 수신기 (218) 에 결합되어 있다. 제어 프로세서 (220) 는, 다른 기능들중에서도, 기본적인 신호 처리, 타이밍, 전력, 및 핸드오프 제어 또는 위치지정기능, 및 신호 캐리어용으로 사용되는 주파수 선택 기능을 제공한다. 제어 프로세서 (220) 에 의해 간헐적으로 수행되는 다른 기본적인 제어 기능은 통신 신호 파형을 처리하는 데에 사용되는 PN 코드열의 선택 또는 조작, 또는 직교 기능이다. 제어 프로세서 (220) 신호 처리는 상대적인 신호 세기의 결정 및 여러가지 관련 신호 인자의 연산을 포함한다. 상대적인 타이밍 및 주파수와 같은 신호 인자의 연산은, 측정상의 증가된 효율 또는 속도, 또는 제어 프로세싱 리소스 (resources) 의 개선된 할당을 제공하기 위한 추가적이거나 분리된 전용 회로의 이용을 포함할 수 있다.

<56> 디지털 데이터 수신기 (216A-216N) 의 출력은 사용자 터미널 내의 디지털 기저대역 회로 (222) 에 결합되어 있다. 사용자 디지털 기저대역 회로 (222) 는 사용자 터미널 사용자와 정보를 주고 받는 데에 사용되는 프로세싱 및 프리젠테이션 (presentation) 소자로 이루어져 있다. 즉, 일시적인 또는 장시간용 디지털 메모리와 같은 신호 또는 데이터 저장 소자; 표시 화면, 스피커, 키패드 터미널, 및 핸드셋과 같은 입출력 소자; A/D 소자, 보코더, 및 기타 음성 및 아날로그 신호 처리 소자; 등, 사용자 터미널 기저대역 회로에서 사용되는 소자들의 대부분은 당해 기술분야에 공지된 것이다. 다양한 신호 처리를 이용하는 경우에, 사용자 디지털 기저대역 회로 (222) 는 다양한 합성기 및 디코더를 구비할 수 있다. 또한, 이러한 소자들 중 일부는 제어 프로세서 (220) 의 제어 또는 제어 프로세서 (220) 와 통신하면서 동작될 수도 있다.

<57> 사용자 터미널에서 발생하는 출력 신호 또는 통신 신호로서 음성 또는 기타 데이터가 준비되면, 사용자 디지털 기저대역 회로 (222) 를 이용하여 전송용 데이터를 수신, 저장, 처리하며, 그리고 이와 다른 경우에는 전송용 데이터를 준비한다. 사용자 디지털 기저대역 회로 (222) 는 이러한 데이터를 제어 프로세서 (220) 의 제어를 받아서 동작하는 전송 변조기 (226) 에 제공한다. 전송 변조기 (226) 의 출력은 전력 제어기 (238) 에 전송되며, 전력 제어기 (238) 는, 안테나 (210) 로부터 게이트웨이로의 최종 전송용으로, 출력 전력 제어를 전송 전력 증폭기 (230) 에 제공한다.

<58> 아래에서 더 설명되는 바와 같이, 본 발명의 실시예를 구현하기 위해서, 사용자 터미널 (200) 은 예비정정 소자 또는 예비정정기 (232, 234) 를 이용할 수도 있다. 바람직하게는, 예비정정기 (232) 를 이용하여 기저대역 주파수에서 디지털 전력 제어기 (228) 의 디지털 출력의 주파수를 조정한다. 주파수 조정을 포함하는 기저대역 스펙트럼 정보는, 전송 전력 증폭기 (230) 내에서 수행되는 상향-변환 동안에, 적절한 중심 주파수로 변형된다.

<59> 예비정정 또는 주파수 조정은 당해 기술분야에 공지된 기법을 이용하여 달성된다. 예를 들면, 예비정정은 신호를 $e^{j\omega t}$ 인자로 곱하는 것과 동일한 복소 신호 회전에 의해 달성될 수 있으며, 여기에서, ω 는 공지된 위상 이퍼머라이드 (ephemeride) 및 소망하는 채널 주파수에 기초하여 연산된다. 이는 통신 신호가 동상 (I) 및 90도 위상 채널 (Q) 로서 처리되는 경우에 매우 유용하다. 직접 디지털 합성 소자를 이용하여 회전곱의 일부를 생성할 수 있다. 대안으로서, 일련의 이산 회전을 수행하기 위해, 이진 천이, 가산, 및 감산을 이용하는 좌표 회전 디지털 연산 소자를 이용하여 소망하는 전체 회전이 되게 할 수 있다. 이러한 기술 및 관련 하드웨어가 해당 분야에 널리 공지되어 있다.

<60> 대안에 있어서, 전송 전력 증폭기 (230) 의 출력상의 전송 경로에 예비정정기 (234) 를 배치하여, 출력 신호의 주파수를 조정할 수 있다. 이는 전송 파형의 상향 또는 하향 변환과 같은 공지된 기법을 이용하여 달성가능한 것이다. 그러나, 아날로그 전송기의 출력상의 주파수 변경은, 파형을 정형하는 데에 사용되는 일련의 필터가 때때로 있다는 점에서 비교적 어려울 수 있으며, 이러한 점점에서의 변경은 필터링 프로세스에 방해가 될 수 있다. 대안에 있어서, 예비정정 소자 (232, 234) 는 사용자 터미널의 아날로그 상향 변환 및 변조 단계 (230) 용 주파수 선택 또는 제어 메커니즘의 일부를 형성할 수 있어서, 하나의 단계 내에, 적절히 조정된 주파

수를 이용하여 디지털 신호를 소망하는 전송 주파수로 변환한다.

- <61> 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 사용자 터미널 (200) 은 전송 경로 내의 예비정정 소자 (232, 234) 를 이용하여 출력 신호의 타이밍을 조절할 수 있으며, 여기에서 타이밍 예비정정 회로는 이러한 소자의 일부를 형성한다. 이는, 전송 파형 내의 가산 또는 감산 지연의 공지된 기법을 이용하여 달성할 수 있다. 또한, 예비정정 소자 (232, 234) 와 유사하며, 이에 부가적인 시간 예비정정 소자 (도시되지 않음) 를, 원하는 경우에는, 타이밍 변경을 구현하는 데에만 이용할 수 있다. 주파수 예비정정과 함께 또는 주파수 예비정정 없이, 시간 예비정정을 이용하여 신호 또는 PN 코드의 상대적인 타이밍을 변경할 수 있다.
- <62> 그러나, 신호가 전력 제어기 (228) 의 출력에 선행하여 기저대역에서 생성될 때, 통상적으로, 제어 프로세서가 코드 생성 및 타이밍 또는 기타 신호 인자 타이밍을 조정하는 것에 의해 타이밍 조정이 달성된다. 예를 들면, 제어기 (220) 는 일시적인 변조기 (226) 에 의해 신호가 발생되어 전력 제어기 (228) 에 의해 다양한 위상으로 전송되는 때 뿐만 아니라 코드가 생성되는 때, 및 이들의 타이밍과 신호로의 적용을 결정할 수 있다.
- <63> 적어도 하나의 시간 기준기 (238) 를 이용하여 데이터 및 시간과 같은 연대순 정보를 생성 및 저장하고, 이를 이용하여 인지의 궤도 내에서 위성의 위치를 결정하는데 도움이 될 수 있다. 시간을 주기적으로 저장 및 갱신할 수 있으며, GPS 수신기로부터의 유니버설 타임 (UT) 을 일부 사용상의 이러한 처리의 일부로서 사용할 수 있다. 또한, 시간을 게이트웨이에 의해 사용자 터미널에 주기적으로 제공할 수도 있다. 또한, 사용자 터미널이, "턴 오프" 되는 경우와 같이 비활성 모드에 진입하게 될 때, 현재 시간을 저장하여 시간 종속적인 다양한 신호 인자에 이용할 수 있다.
- <64> 도 2 에 도시된 바와 같이, 로컬 또는 기준 발진기 (240) 는 아날로그 수신기 (214), 아날로그 전송기 (230), 및 시간 기준기 (238) 에 의해 사용된 클럭 회로용 기준으로서 사용된다. 또한, 발진기 (240) 는, 시간 추적 회로, 또는 디지털 수신기 (216A-N, 218) 내의 상관기 (correlator), 또는 전송 변조기 (226), 시간 기준기 (238), 및 제어 프로세서 (220) 과 같은, 사용자 터미널 (200) 내의 다른 단 또는 처리 소자용으로 타이밍 신호를 생성하는 타이밍 회로 (242) 용 주파수 표준 또는 기준으로 사용된다.
- <65> 당해 기술 분야에 널리 알려진 바와 같이, 공지의 회로를 이용하여 발진기 출력 주파수를 조정함으로써, 소망하는 타이밍 신호를 형성할 수 있다. 이러한 타이밍 신호는 통상적으로 많은 회로의 클럭 신호로서 참조된다. 또한, 타이밍 회로 (242) 는 프로세서 제어에 의해 클럭 신호의 상대적인 타이밍의 지연 또는 지체 또는 전진을 생성하도록 구성될 수도 있다. 즉, 시간 추적을 소정량만큼 조정할 수 있다. 또한, 이는 코드의 이용이 "정상" 타이밍으로부터, 통상적으로 하나 또는 그 이상의 칩 주기만큼 전진 또는 지연이 되게 하여 PN 코드 또는 코드를 구성하는 칩을, 원하는 바에 따라서 상이한 타이밍에서 적용할 수 있다.
- <66> 수신된 통신 신호용의 하나 또는 그 이상의 측정된 신호 인자에 대응하는 정보 또는 데이터, 또는 하나 또는 그 이상의 공유 리소스 신호를 당해 기술 분야의 여러가지 기법을 이용하여 게이트웨이에 전송할 수 있다. 예를 들면, 정보는 별도의 정보 신호로서 전송되거나 또는 사용자 디지털 기저대역 회로 (222) 에 의해 준비된 다른 메시지에 부가될 수도 있다. 달리, 정보는 제어 프로세서 (220) 의 제어를 받는 전송 변조기 (226) 또는 전송 전력 제어기 (228) 에 의해 소정의 제어 비트로서 삽입될 수 있다.
- <67> 데이터 수신기 (216A-N) 및 검색자 수신기 (218) 는 특정 신호를 변조 및 추적하는 신호 상관기에 의해 구성된다. 검색자 수신기 (218) 를 이용하여 파일럿 신호 또는 다른 상대적으로 고정된 패턴의 스트롱 신호를 검색하고, 디지털 수신기 (216A-N) 를 이용하여 검출된 파일럿 신호와 관련된 다른 신호를 복조한다. 또한, 데이터 수신기 (416) 는 획득 이후에 파일럿 신호를 추적 또는 복조하는 데에 할당될 수 있다. 따라서, 이러한 장치의 출력을 감시하여 파일럿 신호 또는 다른 신호의 주파수 또는 에너지를 결정할 수 있다. 이러한 수신기는, 현재 주파수 및 타이밍 정보를 복조되는 신호용 제어 프로세서 (220) 에 제공하도록 감시 가능한 주파수 추적 소자를 이용한다.
- <68> 제어 프로세서 (220) 는 이러한 정보를 이용하여, 동일한 주파수 대역으로 스케일링 될 때, 수신 신호가 어느 정도 오프셋 되면 예상 수신 주파수 또는 발진 주파수를 형성하는지를 적절하게 결정한다. 아래에 설명되는 바와 같이, 원한다면, 주파수 오류 및 도플러 천이에 관련된 이것 및 다른 정보들은 하나 또는 그 이상의 오류/도플러 저장 혹은 기억 소자 (236) 에 저장될 수 있다. 이러한 정보는 제어 프로세서 (220) 에 의해 발진기 동작 주파수를 조정하는 데 이용되거나 또는 여러가지 통신 신호를 이용하여 게이트웨이 또는 기지국에 전송될 수 있다.
- <69> 게이트웨이 (120, 122), 또는 기지국에 이용하기 위한 예시적인 전송 및 수신 장치 (300) 가 도 3 에 예시되어

있다. 이러한 장치는 당해 기술 분야에 공지된 것으로서, 상기에 참조된 특허에서 설명된 것이다. 예를 들면, 이러한 장치의 동작에 대한 부가적인 상세한 설명은 "System And Method For Generating Signal Waveforms In A CDMA Cellular Telephone" 이라는 제목으로 1992년 4월 7일자로 등록되고 본 발명의 출원인과 동일인에게 양도되었으며, 여기에 참고로 삽입된 미국 특허 제5,103,459호에 개시되어 있다.

<70> 도 3 에 예시된 게이트웨이 (120, 122) 의 일부는 통신 신호를 수신하는 안테나 (310) 에 접속된 하나 또는 그 이상의 아날로그 수신기 (314) 를 구비하고 있다. 여기에서, 수신된 통신 신호는 당해 기술 분야의 공지된 회로를 이용하여 하향 변환, 증폭, 및 디지털화된다. 다수의 안테나 (310) 가 일부 통신 시스템에 사용된다. 아날로그 수신기 (314) 에 의해 출력된 디지털화된 신호는 적어도 하나의 디지털 수신기 모듈에 입력으로 제공되며, 이는 324 에서 점선에 의해 개략적으로 표시된 바와 같다.

<71> 특정 변형은 당해 기술 분야에 공지된 것이나, 각 디지털 수신기 모듈 (324) 은 게이트웨이 (120, 122) 와 하나의 사용자 터미널 (124, 126) 간의 통신을 관리하는 데 이용되는 신호 처리 소자에 대응한다. 하나의 아날로그 수신기 (314) 는 많은 디지털 수신기 모듈 (324) 에 입력을 제공하며, 다수의 이러한 모듈은 통상적으로 게이트웨이 (102) 에 이용되어 모든 위성 빔 및 소정 시간에서 처리되는 가능한 다양한 모드 신호를 조정한다. 각 디지털 수신기 모듈 (324) 는 하나 또는 그 이상의 디지털 데이터 수신기 (316) 및 검색자 수신기 (318) 를 구비하고 있다. 개략적으로, 검색자 수신기 (318) 는 파일럿 신호 이외의 다른 신호의 적절한 다이버시티 모드에 대해 검색한다. 통신 시스템에 구현되는 경우에, 다수의 디지털 데이터 수신기 (316A-316N) 를 다이버시티 신호를 수신하는 데에 이용한다.

<72> 데이터 수신기 (316) 의 출력은 다음의 기저대역 처리 소자 (322) 에 제공되며, 이 소자 (322) 는 당해 기술 분야에는 알려진 것으로 여기에서 상세히 설명하지 않는 장치를 구비한다. 예시한 기저대역 장치는 다수 경로 (multipath) 의 신호를 각 사용자용의 하나의 출력으로 결합하기 위한 다이버시티 합성기 및 디코더를 포함한다. 또한, 예시한 기저대역 장치는 출력 데이터를 디지털 스위치 또는 네트워크에 제공하는 인터페이스 회로를 포함한다. 보코더, 데이터 모뎀, 및 디지털 데이터 스위칭 및 저장 장치와 같이, 이것들에 한정하는 것은 아니지만, 기타 공지의 여러가지 장치들이 기저대역 처리 소자 (322) 의 일부를 형성할 수 있다. 또한, 이러한 소자들은 하나 또는 그 이상의 전송 모듈 (334) 로의 데이터 신호의 전달을 제어 또는 지시한다.

<73> 사용자 터미널에 전송되는 신호들은 각각 하나 또는 그 이상의 적절한 전송 모듈 (334) 에 접속되어 있다. 통상적인 게이트웨이는 다수의 이러한 전송 모듈 (334) 을 이용하여 동시에 많은 사용자 터미널 (124, 126) 에 대해, 그리고 동시에 몇몇 위성 및 빔에 대해 서비스를 제공한다. 게이트웨이 (120, 122) 에 의해 이용되는 전송 모듈 (334) 의 수는, 시스템 복잡성, 시야 내의 위성의 수, 사용자 용량, 선택되는 다이버시티의 정도, 등과 같은 당해 기술 분야에 공지된 인자에 의해 결정된다.

<74> 각 전송 모듈 (324) 은, 데이터를 전송용으로 스펙트럼 확산 변조시키고 디지털 전송 전력 제어기 (328) 에 결합된 출력을 가지는 전송 변조기 (326) 를 포함하며, 이러한 디지털 전송 전력 제어기 (328) 는 디지털 신호를 출력하는데 사용된 전송 전력을 제어한다. 디지털 전송 전력 제어기 (328) 는 간섭 감소 및 리소스 할당에 최소 레벨의 전력을 인가하지만, 전송 경로 및 다른 경로 전송 특성상의 감소를 보상하기 위해 필요한 때에는 적절한 레벨의 전력을 인가한다. 적어도 하나의 PN 생성기 (332) 는 전송 변조기 (326) 에 의해 신호를 확산시키는 데에 이용된다. 이러한 코드 생성은 또한 하나 또는 그 이상의 제어 프로세서 또는 게이트웨이 (122, 124) 에 사용된 저장 소자, 또는 기지국 (112) 의 기능상의 일부를 형성할 수도 있으며, 시간 공유될 수도 있다.

<75> 전송 전력 제어기 (328) 의 출력은 합산기 (336) 에 전송되어, 그곳에서 다른 전송 전력 제어 회로로부터의 출력과 합산된다. 이러한 출력은 동일한 주파수 및 전송 전력 제어기 (328) 의 출력과 동일한 빔으로 다른 사용자 터미널 (124, 126) 로 전송되는 신호이다. 합산기 (336) 의 출력은 디지털-아날로그 변환, 적절한 RF 캐리어 주파수로의 변환, 추가적인 증폭, 필터링, 및 사용자 터미널 (124, 126) 로 방사하기 위한 하나 또는 그 이상의 안테나 (340) 로의 출력을 위해 아날로그 전송기 (338) 에 제공된다. 안테나 (310, 340) 는 시스템의 복잡성 및 구성에 따라서 동일한 안테나가 될 수도 있다.

<76> 본 발명의 실시예를 구현하기 위해, 하나 또는 그 이상의 예비정정기 또는 주파수/타이밍 예비정정 소자 (342, 344) 가 사용되었다. 바람직하게는, 예비정정 소자 (342) 를 이용하여 기저대역 주파수에서 디지털 전력 제어기 (328) 의 디지털 출력의 주파수를 조정한다. 사용자 터미널에 있어서, 주파수 조정을 포함하는 기저대역 스펙트럼 정보는 아날로그 전송기 (338) 내에서 수행된 상향 변환 동안에 적절한 중심 주파수로 변형된다.

주파수 예비정정은 상술한 복소 신호 회전과 같은 당해 기술 분야의 공지된 기법을 이용하여 달성되며, 회전각은 공지된 위성 이퍼머라이드 및 소망하는 채널 주파수에 기초하여 연산된다. 사용자 터미널서와 같이, 다른 신호 회전 기법 및 관련 하드웨어는 당해 기술 분야에 널리 알려져 있다.

- <77> 도 3 에 있어서, 예비정정기 (342) 는 합산기 (336) 보다 선행하여 전송 경로에 배치되는 것으로 도시되어 있다. 이것은, 소망하는 바와 같이, 각 사용자 터미널 신호에 대해서 개별적인 제어를 하게 한다. 그러나, 합산기 (336) 이후에 예비정정이 수행될 때에는 단일 주파수 예비정정 소자를 이용할 수 있는 데, 이는 사용자 터미널이 게이트웨이로부터 위성으로의 동일 전송 경로를 공유하기 때문이다.
- <78> 대안에서와 같이, 예비정정기 (344) 는 아날로그 전송기 (338) 의 출력상의 전송 경로 내에 배치되어, 출력되는 신호의 주파수/타이밍을 조정할 수 있으며, 이는 공지된 기법을 이용하는 것이다. 그러나, 아날로그 전송기의 출력상에서 주파수를 변경하는 것은 상당히 어려우며, 신호 필터링 프로세스를 방해할 수도 있다. 대안으로서, 아날로그 전송기 (338) 의 출력 주파수를 제어 프로세서 (920) 에 의해 직접적으로 조정하여 정상적인 중심 주파수로부터 오프셋된 천이된 출력 주파수를 제공할 수 있다.
- <79> 사용자 터미널 (200) 용으로 상기한 바와 같이, 예비정정 소자 (342, 344) 는 전송 경로 내에 사용되어 공지된 예비정정 회로를 이용하여 출력하는 신호의 타이밍을 조정할 수 있으며, 이러한 종래의 예비정정 회로는 상기 소자의 일부를 형성할 수 있다. 이는 전송 파형상의 가산 또는 감산 지연의 공지된 기법을 이용하여 달성이 가능하다. 또한, 시간 예비정정 소자는 예비정정 소자와는 유사하고 부가적인 것으로서 (도시되지 않음), 원한다면, 타이밍 변경의 구현에만 전용될 수 있다. 또한, 주파수 예비정정과 함께 또는 주파수 예비정정 없는 시간 예비정정을 이용하여 신호 또는 PN 코드의 상대적인 타이밍을 변경할 수 있다.
- <80> 그러나, 일반적으로 타이밍 조정은, 신호가 전력 제어기 (328) 에 의해 출력되기 전에 기저대역에서 생성될 때에, 제어 프로세서가 코드 생성 및 타이밍 또는 다른 신호 타이밍을 조정하도록 함으로써 달성된다. 예를 들면, 제어기 (320) 는 코드 타이밍 및 사용을 결정하며, 뿐만 아니라 신호가 전력 제어기 (328) 에 의해 여러 가지 위성 및 사용자 터미널에 전송될 때를 결정한다.
- <81> 출력되는 사용자 터미널 신호, 포워드 링크상에 부과된 주파수 및/또는 타이밍 정정량은, 통신이 확립되는 게이트웨이와 각 위성간의 공지된 도플러에 기초하고 있다. 위성 도플러를 설명하기 위해 필요한 천이량은 인지된 위성 웨도 위치 데이터를 이용하여 제어 프로세서 (320) 에 의해 연산될 수 있다. 이러한 데이터를, 록업 테이블 또는 기억 소자와 같은 하나 또는 그 이상의 저장 소자 (346) 에 저장하거나 그곳으로부터 검색할 수 있다. 또한, 원한다면, 이러한 데이터를 다른 데이터 소스로부터 제공할 수 있다. RAM 및 ROM 회로 또는 자기 저장 소자와 같은 여러 가지 공지된 소자를 이용하여 저장 소자 (346) 를 구성할 수 있다. 이러한 정보를 이용하여, 임의의 시간에 게이트웨이에 의해 이용되는 각 위성에 대한 주파수 또는 타이밍 조정을 확립하게 된다.
- <82> 도 3 에 도시된 바와 같이, 시간 및 주파수 장치 (TFU)(348) 는 기준 주파수 신호를 아날로그 수신기 (314) 에 제공한다. GPS 수신기로부터의 유니버설 타임 (UT) 을, 일부 사용에 있어서는 이러한 프로세스의 일부로서 이용할 수 있다. 또한, 원하는 바에 따라서는, 다수의 중간 변환 단계에서 사용할 수도 있다. 도시된 바와 같이, TFU (348) 는 또한, 아날로그 전송기 (338) 에 대해 기준을 제공한다. 또한, TFU (348) 는 디지털 수신기 (316A-N) 내의 상관기, 또는 전송 변조기 및 제어 프로세서 (320) 와 같이, 게이트웨이 또는 기지국 (300) 내의 다른 단 또는 처리 소자에 대해 타이밍 신호를 제공한다. 또한, 원한다면, TFU (348) 는 프로세서 제어에 의해 소정량 만큼 (클럭) 신호의 상대적인 타이밍을 지연 또는 전진시키도록 구성된다.
- <83> 적어도 하나의 게이트웨이 제어 프로세서 (320) 가 수신기 모듈 (342), 전송 모듈 (334), 및 기저대역 회로 (322) 에 결합되어 있으며; 이러한 장치들은 물리적으로 서로 떨어져 있다. 제어 프로세서 (320) 는 명령 및 제어 신호를 제공하여, 이들에 한정되는 것은 아니나, 신호 처리, 타이밍 신호 생성, 전력 제어, 핸드오프 제어, 다이버시티 결합, 및 시스템 인터페이싱과 같은 기능을 실현한다. 또한, 제어 프로세서 (320) 는 PN 확산 코드, 직교 코드열을 사용자 통신에 사용하기 위한 특정 전송기와 수신기 또는 모듈에 할당한다.
- <84> 또한, 제어 프로세서 (320) 는 파일럿, 동기, 및 페이징 채널 신호의 생성 및 전력과 이들의 전송 전력 제어기 (328) 와의 결합을 제어한다. 파일럿 채널은 단순히, 데이터에 의해 변조되지는 않으며, 전송 변조기 (326) 에 입력되는 반복 불변 패턴 또는 비가변 프레임 구조형을 이용할 수도 있는 신호이다. 즉, 파일럿 신호용 채널을 형성하는데 사용된 직교 기능, 왈시 (Walsh) 코드는 일반적으로 1 또는 0 과 같은 상수값 또는 1 과 0 이 산재된 구조 패턴과 같은 잘 알려진 반복 패턴을 가진다. 이는 PN 생성기 (332) 로부터 인가된 PN 확산

코드만을 전송하는 데에 효과적이다.

- <85> 제어 프로세서 (320) 가 전송기 모듈 (334) 또는 수신기 모듈 (324) 과 같은 모듈의 소자에 직접 결합될 수 있지만, 일반적으로 각 모듈은 전송 프로세서 (330) 또는 수신 프로세서 (321) 와 같이, 이러한 모듈의 소자를 제어하는 모듈-특정 프로세서를 구비한다. 따라서, 바람직한 실시예에 있어서, 도 3 에 도시된 바와 같이, 제어 프로세서 (320) 는 전송 프로세서 (330) 및 수신 프로세서 (321) 에 결합되어 있다. 이러한 방식에 있어서, 단일 제어 프로세서 (320) 는 대다수의 모듈 및 리소스의 동작을 효과적으로 제어한다. 전송 프로세서 (330) 는 파일럿, 동기화, 페이징 신호, 및 트래픽 채널 신호의 생성 및 신호 전력, 그리고 전력 제어기 (328) 에 대한 이들 각각의 결합을 제어한다. 수신기 프로세서 (321) 는 검색, 복조용 PN 확산 코드 및 수신된 전력 감시를 제어한다.
- <86> 공유 리소스 전력 제어와 같은 특정 동작에 있어서, 게이트웨이 (120, 122) 는 통신 신호의 수신된 전력 세기, 주파수 측정, 또는 사용자 터미널로부터 수신된 다른 신호 인자와 같은 정보를 수신한다. 이러한 정보는 데이터 수신기 (316) 의 복조된 출력으로부터 수신 프로세서 (321) 에 의해 유도될 수 있다. 대안으로서, 이러한 정보는 제어 프로세서 (320) 또는 수신 프로세서 (321) 에 의해 감시되는 신호 내의 소정의 위치에서 발생할 때에 검출되고, 제어 프로세서 (320) 로 전송될 수 있다. 제어 프로세서 (320) 는 (아래에서 기술하는 바와 같이) 이러한 정보를 이용하여, 전송 전력 제어기 (328) 및 아날로그 전송기 (338) 를 이용하여 전송 및 처리되고 있는 신호의 타이밍 및 주파수를 제어한다.
- <87> 통신 시스템 (100) 이 동작하는 동안에, 포워드 링크 신호로 참조되는 통신 신호 ($s(t)$) 는 게이트웨이에 의해, 게이트웨이 생성 캐리어 주파수 (A_o) 를 이용하는 사용자 터미널 (124, 126) 로 전송된다. 포워드 링크 신호는 시간 지연, 전파 지연, 도플러로 인한 주파수 천이, 및 다른 효과들을 경험하게된다. 포워드 링크 신호는, 게이트웨이에서 위성으로 천이하는 동안에 (즉, 포워드 링크 신호의 업링크 부분) 처음으로 이러한 효과를 경험하게되고, 위성으로부터 사용자 터미널로 천이할 때에 (즉, 포워드 링크 신호의 다운링크 부분) 두번째로 경험하게된다. 신호가 수신되면, 복귀 또는 리버스 링크 신호를 전송하는 데에 따른 추가 지연, 전파 지연, 및 사용자 터미널로부터 위성으로의 천이 (즉, 리버스 링크 신호의 업링크 부분) 와 다시 위성으로부터 게이트웨이로 천이 (즉, 리버스 링크 신호의 다운링크 부분) 상의 도플러가 있다.
- <88> 도 4 는 통신 시스템 (100) 내에서 전송되는 여러가지 신호를 예시하고 있다. 게이트웨이 (120) 는 포워드 링크 신호 (410) 를 위성 리피터 (116) 를 통해 사용자 터미널 (124) 에 전송한다. 포워드 링크 신호 (410) 는 게이트웨이 (120) 로부터 위성 리피터 (116) 까지의 업링크 부분 (412) 과 위성 리피터 (116) 로부터 사용자 터미널 (124) 까지의 다운링크 부분으로 이루어진다. 사용자 터미널 (124) 은 리버스 링크 신호 (420) 를 위성 리피터 (116) 를 통해 게이트웨이 (120) 에 전송한다. 리버스 링크 신호 (420) 는 사용자 터미널 (124) 로부터 위성 리피터 (116) 까지의 업링크 부분 (422) 과 위성 리피터 (116) 로부터 게이트웨이 (120) 까지의 다운링크 부분 (424) 으로 이루어진다.
- <89> 게이트웨이 (120) 가 포워드 링크 신호 (410) 를 위성 리피터 (116) 에 전송할 때, 업링크 부분 (412) 은 게이트웨이 (120) 과 위성 리피터 (116) 간의 상대적인 운동 (즉, 위성 리피터 (116) 의 운동) 의 결과로서 주파수 도플러 및 코드 도플러를 경험하게된다. 잘 알려진 바와 같이, 위성 리피터 (116) 가 게이트웨이 (120) 에 가까워지면, 업링크 부분 (412) 은 주파수 도플러의 결과로서, 그 캐리어 주파수의 증가를 경험하게된다. 또한, 업링크 부분 (412) 은 코드 도플러의 결과로서, 그 PN 코드열의 코드 또는 펄스 폭의 감소를 경험하게 된다. 위성 리피터 (116) 가 게이트웨이 (112) 로부터 멀어지게 되면, 그 반대되는 효과가 업링크 부분 (412) 에 발생한다.
- <90> 마찬가지로, 위성 리피터 (116) 가 포워드 링크 신호 (410) 를 사용자 터미널 (124) 에 전송할 때, 다운링크 부분 (414) 은 위성 리피터 (116) 과 사용자 터미널 (124) 간의 상대적인 운동 (즉, 위성 리피터 (116) 와 사용자 터미널 (124) 모두의 운동) 의 결과로서, 주파수 도플러 및 코드 도플러를 경험하게 된다. 잘 알려진 바와 같이, 위성 리피터 (116) 가 게이트웨이 (120) 에 가까워지면, 다운링크 부분 (414) 은 주파수 도플러의 결과로서, 그 캐리어 주파수의 증가를 경험하게된다. 또한, 다운링크 부분 (414) 은 코드 도플러의 결과로서, 그 PN 코드열의 코드 또는 펄스 폭의 감소를 경험하게 된다. 위성 리피터 (116) 가 사용자 터미널 (124) 로부터 멀어지게 되면, 그 반대되는 효과가 다운링크 부분 (414) 에 발생한다.
- <91> 캐리어 주파수상의 도플러 효과에 대해 도 5 를 참조하여 설명한다. 예를 들면, 도 5 는, 위성 리피터 (116) 가 게이트웨이 (120) 와 사용자 터미널 (124) 모두에 가까워질 때, 포워드 링크 신호 (410) 의 캐리어 주파수 (f_{510}) 상의 도플러 효과를 예시하고 있다. 캐리어 주파수 (f_{510})($f_{\text{carrier } 510}$) 를 갖는 포워드 링크 신호

호 (410) 가 게이트웨이 (120) 로부터 전송된다. 업링크 부분 (412) 은, 도 5 에 업링크 도플러 주파수 (520)($f_{\text{uplink}} 520$) 로 도시된 바와 같은 도플러로 인해 그 캐리어 주파수의 증가를 경험하게 된다. 따라서, 위성 리피터에서의 포워드 링크 신호 (410) 의 주파수 (f_{SAT}) 는 캐리어 주파수 (510) 와 업링크 도플러 주파수 (520) 의 합이다. 다운링크 부분 (414) 은, 도 5 에 다운링크 도플러 주파수 (530)($f_{\text{downlink}} 530$) 로 도시된 바와 같은 도플러로 인해 그 캐리어 주파수의 증가를 경험하게 된다. 따라서, 사용자 터미널 (124) 에서의 포워드 링크 신호 (410) 의 주파수 (f_{UT}) 는 캐리어 주파수 (510), 업링크 도플러 주파수 (520), 및 다운링크 도플러 주파수 (530) 의 합이다.

<92> 업링크 도플러 주파수 (520) 와 다운링크 도플러 주파수 (530) 은 위성 리피터 (116) 의 상대적인 운동에 따라서 가변적이기 때문에, 사용자 터미널 (124) 에서 포워드 링크 신호 (410) 의 주파수도 가변적이다. 이러한 가변성을 주파수 불확실성이라 한다. LEO 위성을 이용하는 통신 시스템 (100) 에 있어서, 주파수 불확실성은 50 내지 300kHz 또는 그 이상의 범위 내에 있다.

<93> 도 6 은 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 예비정정 처리의 일 예를 예시하고 있다. 포워드 링크 신호 (410) 는 소정 주파수의 캐리어 주파수 (510) ($f_{\text{carrier}} 510$) 를 가진다. 게이트웨이 (120) 로부터 전송되기 이전에, 포워드 링크 신호 (410) 는 예비정정기 (342) 에 의해 예비정정 주파수, 예비정정 인자 만큼 (610) 조정된다. 주파수 예비정정 (610) 은 업링크 도플러 주파수 (520) 와는 크기가 동일하고 부호는 반대이다. 따라서, 포워드 링크 신호 (410) 가 게이트웨이로부터 전송될 때, 포워드 링크 신호 (410) 는 예비정정 주파수 (610) 에 캐리어 주파수 (510) 를 가산한 초기 주파수를 가진다. 그런 다음, 포워드 링크 신호 (410) 의 업링크 부분 (412) 은 업링크 도플러 주파수 (520) 로 인한 그 주파수상의 변화를 경험하게 된다. 본 발명에 있어서, 위성 리피터 (116) 에서의 포워드 링크 신호 (410) 의 주파수 (f_{SAT}) 는 캐리어 주파수 (510), 예비정정 주파수 (610), 및 업링크 도플러 주파수 (520) 의 합이다. 예비정정 주파수 (610) 와 업링크 도플러 주파수는 크기가 동일하고 부호는 반대이므로, 위성 리피터 (116) 에서의 포워드 링크 (410) 의 주파수는 캐리어 주파수 (510) 와 동일하다.

<94> 다운링크 부분 (414) 은 다운링크 도플러 주파수 (530) 으로 인한 그 주파수상의 변화를 여전히 경험하게 된다. 그러나, 본 발명에 따르면, 사용자 터미널 (124) 에서의 포워드 링크 신호 (410) 의 주파수 (f_{UT}) 는 캐리어 주파수 (510) 와 다운링크 도플러 주파수 (520) 의 합이다. 사용자 터미널 (124) 에서의 포워드 링크 신호 (410) 의 주파수는 캐리어 주파수 (510) 로부터 다운링크 도플러 주파수 (530) 만큼 변할 뿐이다. 따라서, 본 발명에 있어서, 주파수 불확실성은 다운링크 도플러 주파수 (530) 내의 불확실성의 결과일 뿐이다. 실제적인 목적에 있어서, 본 발명은 위성 리피터 (116) 과 비교하여 비교적 안정적인 사용자 터미널 (124) 에 대해 주파수 불확실성을 1/2 의 인자로 줄인다.

<95> 도 7 은 본 발명의 일 실시예에 따라 게이트웨이 (120) 로부터의 포워드 링크 신호 (410) 에 대한 주파수를 예비정정하기 위해 수행된 단계를 예시하고 있다. 단계 (710) 에서, 전송기 (338) 는 하나 또는 그 이상의 위성 리피터 (116) 로 전송될 포워드 링크 신호 (410) 를 준비한다. 단계 (720) 에서, 제어 프로세서 (320) 는, 포워드 링크 신호 (410) 가 전송될 각 위성 리피터 (116) 에 대한 상대적인 운동 및 관련 업링크 도플러 주파수 (520) 를 연산한다. 다음으로, 단계 (730) 에서, 예비정정기 (342) 는 업링크 도플러 주파수 (520) 의 원인이 되는 포워드 링크 신호 (410) 를 예비정정하거나 보상한다. 최종적으로, 단계 (740) 에서, 전송기 (338) 는 업링크 도플러 주파수 (520) 만큼 예비정정된 캐리어 주파수 (510) 에서 포워드 링크 신호 (410) 를 전송한다.

<96> 본 발명의 다른 실시예는 리버스 링크 신호 (420) 상의 유사한 방식으로 동작한다. 이러한 실시예에 있어서, 사용자 터미널 (124) 은 위성 리피터 (116) 의 상대적인 운동에 대해 알지 못한다. 따라서, 사용자 터미널 (124) 은 업링크 도플러 주파수 (520) 를 결정하기 위해 상이한 기법을 이용해야만 한다. 사용자 터미널 (124) 은 포워드 링크 신호 (410) 의 주파수 및 알고있는 캐리어 주파수 (510) 에 기초하여 이를 수행한다. 이러한 주파수간의 차이가 다운링크 도플러 주파수 (530) 이다. 위성의 상대적인 운동이 포워드 링크 신호 (410) 를 수신하고 리버스 링크 신호 (420) 를 전송하는 사용자 터미널 (124) 사이에서 크게 변동하지 않는 것으로 가정하면, 포워드 링크 신호 (410) 의 다운링크 도플러 주파수 (530) 는 리버스 링크 신호 (420) 의 업링크 도플러 주파수 (510) 와 거의 동일하다. 이러한 기법은 함께 계류중이고, 위에서 참조한 "Determination Of Frequency Offsets In Communication Systems" 라는 제목의 특허 출원 번호 08/723,724 호에 더 상세하게 설명되어 있다.

- <97> 도 8 은 사용자 터미널 (124) 로부터의 리버스 링크 신호 (420) 에 대한 주파수를 예비정정하기 위해 수행된 단계를 예시하고 있다. 단계 (810) 에서, 전송기 (230) 는 위성 리피터 (116) 로 전송될 리버스 링크 신호 (420) 를 준비한다. 단계 (820) 에서, 제어 프로세서 (220) 는, 알고 있는 캐리어 주파수 (510) 와 최근에 수신된 포워드 링크 신호 (410) 의 주파수에 기초하여 다운링크 도플러 주파수 (530) 를 연산한다. 이러한 두 주파수간의 차이가 포워드 링크 신호 (410) 의 다운링크 도플러 주파수 (530) 이다. 이는 대략 리버스 링크 신호 (420) 의 업링크 도플러 주파수 (530) 이다. 다음으로, 단계 (830) 에서, 예비정정기 (232) 는 업링크 도플러 주파수 (520) 의 원인이 되는 리버스 링크 신호 (420) 를 예비정정하거나 보상한다. 최종적으로, 단계 (840) 에서, 전송기 (230) 는 업링크 도플러 주파수 (520) 만큼 예비정정된 캐리어 주파수 (510) 에서 리버스 링크 신호 (420) 를 전송한다.
- <98> 본 발명의 다른 실시예는 사용자 터미널의 위치 및 역학을 추가적으로 아는 것에 기초하고 있다. 사용자 터미널 (124) 의 위치 및 역학을 알게되면, 예를 들어, 사용자 터미널 (124) 에 위치 설정 소자를 삽입함으로써, 업링크 도플러 주파수 (520) 와 다운링크 도플러 주파수 (530) 를 연산하여 그 효과를 보상할 수 있다. 사실, 이러한 도플러 주파수를 모두 알게되면, 신호의 예비정정 또는 사후정정을 이용할 수도 있다. 어느 경우든지, 신호에 관련된 주파수 불확실성은 사실상 제거된다.
- <99> 위성을 통해 신호를 전송하는 것에 관련된 다른 문제점은 전송기에 근접하여 위치한, 예를 들면, 게이트웨이 내에 위치한 위성 그리고 전송기로부터 멀리 위치하고 있는 위성에서의 전파 지연의 가변성이다. 이러한 가변성을 타이밍 불확실성이라 한다. 도 9 는 포워드 링크 신호 (910) 과 리버스 링크 신호 (920) 의 타이밍 불확실성을 예시하고 있다. 도 9 에 도시된 바와 같이, 포워드 링크 신호 (910) 는 실제로 2 개의 신호, 즉 가장 먼 위성 (930) 을 통해 사용자 터미널 (124) 로 전송되는 포워드 링크 신호 (910A) 와 가장 가까운 위성 (940) 을 통해 사용자 터미널 (124) 로 전송되는 포워드 링크 신호 (910B) 이다. 논의상, 포워드 링크 신호 (910A, 910B) 가 정보로서는 동일하다. 이러한 신호간의 차이는, 게이트웨이 (120) 가 이들을 별도의 위성으로 향하게 한다는 점이다. 또한, 도 9 는 사용자 터미널 (124) 을 별도의 위치로 하여 2 번 도시하고 있다. 이는 도면의 명확성을 기하기 위한 것이다. 도 9 에 대한 논의상, 사용자 터미널 (124) 은 물리적으로 동일한 소자를 참조한다. 다시 말해, 포워드 링크 신호 (910A, 910B) 는, 이들이 서로 다른 위성 (930, 940) 을 통해 행해지긴 하지만, 동일한 사용자 터미널 (124) 에 도달한다. 포워드 링크 신호 (910A) 는 업링크 부분 (912A) 과 다운링크 부분 (912B) 을 포함한다. 마찬가지로, 포워드 링크 신호 (910B) 는 업링크 부분 (912B) 과 다운링크 부분 (914B) 을 포함한다.
- <100> 또한, 리버스 링크 신호 (920) 도 도 9 에서 2 개 신호, 즉 가장 먼 위성 (930) 을 통해 게이트웨이 (120) 로 전송되는 리버스 링크 신호 (920A) 와 가장 가까운 위성 (940) 을 통해 게이트웨이 (120) 로 전송되는 리버스 링크 신호 (920B) 로 도시되어 있다. 리버스 링크 신호 (920A) 는 업링크 부분 (922A) 와 다운링크 부분 (924A) 을 포함한다. 마찬가지로, 리버스 링크 신호 (920B) 는 업링크 부분 (922B) 와 다운링크 부분 (924B) 을 포함한다.
- <101> 게이트웨이 (120) 와 각 위성 (930, 940) 간의 거리 차이때문에, 포워드 링크 신호 (910A, 910B) 는 상이한 시간에 사용자 터미널에 도달한다. 도 9 에 도시된 바와 같이, 포워드 링크 신호 (910A) 는 시간 (960) 에 사용자 터미널 (124) 에 도달하고, 포워드 링크 신호 (910B) 는 시간 (950) 에 사용자 터미널 (124) 에 도달한다. 이러한 시간상의 차이는 포워드 링크 신호 (910) 가 사용자 터미널 (124) 에 도달되는 것을 기대할 수 있는 시간의 범위를 나타낸다. 달리 말하자면, 신호가 게이트웨이 (120) 로부터 전송될 때, 그 신호는 시간 (950, 960) 에 의해 한정되는 시간 범위 내에서 사용자 터미널 (124) 에 도달하게 된다. 통상적으로, 이러한 범위를 타이밍 불확실성이라 한다. 포워드 링크 신호 (910) 와 관련하여, 이러한 타이밍 불확실성은 사용자 터미널 (UT) 포워드 타이밍 불확실성이라 한다.
- <102> 도 9 는 또한 리버스 링크 신호 (920) 의 타이밍 불확실성을 도시한다. 리버스 링크 신호 (920A) 는 시간 (980) 에 게이트웨이 (120) 에 도착하고, 리버스 링크 신호 (920B) 는 시간 (970) 에 게이트웨이 (120) 에 도착한다. 이러한 2 가지 경우의 시간차는 리버스 링크 신호 (920) 가 게이트웨이 (120) 에 도착하는 것을 예상할 수 있는 시간의 범위를 나타낸다. 시간 (970 및 980) 범위 내의 이러한 타이밍 불확실성을 게이트웨이 (GW) 리버스 타이밍 불확실성이라고 부른다. 타이밍 불확실성이 1 내지 2 ms 인 지상 또는 정지 위성 통신 시스템에 비해, LEO 위성을 사용하는 통신 시스템 (100) 에서는 타이밍 불확실성이 약 10 내지 20 ms 이다.
- <103> 상술한 바와 같이, 타이밍 불확실성에 대한 문제점은, 스프레드 스펙트럼 통신 신호를 얻기 위해, 전체 타이밍 범위를 검색해야 하는데 있다. 특히, PN 코드 시퀀스를 사용하는 시스템에서는 더욱 그렇다. 본

발명은, 송신기 및 위성 사이의 거리에 따른 상이한 시간에 통신 신호를 송신함으로써, 타이밍 불확실성을 감소시켜, 거리에 관계없이, 동시에, 신호가 송신되고 있는 모든 위성에 신호가 도달한다.

<104> 도 10 은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 포워드 링크 신호 (910) 및 리버스 링크 신호 (920) 에 대한 타이밍 불확실성을 도시한다. 본 발명에 따르면, 포워드 링크 신호 (910A) 는 게이트웨이 (120) 에 의해, 시간 (1010) 에서, 가장 먼 위성 (930) 을 경유하여, 사용자 터미널 (124) 로 송신된다. 시간 (1020) 에서, 포워드 링크 신호 (910B) 는, 게이트웨이 (120) 에 의해 가장 인접한 위성 (940) 을 경유하여 사용자 터미널 (124) 로 송신된다. 시간 (1010) 및 시간 (1020) 사이의 시간차를 예비정정 시간이라 부르며, 특히 이러한 경우에는 포워드 링크 예비정정 시간이라고 부른다. 포워드 링크 예비정정 시간은 거리와, 게이트웨이 (120), 및 신호를 수신하는 위성 사이의 관련된 전파 지연에 기초하여 결정되기 때문에, 거리에 관계없이, 신호가 동시에 위성에 도착한다. 예를 들면, 동시에, 포워드 링크 신호 (910A) 는 가장 먼 위성 (930) 에 도착하고, 포워드 링크 신호 (910B) 는 시간 (1030) 에 가장 가까운 위성 (940) 에 도착한다.

<105> 각 위성 (930, 940) 은 사용자 터미널 (124) 로 포워드 링크 신호 (910) 를 반복한다. 포워드 링크 신호 (910A) 는 시간 (1050) 에, 사용자 터미널 (124) 에 도착한다. 포워드 링크 신호 (910B) 는 시간 (1040) 에, 사용자 터미널 (124) 에 도착한다. 시간 (1050) 및 시간 (1040) 사이의 시간차는 본 발명의 사용자 터미널 포워드 타이밍 불확실성을 나타낸다. 실제로, 포워드 링크 신호 (910) 가 위성 시간 (1030) 에, 위성들 (930, 940) 에 도착된 것으로 "인지" 되기 때문에, 본 발명에서는 포워드 링크 신호 (910) 의 업링크부 (912) 와 관련된 타이밍 불확실성의 양만큼 사용자 터미널 포워드 타이밍 불확실성을 감소시킨다.

<106> 도 10 은 가장 먼 위성 (930) 및 가장 가까운 위성 (940) 에 기초한 최악의 경우의 타이밍 불확실성을 도시한다. 상기 설명에서는 포워드 링크 신호 (910) 를 하나 이상의 위성으로 송신하는 것을 언급하였지만, 이것은 그러한 경우가 아닐 수도 있다. 예를 들어, 하나의 위성만이 특정 게이트웨이 (120) 의 가시선 내에 있을 수 있다. 이러한 경우에, 게이트웨이 (120) 는 하나의 위성에만 전송할 수 있다. 또 다른 예에서, 특정 통신 시스템 (100) 은 다이버시티 프로세싱을 수행하지 않음으로써 동일한 신호의 다중 송신을 쓸모없게 만들 수 있다. 사용된 위성의 개수와 관계없이, 본 발명은 신호의 송신 타이밍을 예비정정함으로써, 수신된 신호의 타이밍 불확실성을 감소시켜, 신호가 인지된 시간에 위성에 도착하게 한다.

<107> 본 발명의 한 실시예는 신호의 송신 개시를 예비정정할 뿐만 아니라, 신호가 송신되고 있을 때, 신호를 연속적으로 예비정정하여, 신호의 각 컴포넌트 (즉, PN 코드) 는 인지된 시간에 위성에 도착한다. 본 발명의 이 실시예는 타이밍 불확실성을 감소시킬 뿐만 아니라, 코드 도플러를 보상한다. 상술한 주파수 예비 정정에서와 같이, 위성에서는 타이밍이 인지되거나 정확하기 때문에, 도플러는 포워드 링크 신호의 업링크부 (912) 상에서만 예비정정된다. 그럼에도 불구하고, 코드 도플러로 인한 불확실성이 감소함으로써, 타임 트래킹 루프의 태스크를 보다 용이하게 할 수 있다.

<108> 도 11 은 본 발명의 또다른 실시예에 따른 포워드 링크 신호 (910) 및 리버스 링크 신호 (920) 의 타이밍 불확실성을 도시한다. 본 발명의 본 실시예에 따르면, 포워드 링크 신호 (910) 는 도 9 를 참조하여 설명된 바와 동일한 방식으로, 게이트웨이 (120) 에 의해 송신된다. 본 실시예는 리버스 링크 신호 (920) 에 대해 유사한 기법을 사용한다. 사용자 터미널 (124) 은 시간 (1110) 에, 리버스 링크 신호 (920A) 를 가장 먼 위성 (930) 을 경유하여 게이트웨이 (120) 로 송신한다. 사용자 터미널 (124) 은 시간 (1120) 에, 리버스 링크 신호 (920B) 를 가장 가까운 위성 (940) 을 경유하여 게이트웨이 (120) 로 송신한다. 시간 (1110) 및 시간 (1120) 사이의 시간차는 리버스 링크 예비정정 시간이라 부른다. 사용자 터미널 (124) 는 자신의 위치를 알지 못하기 때문에, 사용자 터미널 (124) 은 위성 시간 (1030) 및 포워드 링크 신호 (910) 가 사용자 터미널 (124) 에 도착하는 시간 사이의 시간차에 기초하여 리버스 링크 예비정정 시간을 결정한다. 이러한 시간차는 포워드 링크 신호 (910) 의 다운링크부 (914) 의 전파 지연에 해당한다. 이전과 마찬가지로, 포워드 링크 신호 (910) 의 수신 및 리버스 링크 신호 (920) 의 송신 동안, 상대 이동이 거의 없다고 가정하면, 다운링크부 (914) 의 전파 지연은 리버스 링크 신호 (920) 의 업링크부 (922) 의 전파 지연과 동일하며, 필요한 리버스 링크 예비정정 시간이다.

<109> 리버스 링크 예비정정 시간은 리버스 링크 신호 (920) 의 송신을 조정하고 보상하는데 이용되며, 따라서, 이 신호는 위성 시간 (1130) 이라고 부르는 인지된 시간에 위성에 도착한다. 위성은 사용자 터미널 (124) 로 리버스 링크 신호 (920) 를 반복한다. 리버스 링크 신호 (920A) 는 시간 (1150) 에, 사용자 터미널 (124) 에 도착한다. 리버스 링크 신호 (920B) 는 시간 (1140) 에, 사용자 터미널 (124) 에 도착한다. 시간 (1150) 및 시간 (1140) 사이의 차이는 본 발명의 게이트웨이 리버스 타이밍 불확실성을 나타낸다. 실제로,

본 발명의 본 실시예는 게이트 리버스 타이밍 불확실성 뿐만 아니라 사용자 터미널 포워드 타이밍 불확실성 모두를 감소시킨다. 포워드 링크 (910) 에서는, 업링크부 (912) 와 관련된 타이밍 불확실성의 양만큼 사용자 터미널 포워드 타이밍 불확실성이 감소된다. 리버스 링크 (920) 에서는, 업링크부 (922) 와 관련된 타이밍 불확실성의 양만큼 게이트웨이 리버스 타이밍 불확실성이 감소된다.

<110> 도 12 는 본 발명의 한 실시예에 따라서 게이트웨이 (120) 에서 포워드 링크 신호 (910) 의 타이밍을 예비정정하는 단계를 도시한다. 단계 (1210) 에서, 제어 프로세서 (320) 는 게이트웨이 (120) 와, 포워드 링크 신호 (910) 가 송신될 각 위성 (930, 940) 사이의 거리를 계산한다. 그런 후, 단계 1220 에서, 제어 프로세서 (320) 는 이러한 거리 각각에 기초하여 전파 지연을 계산한다.

<111> 예를 들면, 위성과 사용자 터미널 사이에 송신된 신호가 되돌아오는 라운드-트립 (round-trip) 지연을 즉시 또는 인지된 지연 후에 측정하고, 그 다음 결과를 2 로 나누고 그 결과에 신호 (광) 의 속도를 곱함으로써, 이러한 거리를 구할 수 있다. 인지된 동작 PN 시퀀스 또는 스프레딩 코드를 포함하는 신호를 전송하고, 게이트웨이에서 수신되어 재송신된 신호 내의 PN 시퀀스의 상태와 송신된 신호 의 PN 시퀀스의 상태를 비교함으로써, 이 라운드-트립 지연을 측정할 수 있다. 이들 상태의 차이는, 인지된 게이트웨이-대-위성 지연을 포함하는 전체 라운드-트립 지연을 결정하는데 이용된다. 인지된 위성 이퍼머라이드 (satellite ephemerides) 를 이용하면, 다양한 공지된 방법으로 인지된 지연을 계산할 수 있다. 다른 방법으로, 제 1 위성을 통해 송신되고, 제 2 위성을 통해 송환되는 신호의 라운드-트립 지연을 이용하여 거리를 측정한다. 그러나, 그들의 상대 위치에 대한 추가 정보가 요구되고, 이는 일반적으로 다른 신호 파라미터를 이용하여 공급된다. 위치 결정에 관한 이러한 기법은 위에서 참조한, 동시에 계류 중인 특허 출원에 더 상세히 설명되어 있다.

<112> 단계 1230 에서, 예비정정기 (342) 는 각 위성 (930, 940) 으로의 전파 지연의 원인이 되는 포워드 링크 신호 (410) 를 예비정정하거나 보상한다. 최종적으로, 단계 1240 에서, 송신기 (338) 는 타이밍을 예비정정한 포워드 링크 신호 (410) 를 적절한 위성 (930, 940) 으로 송신한다.

<113> 도 13 은 본 발명의 한 실시예에 따라서 사용자 터미널 (124) 에서 리버스 링크 신호 (920) 의 타이밍을 예비정정하는 단계를 도시한다. 단계 1310 에서, 제어 프로세서 (220) 는, 리버스 링크 신호 (920) 가 전송될 각 위성 (930, 940) 으로부터 가장 최근에 수신된 포워드 링크 신호 (910) 에 기초하여 전파 지연을 계산한다. 단계 1320 에서, 예비정정기 (232) 는 각 위성 (930, 940) 으로의 전파 지연의 원인이 되는 리버스 링크 신호 (920) 을 예비정정하거나 보상한다. 최종적으로, 단계 1330 에서, 송신기 (230) 는, 타이밍을 예비정정한 리버스 링크 신호 (920) 를 적절한 위성 (930, 940) 으로 송신한다.

<114> 타이밍 불확실성을 감소시키는 것 뿐만 아니라, 신호를 얻기 위한 수신기의 검색 공간도 감소시키며, 본 발명은 또한, 다이버시티 프로세싱을 이용하는 통신 시스템 (100) 에 의해 요구되는 데스크 (deskew) 메모리 버퍼의 양도 감소시킨다. 이러한 유형의 시스템은, 모든 가능한 경로들로부터 신호를 "수신"하기 위해, 타이밍 불확실성의 전체 범위에 걸쳐서 입력 신호를 버퍼링해야만 한다. 타이밍 불확실성 (즉, 모든 가능한 경로들로부터 신호가 예상되는 시간) 을 감소시킴으로써, 데스크 메모리도 따라서 감소된다.

산업상 이용 가능성

<115> 본 발명의 바람직한 실시예는 주파수 및 타이밍 예비정정을 모두 이용하는 예비정정기를 포함한다. 상술한 바와 같이, 주파수 예비정정 및 타이밍 예비정정은 각각의 불확실성을 약 절반 정도만큼 감소시킨다. 따라서, 본 발명의 바람직한 실시예는 수신기의 검색 공간을 원래 검색 공간의 약 1/4 정도로 감소시킨다. 따라서, 본 발명의 바람직한 실시예에 포함된 게이트웨이 (120) 또는 사용자 터미널 (124) 은 기존보다 약 1/4 의 시간과 약 1/4 수의 검색 수신기로 신호를 얻을 수 있다.

<116> 본 발명은 전술한 실시예에만 국한되지 않으며, 본 발명의 기술 분야의 통상의 지식을 가진자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있다. 따라서 본 발명의 진정한 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

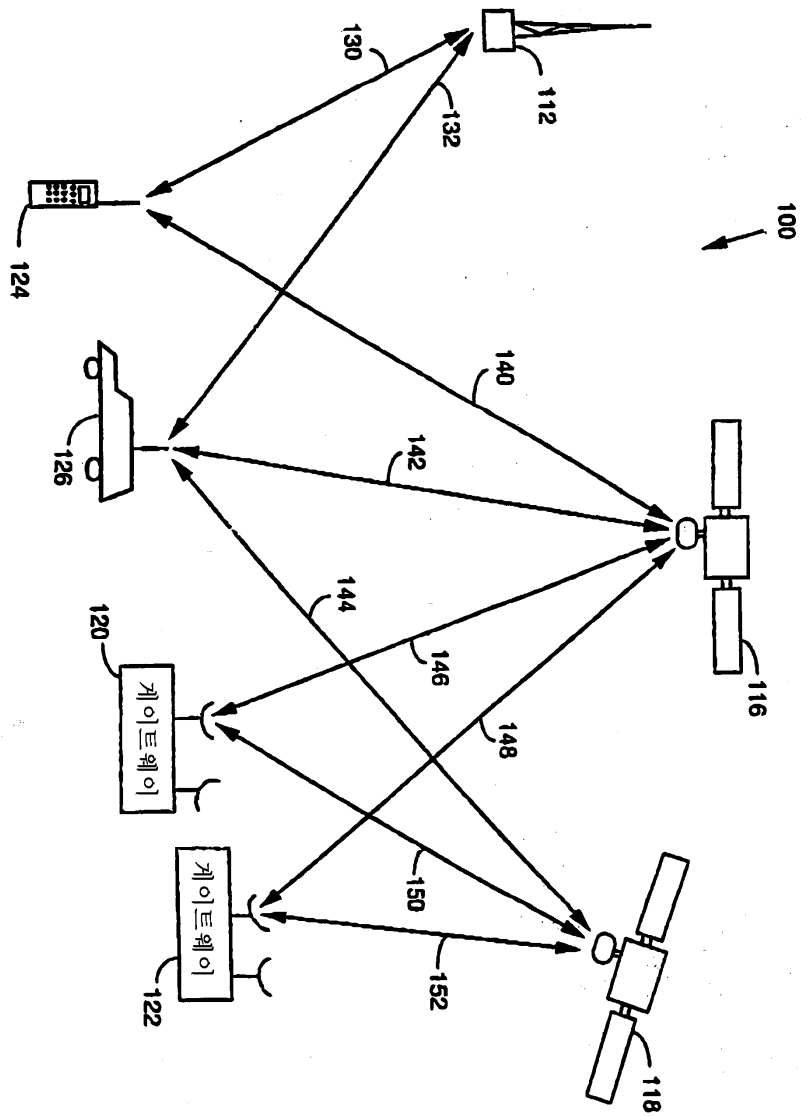
도면의 간단한 설명

<31> 본 발명의 특징, 목적, 및 장점이 대응하는 것들에는 모두 동일한 참조번호를 붙인 도면을 참조하여 기술된 이하의 상세한 설명으로부터 분명해질 것이며, 도면에서 참조 번호의 가장 좌측 숫자는 그 참조번호가 가장 처음 나타난 도면을 나타낸다.

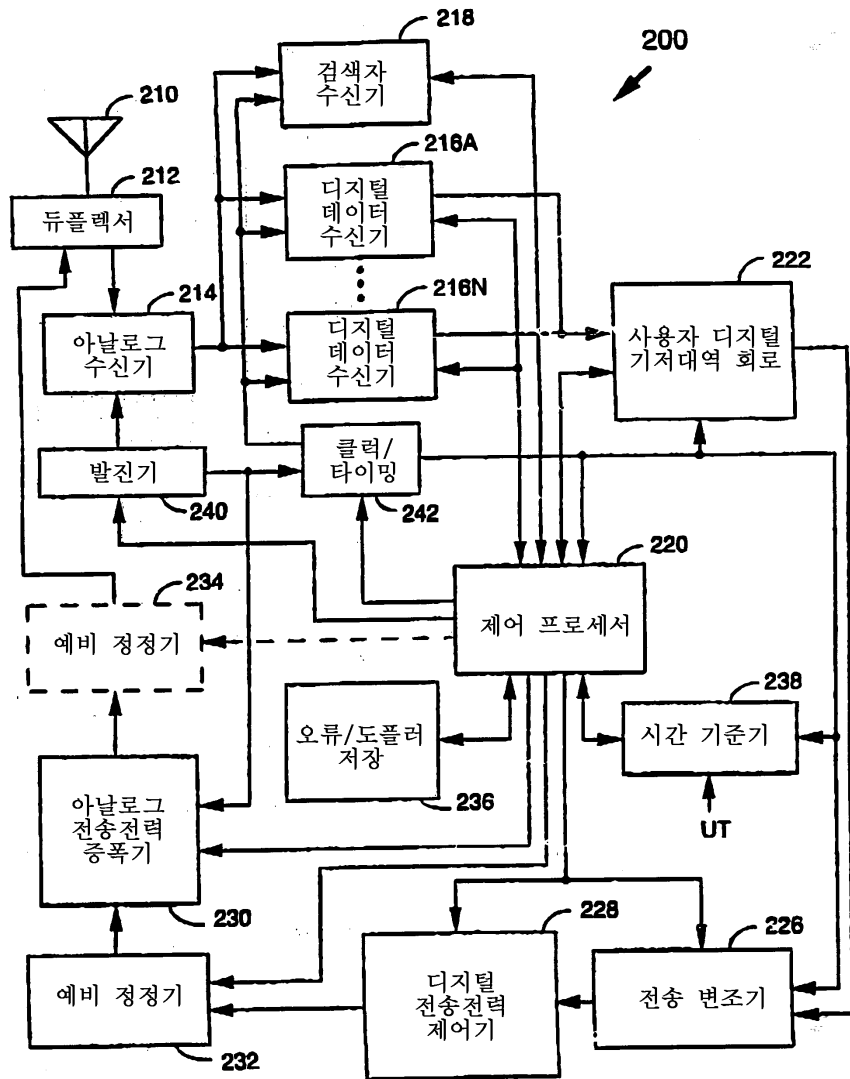
- <32> 도 1 은 본 발명이 사용된 전형적인 통신 시스템을 도시한 도면.
- <33> 도 2 는 사용자 터미널에 사용하는 대표적인 송수신 장치를 도시한 도면.
- <34> 도 3 은 게이트웨이 또는 기지국에서 사용하는 대표적인 송신 장치를 도시한 도면.
- <35> 도 4 는 게이트웨이와 사용자 터미널간의 포워드 링크 및 리버스 링크 송신을 도시한 도면.
- <36> 도 5 는 주파수의 어떠한 예비정정도 행해지지 않은 포워드 링크 신호와 연관된 각종 주파수를 도시한 도면.
- <37> 도 6 은 주파수의 예비정정이 행해지는 포워드 링크 신호와 연관된 각종 주파수를 도시한 도면.
- <38> 도 7 은 게이트웨이로부터의 포워드 링크 송신용 주파수를 예비정정하는 단계들을 도시한 도면.
- <39> 도 8 은 사용자 터미널로부터의 리버스 링크 송신용 주파수를 예비정정하는 단계들을 도시한 도면.
- <40> 도 9 는 타이밍의 어떠한 예비정정도 행해지지 않은 포워드 링크 및 리버스 링크 송신을 도시한 도면.
- <41> 도 10 은 타이밍의 예비정정이 본 발명에 따라 행해지는 트래픽 채널용 포워드 링크 및 리버스 링크 송신을 도시한 도면.
- <42> 도 11 은 타이밍의 예비정정이 본 발명에 따라 행해지는 액세스 채널용 포워드 링크 및 리버스 링크 송신을 도시한 도면.
- <43> 도 12 는 게이트웨이로부터의 포워드 링크 송신용 타이밍을 예비정정하는 단계들을 도시한 도면.
- <44> 도 13 은 사용자 터미널로부터의 리버스 링크 송신용 타이밍을 예비정정하는 단계들을 도시한 도면.

도면

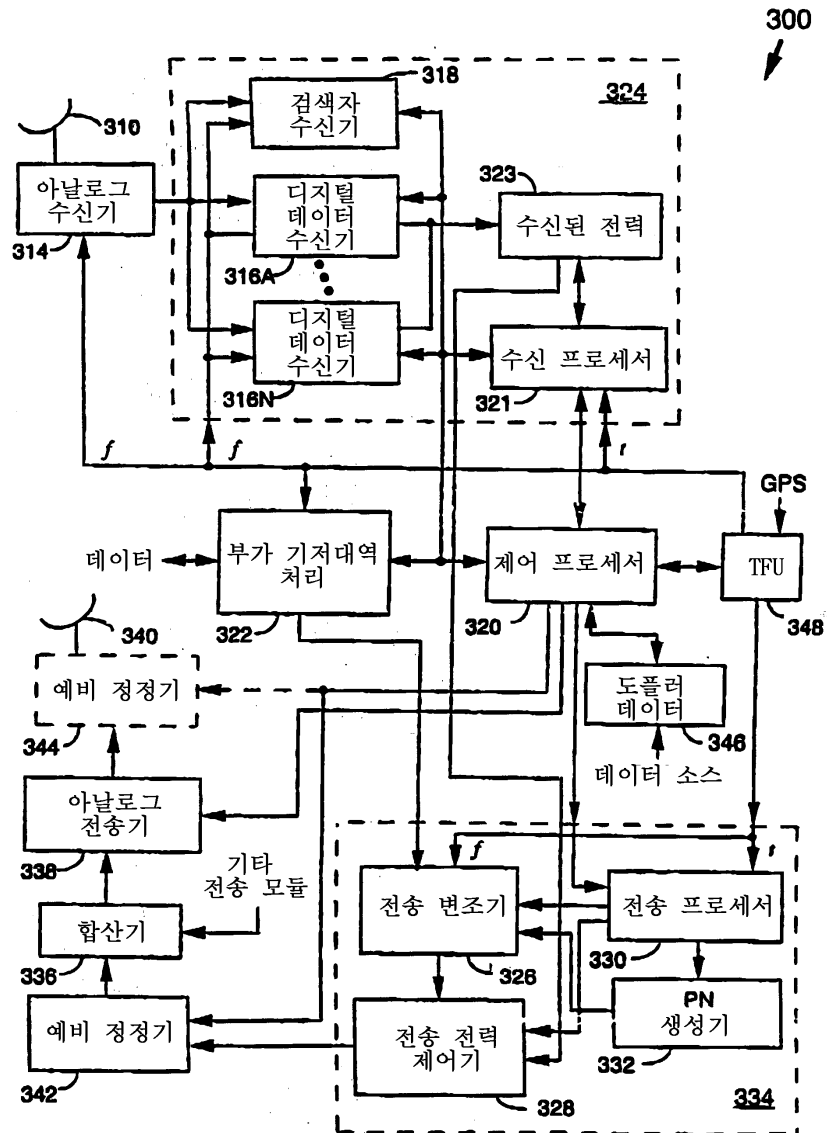
도면1



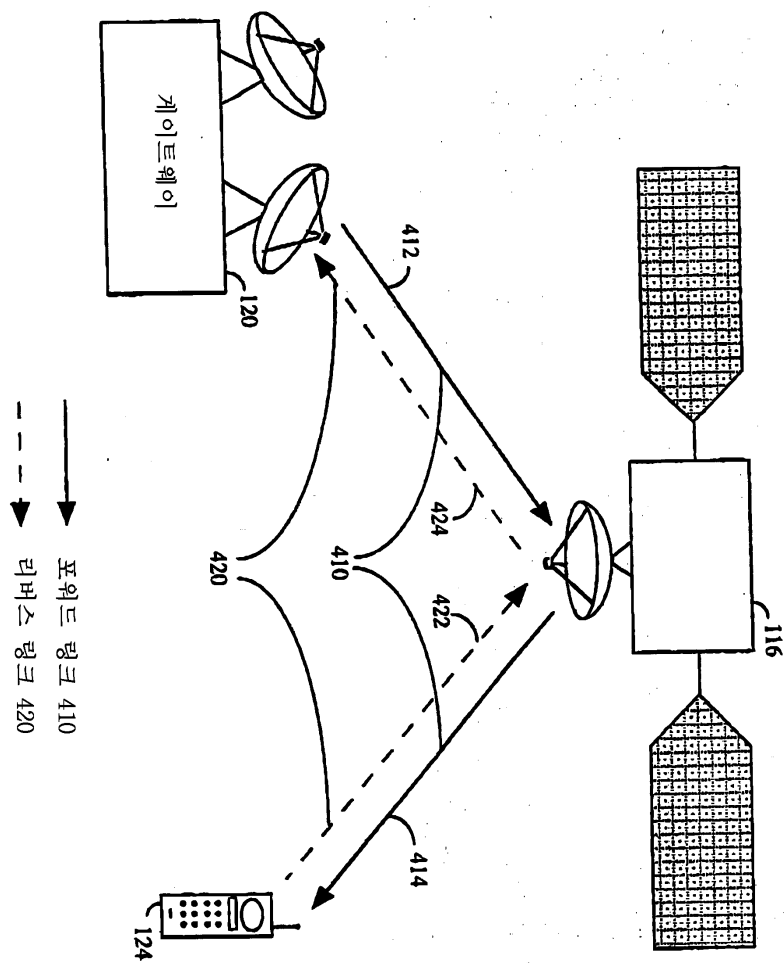
도면2



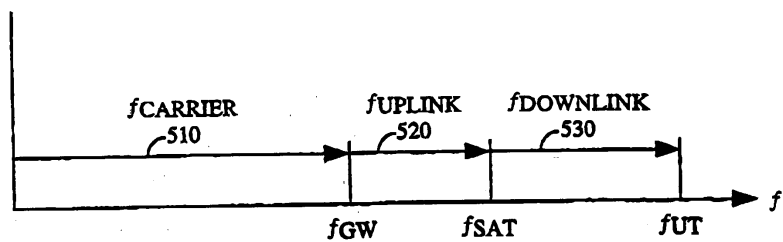
도면3



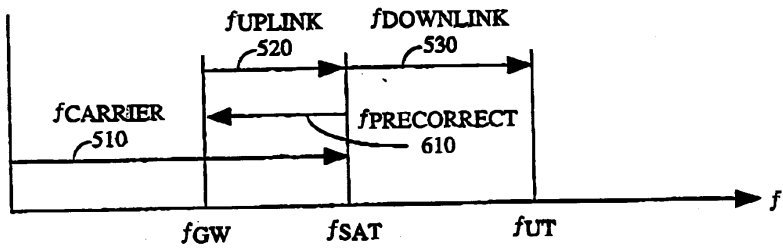
도면4



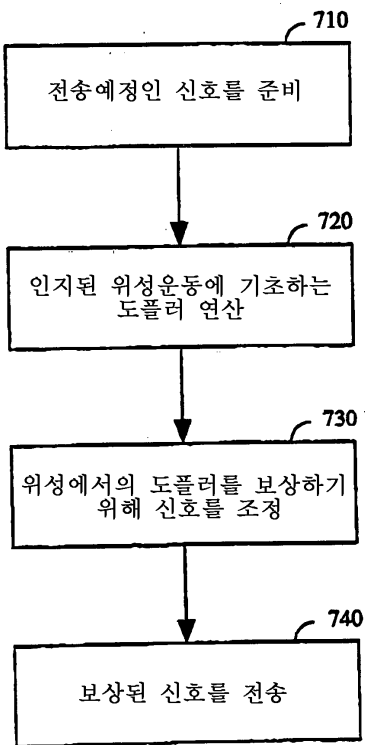
도면5



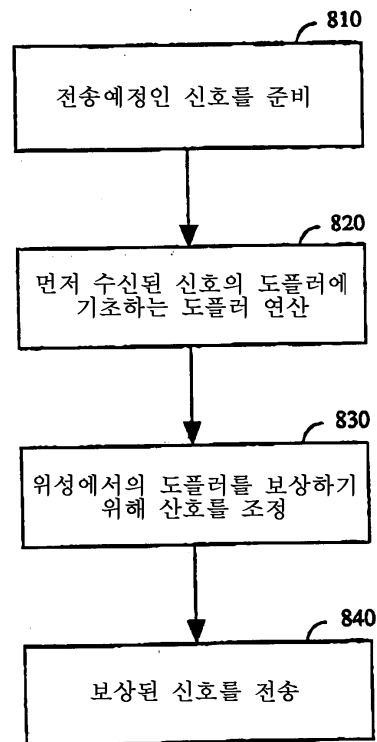
도면6



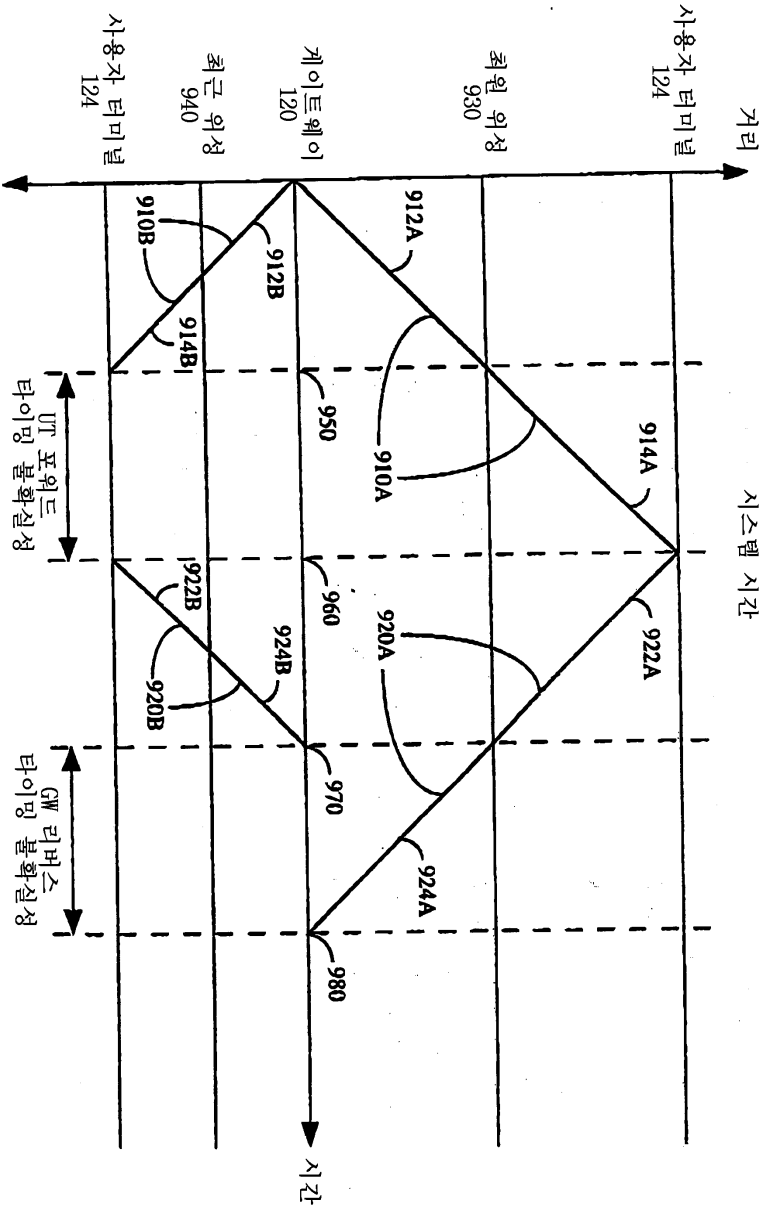
도면7



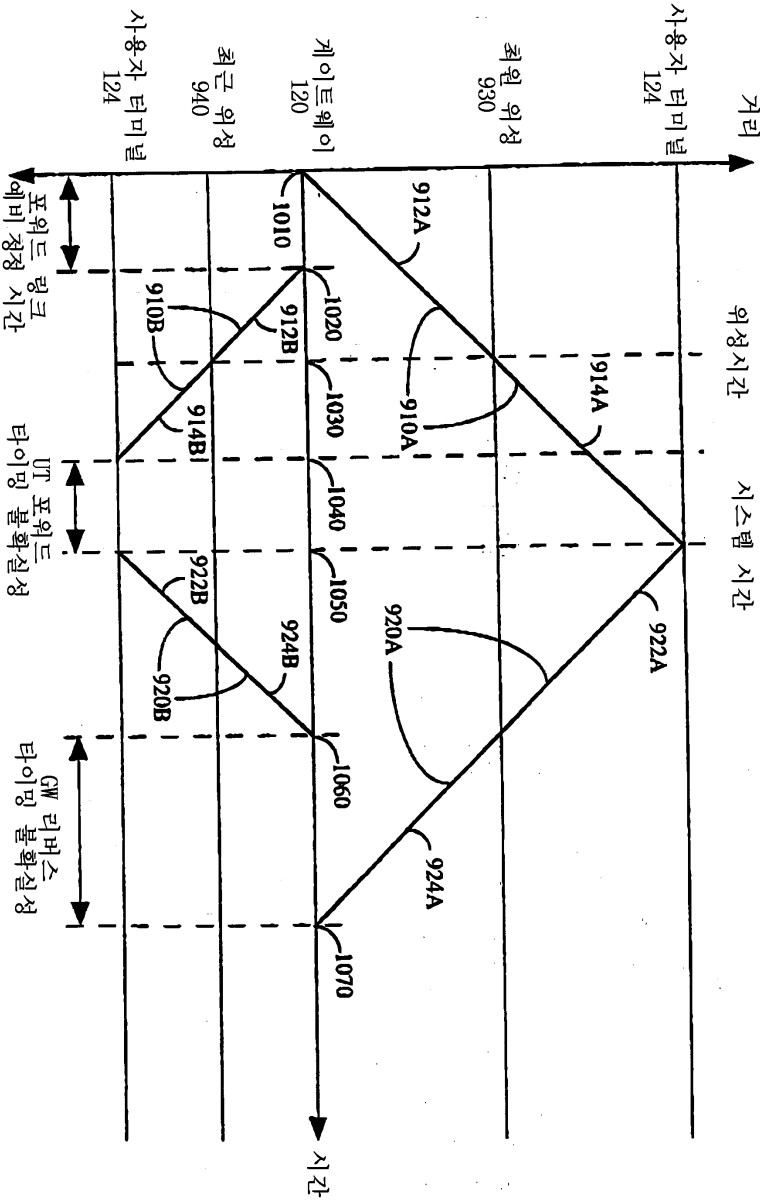
도면8

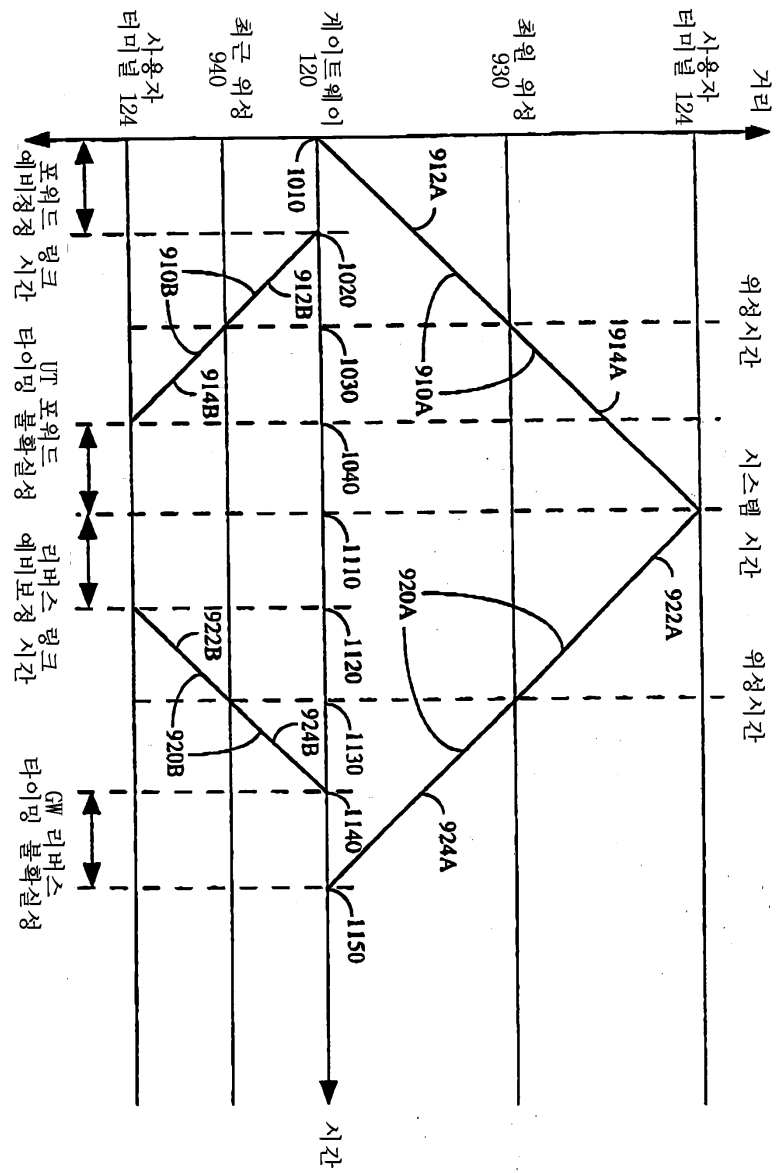


도면9

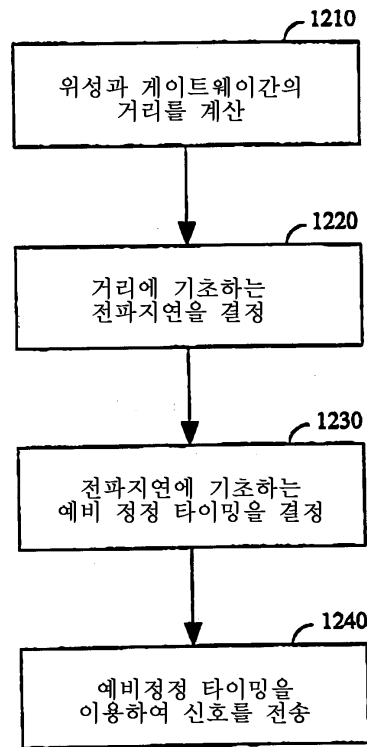


도면10





도면12



도면13

