

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.<sup>6</sup>  
G01S 5/12

(45) 공고일자 2005년05월16일  
(11) 등록번호 10-0489747  
(24) 등록일자 2005년05월06일

(21) 출원번호	10-1999-7003104	(65) 공개번호	10-2000-0049036
(22) 출원일자	1999년03월30일	(43) 공개일자	2000년07월25일
번역문 제출일자	1999년03월30일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1997/017331	(87) 국제공개번호	WO 1998/14796
국제출원일자	1997년09월26일	국제공개일자	1998년04월09일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기스스탄, 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, 키르기스스탄, 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,

(30) 우선권주장 08/723,722 1996년09월30일 미국(US)

(73) 특허권자 켈컴 인코포레이티드  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

(72) 발명자 레바논나다브  
이스라엘52651라매트간하메이리스트리트10

(74) 대리인 특허법인코리아나

심사관 : 이귀남

(54) 2 개의 저궤도 위성을 이용한 수동적 위치 결정

요약

본 발명은 저궤도 위성 통신 시스템 (100) 에서 사용자 단말기 (예를 들면, 이동 무선 전화)의 위치를 수동적으로 결정하는 시스템 및 방법에 관한 것이다. 그 시스템은, 사용자 단말기(106A, 106B, 106C), 기지의 위치와 기지의 속도를 갖는 적어도 2 개의 위성 (104A, 104B), 및 위성들 (104A, 104B) 을 통해 상기 사용자 단말기 (106A, 106B, 106C) 과 통신하는 게이트웨이 (102) (즉, 지역 기지국) 를 포함한다. 그 방법은, 레인지 차이 파라미터를 결정하는 단계 (단계 804) 와 레인지-

레이트 차이 파라미터를 결정하는 단계 (단계 808) 를 포함한다. 레인지 차이 파라미터는, 위성들 (104A, 104B) 중 제 1의 위성과 상기 사용자 단말기 (106A, 106B, 106C) 간의 거리(1)와 위성들 (104A, 104B) 중 제 2의 위성과 상기 사용자 단말기 (106A, 106B, 106C) 간의 거리(2) 사이의 차이를 나타낸다. 레인지-레이트 차이 파라미터는, 위성들 (104A, 104B) 중 제 1의 위성과 상기 사용자 단말기 (106A, 106B, 106C) 간의 상대 방사 속도(a)와, 위성들 (104A, 104B) 중 제 2의 위성과 상기 사용자 단말기 (106A, 106B, 106C) 간의 상대 방사 속도(b) 사이의 차이를 나타낸다. 그 후, 지표면에서 사용자 단말기 (106A, 106B, 106C) 의 위치는, 상기 위성들의 기지의 위치와 기지의 속도, 레인지 차이 파라미터, 및 레인지-레이트 차이 파라미터에 기초하여 결정된다 (단계810).

**대표도**

도 8

**색인어**

수동적위치결정

**명세서**

**발명의 배경**

**I. 발명의 분야**

본 발명은, 일반적으로, 위성을 이용한 물체의 위치 결정에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 통신 신호의 특성을 이용한 위성 통신에서의 사용자 단말기의 위치를 결정하는 방법에 관한 것이다.

**II. 관련 기술**

통상의 위성-기반 통신 시스템은 적어도 하나의 지상 기지국 (이하, 게이트웨이라고 함), 적어도 하나의 사용자 단말기 (예를 들면, 이동 전화), 및 게이트웨이와 사용자 단말기간의 통신 신호를 증계하는 적어도 하나의 위성을 포함한다. 게이트웨이는 사용자 단말기로부터 다른 사용자 단말기 또는 지상 전화 시스템과 같은 통신 시스템으로의 링크를 제공한다.

다양한 다중접속 통신 시스템들이 수많은 시스템 사용자들간의 정보 전송을 위해서 개발되어 왔다. 이들 기술은 시분할 다중접속 (TDMA), 주파수분할 다중접속 (FDMA), 및 코드분할 다중접속 (CDMA) 확산 스펙트럼 기술을 포함하며, 이들 기술의 기본 원리는 널리 알려져 있다. 다중접속 통신 시스템에서 CDMA 기술의 이용은, "Spread Spectrum Multiple Access Communication System Using Satellite Or Terrestrial Repeaters" 이란 발명의 명칭으로 1990년 2월 13일자에 허여된 미국특허번호 제 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" 이란 발명의 명칭으로 1995년 1월 4일자에 출원된 미국특허출원번호 제 08/368,570 호에 기재되어 있으며, 두 특허 모두 본 발명의 양수인에게 양도되어 있고, 그 내용이 여기서 참조된다.

상술한 특허 문서에는, 다수의 이동 또는 원격 시스템 사용자가 사용자 단말기를 사용하여 다른 시스템 사용자 또는 공중 전화 교환망과 같은 다른 접속 시스템의 사용자와 통신하는 다중접속 통신 시스템에 대해 기술되어 있다. 사용자 단말기는 CDMA 확산 스펙트럼형 통신 신호를 이용한 위성 및 게이트웨이를 통하여 통신한다.

통신 위성은 위성 통신 신호를 지표면상으로 투사하여 생성된 "스팟 (spot)" 을 비추는 빔을 형성한다. 스팟에 대한 통상의 위성 빔 패턴은 소정의 커버리지 패턴으로 배열된 많은 빔을 포함한다. 통상, 각 빔은, 각각이 서로 다른 주파수 밴드를 차지하는 공통의 지리적 영역을 커버하는 많은 서브빔 (sub-beam; CDMA 채널이라고도 함) 을 포함한다.

통상의 확산 스펙트럼 통신 시스템에서는, 통신 신호로서의 전송을 위해 캐리어 신호상에 변조하기 전에 소정의 스펙트럼 밴드상의 정보 신호를 변조 (즉, 확산) 하기 위하여, 미리 설정된 의사 랜덤 잡음 (pseudorandom noise; PN) 코드 시퀀스가 이용된다. 널리 알려져 있는 확산 스펙트럼 송신의 한 방법인 PN 확산은 데이터 신호의 대역폭보다 훨씬 더 넓은 대역폭을 갖는 송신용 신호를 생성한다. 순방향 통신 링크에서는 (즉, 게이트웨이에서 시작하여 사용자 단말기에서 끝나는 통신 링크에서는), 서로 다른 빔들을 통해 게이트웨이에 의해 송신된 신호들을 구별하기 위해, 및 다중경로 신호를 구별하기 위해 PN 확산 코드 또는 2진 시퀀스가 이용된다. 통상, 이들 PN 코드는 소정 서브-빔내의 모든 통신 신호에 의해 공유된다.

통상의 확산 스펙트럼 시스템에서는, 순방향 링크상의 위성 빔내에서 송신된 특정의 사용자 단말기용의 신호를 구별하기 위해, 채널화 코드가 이용된다. 즉, 특징의 "채널화" 직교 코드를 사용함으로써, 순방향 링크상의 각 사용자 단말기에 특징의 직교 채널이 제공된다. 일반적으로, 채널화 코드들을 형성하는데는 월시 (Walsh) 함수가 사용되며, 일반적인 길이는, 지상 시스템인 경우에는 64 코드 칩 정도이고 위성 시스템의 경우에는 128 코드 칩 정도이다.

미국 특허 제4,901,307 호에 개시된 바와 같은, 통상적인 CDMA 확산 스펙트럼 통신 시스템은 순방향 링크 사용자 단말기 통신을 위한 코히어런트 (Coherent) 변조 및 복조의 이용을 고려하고 있다. 이러한 접근 방식을 이용한 통신 시스템에서는, "파일럿" 캐리어 신호 (이하, "파일럿 신호" 라고 함) 가 순방향 링크를 위한 코히어런트 위상 기준으로 사용된다. 즉, 통상적으로, 어떠한 데이터 변조 신호도 포함하지 않는 파일럿 신호는 커버리지 영역 전체에 걸쳐 게이트웨이에 의해 송신된다. 통상, 단일의 파일럿 신호는 사용된 각 주파수에 대해 사용된 각 빔을 위해 각 게이트웨이에 의해 송신된다. 이들 파일럿 신호들은 게이트웨이로부터 신호를 수신하는 모든 사용자 단말기에 의해 공유된다.

파일럿 신호는 초기 시스템 동기화 및 게이트웨이에 의해 송신된 다른 신호들의 시간, 주파수, 및 위상 트래킹을 얻기 위해 사용자 단말기에 의해 사용된다. 파일럿 신호 캐리어를 트래킹하여 얻어진 위상 정보는 다른 시스템 신호들 또는 트래픽 신호들의 코히어런트 복조를 위한 캐리어 위상 기준으로 이용된다. 이 기술로 해서, 많은 트래픽 신호들이 공통의 파일럿 신호를 위상 기준으로 공유하는 것이 가능하게 되어, 보다 저가의 그리고 효율적인 트래킹 메카니즘을 제공할 수 있게 된다.

사용자 단말기가 통신 세션에 있지 않은 경우 (즉, 사용자 단말기가 트래픽 신호를 수신 또는 송신하고 있지 않은 경우), 게이트웨이는 페이징 신호라고 하는 신호를 사용하여 특정의 사용자 단말기에 정보를 전달한다. 예를 들어, 특정의 이동 전화에 호 (call) 가 형성되는 경우, 게이트웨이는 페이징 신호를 통해 그 이동 전화기에 경보를 발한다. 또한, 페이징 신호는 트래픽 채널 할당, 액세스 채널 할당, 및 시스템 오버헤드 정보를 배포하는 데에도 사용된다.

사용자 단말기는 역방향 링크 (즉, 사용자 단말기에서 시작하여 게이트웨이에서 끝나는 통신 링크) 를 통해 액세스 신호 또는 액세스 프로브를 송신함으로써, 페이징 신호에 응답할 수 있다. 또한, 액세스 신호는 사용자 단말기가 호를 개시할 때에도 이용된다.

사용자 단말기가 통신에 필요할 경우에는, 통신 시스템이 사용자 단말기의 위치를 결정할 필요가 있을 수도 있다. 사용자 단말기의 위치 정보에 대한 필요는 여러 가지 고려로부터 비롯된다. 1가지 고려사항은 상기 통신 링크를 제공할 적절한 게이트웨이를 시스템이 선택하여야 한다는 것이다. 이러한 고려의 일 양태는 적절한 서비스 제공자 (예를 들면, 전화 회사) 로 통신 링크를 할당하는 것이다. 통상, 특정의 지리적 영역에 서비스 제공자가 할당되어, 그 영역내 사용자와의 모든 호를 처리한다. 특정의 사용자 단말기가 통신에 필요할 경우, 통신 시스템은 사용자 단말기가 위치한 영역에 기초를 둔 서비스 제공자에 호를 할당할 수 있다. 적절한 영역을 결정하기 위하여, 통신 시스템은 사용자 단말기의 위치를 필요로 한다. 호가 정지적인 경계 또는 축소된 서비스에 기초한 서비스 제공자에 할당되어야 할 경우에도, 유사하게 고려될 수 있다.

위성 통신 시스템이 특정의 사용자 단말기를 찾고자 하는 경우, 그 사용자 단말기의 최종의 주지 위치로 시작함으로써 탐색 범위를 한정한다. 사용자의 최종 주지 위치에 대한 정보의 정확성을 향상시켜 탐색을 더욱 효율적으로 할 수 있다. 하나의 접근 방법은 사용자 단말기로 하여금 "비콘 (beacon)" 신호를 중계하도록 하거나, 또는, 사용자 단말기와의 양방향 통신 신호 교환을 통하여 사용자 단말기의 위치를 규칙적으로 결정하는 것이다. 사용자 단말기가 신호를 송신해야 하기 때문에, 이 접근 방법은 "능동적 (active)" 위치 결정이라고 알려져 있다. 여러 가지의 위치 결정 시스템이 알려져 있다.

하나의 종래의 접근 방법은 미국 해군의 TRANSIT 시스템에 의하여 채택된 것이다. 이 시스템에서, 사용자 단말기는 저궤도 위성 (LEO) 에 의해 중계된 신호의 연속적인 도플러 측정을 행한다. 이 측정은 수 분 동안 계속된다. 보통, 이 시스템은 위성에 2 개의 경로가 필요하므로, 100 분 이상의 대기를 필요로 한다.

또다른 종래의 접근 방법은 ARGOS 및 SARSAT (Search and Rescue Satellite) 시스템에 의하여 채택된 것이다. 이 접근 방법에서, 사용자 단말기는 신호의 주파수를 측정하는 위성 상의 수신기로 간헐적인 비콘 신호를 송신한다. 위성이 사용자 단말기로부터 4개 이상의 비콘 신호를 수신하면, 통상, 사용자 단말기의 위치를 확인할 수 있다. 비콘 신호가 간헐적이기 때문에, TRANSIT 시스템에 의해 행해지는 것과 같은 확장된 도플러 측정은 가능하지 않다. 이 접근 방법에 있어서의 주요 단점은 사용자 단말기가 비콘 신호를 송신해야 한다는 것이다.

또다른 종래의 접근 방법은 글로벌 위치결정 시스템 (Global Positioning System; GPS) 에 의해 채택된 것이다. 이 접근 방법에서, 각 위성은 위성의 천체위치 (ephemeris) 를 포함한 시각-스탬프 (time-stamped) 신호를 중계한다. 사용자 단말기가 GPS 신호를 수신하는 경우, 사용자 단말기는 그 자체 클럭에 대한 전송지연을 측정하여, 송신 위성 위치에 대한 슈도-레인지 (pseudo-range) 를 결정한다. GPS 시스템은 2차원 위치 확인을 위해서는 3개의 위성을 필요로 하며, 3차원 위치 확인을 위해서는 4개의 위성을 필요로 한다. GPS 접근 방법의 주요한 단점은 위치 결정에 3개 이상의 위성이 필요하다는 것이다.

상술한 모든 접근 방법의 한 단점은, 이러한 접근 방식을 이용하기 위해서는, 사용자 단말기가 통신 신호를 처리하는 데 필요한 것 이외에도, 별도의 송신기 또는 수신기를 가져야 한다는 것이다.

또다른 종래의 접근 방법이 "Dual Satellite Navigation System and Method" 란 발명의 명칭으로 1992년 6월 30 일자로 하여된, 미국특허 번호 제 5,126,748 호에 개시되어 있다. 이 접근 방법은 2 개의 위성을 이용하여, 삼각법 (trilateration) 을 통해 사용자 단말기의 위치를 능동적으로 결정한다. 이 방법은 유용한 반면, 이 방법으로 얻어지는 해결책은 모호하다. 또다른 정보가 이 모호성 (ambiguity) 을 해결할 필요가 있다.

능동적 위치 결정 방법은 수입을 발생시키지 않는 방식으로 통신 대역폭을 소비한다. 또한, 규칙적인 전송을 위해서는 사용자 단말기가 필요하다. 이는 이동 또는 휴대용 사용자 단말기용의 (배터리와 같은) 전원에 대한 큰 전력 소비를 야기한다.

따라서, 사용자 단말기가 수동적으로 그 위치를 결정하는 위성-기반 위치 결정 시스템이 요구된다.

본 발명은 저궤도 위성 통신 시스템과 같은 위성 통신 시스템에 있어서의 사용자 단말기 (예를 들면, 이동전화) 의 위치를 수동적으로 및 명확하게 결정하는 시스템 및 방법에 관한 것이다. 본 발명의 위치 결정은, 사용자 단말기가 송신할 필요가 없기 때문에, "수동적" 이라고 한다. 이 시스템은 사용자 단말기, 기지 (既知) 의 위치 및 기지의 속도를 가지는 적어도 2 개의 위성 및 이 위성들을 통하여 사용자 단말기와 통신하는 게이트 웨이 (즉, 지상 기지국) 를 구비한다. 각 위성은 그 위치에 관한 정보를 중계한다. 본 방법은 상기 사용자 단말기와 상기 위성간의 공간적 및 시간적 관계를 설명하는 파라미터를 결정하고, 그 파라미터와 상기 위성의 공지 위치 및 속도를 이용하여 상기 사용자 단말기의 위치를 파악하는 단계를 포함한다.

레인지 차이 및 레인지-레이트 차이의 2개 파라미터가 이용된다. 상기 레인지 차이 파라미터는 사용자 단말기와 제 1 위성 사이의 거리(1) 및 그 사용자 단말기와 제 2 위성 사이의 거리(2)의 차를 나타낸다. 레인지-레이트 차이 파라미터는 사용자 단말기와 제 1 위성 사이의 상대 방사 속도 (relative radial velocity; 1) 및 그 사용자 단말기와 제 2 위성 사이의 상대 방사 속도(2) 간의 차를 나타낸다.

본 발명의 바람직한 실시예에서는, 상기 위성의 공지된 위치 및 공지된 속도와 사용된 파라미터에 기초하여 사용자 단말기의 위치를 결정하기 위하여 반복 가중 가우스-뉴턴 최소 제곱법 (iterative weighted Gauss-Newton least-squares method) 이 사용된다.

본 발명의 특징은 "거리-기반 등록 (distance-based registration)" 이라고 하는 방법의 일부분으로서의 사용이다. 이 방법에 따르면, 상술한 바와 같이, 사용자 단말기가 규칙적인 간격으로 그 위치를 수동적으로 결정한다. 상기 위치가 최후의 능동적으로 결정된 위치로부터 실제로 변화했다고 상기 사용자 단말기가 판단하면, 사용자 단말기는 게이트웨이에 등록한다. 이에 응답하여, 상기 게이트웨이는 사용자 단말기의 새로운 위치를 능동적으로 결정한다. 이러한 방식으로, 사용자 단말기가 불필요한 전송을 할 필요없이, 위성 통신 시스템은 사용자 단말기에 대한 적시의, 정확한 위치 정보를 유지할 수 있게 된다.

본 발명의 하나의 이점은 LEO 와 같은 2개의 위성만을 사용하여, 사용자 단말기로 하여금 그 위치를 수동적으로 결정하도록 한다는 것이다.

본 발명의 또다른 이점은 사용자 단말기로 하여금 위성 통신 시스템에 언제 그 위치 변경 정보를 전달해야 할지를 결정하도록 한다는 것이다.

### 도면의 간단한 설명

도 1 은 통상의 위성 통신 시스템을 도시한 도면.

도 2 는 사용자 단말기에 사용되는 예시적인 송수신기의 블록도.

도 3 은 게이트웨이에 사용되는 예시적인 송신 및 수신장치의 블록도.

도 4 는 사용자 단말기에 사용되는 예시적인 시간 트래킹 루프의 블록도.

도 5 는 사용자 단말기에 사용되는 예시적인 주파수 트래킹 루프의 블록도.

도 6 및 도 7 은 위성과 관련된 레인지 차이 및 레인지-레이트 차이 파라미터에 대한 이소-컨투어 (iso-contour) 의 지표면으로의 2개 위성 및 투사의 서브포인트를 도시한 도면.

도 8 은 본 발명의 예시적인 실시예의 동작을 도시한 흐름도.

도 9 는 본 발명이 동작할 수 있는 예시적인 환경을 도시한 블록도.

도 10 은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 거리-기반 등록의 동작을 설명하는 흐름도.

### 바람직한 실시예들의 상세한 설명

#### I. 도입

본 발명은 2개 이상의 저궤도 (low-Earth orbit: LEO) 위성을 사용하는 위성 통신시스템에서의 사용자 단말기의 수동적 위치 결정을 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 당업자들에게는 명백한 바와 같이, 본 발명의 개념은 위성과 사용자 단말기 간의 상대적인 운동이 하기의 레인지-레이트 측정을 용이하게 하기에 충분하다면, 위성이 비 LEO 궤도를 이동하는 위성 시스템에도 적용될 수 있다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 특정 단계, 구성 및 배치에 대하여 설명하겠지만, 이러한 설명은 단지 예시적 목적이라는 것을 이해해야 한다. 본 발명의 취지 및 범주를 벗어남이 없이, 다른 단계, 구성 및 배치를 사용할 수 있다는 것을 당업자들은 인지할 것이다.

본 발명을 다섯 부분으로 나누어 설명한다.

첫째로, 통상의 위성 통신시스템을 설명한다. 둘째로, 시스템 위치결정 방법에 사용되는 파라미터를 설명한다. 셋째로, 실제의 표기법에 의하여 위치결정 방법을 설명한다. 넷째로, 위치결정 방법의 실행 방법을 설명한다. 끝으로, "거리-기반 등록" 의 특징을 설명한다.

#### II. 통상의 위성 통신 시스템

도 1 은 통상의 위성 통신 시스템 (100) 을 나타낸 것이다. 위성 통신 시스템 (100) 은 게이트웨이 (102), 위성 (104a 및 104b), 및 사용자 단말기 (106) 를 구비한다. 일반적으로, 사용자 단말기 (106) 는 세가지 형태, 즉, 영구적인 구조로 탑재되는 고정 사용자 단말기 (106a), 운송 수단에 탑재되는 이동 사용자 단말기 (106b), 및 휴대용의 사용자 단말기 (106c) 가 있다. 게이트웨이 (102) 는 위성 (104a 및 104b) 을 통하여 사용자 단말기 (106) 와 통신한다.

사용자 단말기 (106) 에 사용되는 예시적인 송수신기 (200) 가 도 2 에 도시되어 있다. 이 송수신기 (200) 는 신호를 하향 변환 (down-convolving), 증폭, 및 디지털화하며, 아날로그 수신기 (214) 로 전송되는 통신 신호를 수신할 목적으로 적어도 하나의 안테나 (210) 를 사용한다. 보통, 동일한 안테나가 송신 및 수신 기능을 모두 하도록 하기 위하여, 듀플렉서 소자 (212) 가 사용된다. 그러나, 일부 시스템은 다른 주파수로 동작하는 별도의 안테나를 사용한다.

아날로그 수신기 (214) 에 의해 출력된 디지털 통신 신호는 적어도 하나의 디지털 데이터 수신기 (216a) 및 적어도 하나의 디지털 탐색기 수신기 (218) 로 송신된다. 당업자들에게는 명백하겠지만, 유닛 복잡성의 수용가능 레벨에 따라, 원하는 신호 다이버시티 (diversity) 레벨을 얻기 위하여, 또다른 디지털 데이터 수신기 (216b-216n) 가 레이크 (rake) 구성에서 사용될 수 있다. 이러한 방식으로 구성된 수신기는 "레이크 수신기" 라고 불리며, 각 디지털 데이터 수신기 (216) 는 "핑거 (finger)" 라고 불린다.

레이크 수신기의 핑거는 신호 다이버시티를 위해서 뿐만 아니라, 다수의 위성으로부터 신호를 수신하기 위해서도 사용된다. 따라서, 사용자 단말기가 본 발명의 2 개의 위성을 이용하는 위치결정 기술을 구현하기 위해서는, 2 개 이상의 디지털 데이터 수신기 (216A-216N) 가 그 2개의 위성으로부터 신호를 수신하는 데 사용된다. 또한, 적어도 하나의 탐색기 수신기 (218) 가 고속의 신호 획득에 사용될 수 있으며, 또는, 적어도 하나의 탐색기 수신기는 이 작업을 위해 시공유 (time shared) 될 수 있다.

적어도 하나의 사용자 단말기 제어 프로세서 (220) 가 디지털 데이터 수신기 (216A-216N) 및 탐색기 수신기 (218) 에 전기적으로 접속되어 있다. 제어 프로세서 (220) 는, 다른 기능들 중에서도, 기본적인 신호 처리, 타이밍, 전력 및 핸드오프 또는 신호 캐리어에 사용되는 주파수의 선택 및 조정을 제공한다. 제어 프로세서 (220) 에 의해 종종 수행되는 또다른 기본적인 제어 기능은 PN 코드 시퀀스의 선택이나 조정, 또는, 통신 신호 파형을 처리하는데 사용되는 직교 기능이다. 제어 프로세서 (220) 의 신호 처리는 본 발명에서 사용된 파라미터의 결정을 포함할 수 있다. 상대적인 타이밍 및 주파수와 같은 신호 파라미터의 이러한 계산은, 측정에 있어서의 효율이나 속도를 증가시키거나, 제어 처리 자원의 할당의 향상을 위하여, 추가적인 또는 별도의 전용 회로의 사용을 포함할 수 있다.

디지털 데이터 수신기 (216A-216N) 에 대한 출력은 사용자 단말기내의 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 에 전기적으로 커플링된다. 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 는 사용자 단말기로의 그리고 사용자 단말기 사용자로부터의 정보를 전송하는데 사용되는 프로세싱 및 프리젠테이션 소자를 구비한다. 즉, 임시의 또는 장기간의 디지털 메모리 등의 신호 또는 데이터 저장 소자; 디스플레이 스크린, 스피커, 키패드 단말기, 및 핸드셋 등의 입력 장치와 출력 장치; A/D 소자, 보코더와 그의 음성 및 아날로그 신호 처리 소자; 등등, 전부가 당업계에 공지된 소자를 이용하는 사용자 베이스밴드 회로의 일부를 형성한다. 다이버시티 신호 처리를 사용할 경우, 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 는 다이버시티 컴바이너 및 디코더를 구비할 수 있다. 또한, 이러한 소자들 중에서 일부는 제어 프로세서 (220) 의 제어하에, 또는 제어 프로세서 (220) 와 통신하여 동작할 수도 있다.

사용자 단말기에서 발생한 통신 신호 또는 출력 메시지로써 음성 또는 그의 데이터를 준비할 경우, 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 는 소망되는 전송용 데이터를 수신, 저장, 처리하는데, 그리고 그렇지 않을 경우는 준비하는데 이용된다. 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 는 이 데이터를 제어 프로세서 (220) 의 제어하에서 동작하는 송신 변조기 (226) 에 제공한다. 송신 변조기 (226) 의 출력은, 안테나 (210) 로부터 게이트웨이로 출력 신호의 최종 송신을 위해 송신 전력 증폭기 (230) 에 출력 전력 제어를 제공하는 전력 제어기 (228) 에 송신된다.

또한, 송수신기 (200) 는 적어도 하나의 사전 정정 소자 또는 사전 정정기 (232 및 234) 를 사용할 수도 있다. 이러한 사전 정정기의 동작은 참조로 여기에 포함되어 있고, Attorney Docket Number PA338 를 갖는 "Time And Frequency Precorrection For Non-Geostationary Satellite Systems" 이라는 제목의 계류중이며 양도된 출원서에 개시되어 있다. 바람직하기로는, 사전 정정은 베이스밴드 주파수에서 디지털 전력 제어기 (228) 의 출력으로 발생한다. 주파수 조정을 포함한 베이스밴드 스펙트럼 정보는 송신 전력 증폭기 (230) 에서 상향 변환을 행하는 동안 적절한 중심 주파수로 전환된다. 사전 정정 또는 주파수 조정은 당업계에 공지된 기술을 이용하여 달성된다. 예를 들면, 사전 정정은 복소 신호 회전 (complex signal rotation) 에 의해 달성될 수 있고, 이는 신호에  $e^{j\omega t}$  인자를 곱한 것에 상당하고, 여기서  $\omega$  는 공지된 위성 천체위치 (ephemerides) 및 소망되는 채널 주파수를 기초로 계산된다. 이것은 통신 신호가 동위상 (I) 및 직교 위상 (Q) 채널로서 처리될 경우 매우 유용하다. 직접적 디지털 합성 장치는 어떠한 회전 곱(rotation product)을 생성하는데 이용될 수 있다. 선택적으로, 일련의 이산 회전을 수행하기 위해 2진 시프트, 가산, 감산을 사용하여, 원하는 전체 회전을 발생시키는 좌표 회전 디지털 계산 소자를 이용할 수 있다. 그러한 기술 및 관련 하드웨어는 당업계에서 공지되어 있다.

선택적으로, 사전 정정 소자 (234) 는 출력 신호의 주파수를 조정하기 위해, 송신 전력 증폭기 (230) 의 출력 상의 송신 경로에 배치될 수 있다. 이는 송신 파형의 상향 변환 또는 하향 변환 등의 공지된 기술을 이용하여 달성될 수 있다. 그러나, 아날로그 송신기의 출력상에서의 주파수의 변화는 좀 더 어려울 수 있는데, 이것은 파형을 형성하기 위하여 사용되는 일련의 필터가 있어서, 접합부에서의 변화가 필터링 프로세스를 간섭할 수도 있기 때문이다. 또한, 사전 정정 소자 (234) 는 사용자 단말기의 변조 스테이지 (230) 와 아날로그 상향 변환을 위하여 제어 메카니즘 혹은 주파수 선택의 부분을 형성할 수 있어서 적절한 조정 주파수가 일 단계에서 디지털 신호를 소정의 송신 주파수로 변환하기 위하여 사용된다.

수신된 통신 신호를 위한 적어도 하나의 측정 신호 파라미터 혹은 적어도 하나의 공유된 자원 신호에 대응하는 정보 혹은 데이터는 당업계에 공지된 각종 기술을 사용하여 게이트웨이에 송신할 수 있다. 예를 들어, 상기 정보는 별도의 정보 신호로서 송신될 수 있으며, 또는 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 에 의해서 제공된 다른 메시지에 추가될 수 있다. 선택적으로는, 상기 정보는, 제어 프로세서 (220) 의 제어하에서, 송신 변조기 (226) 또는 송신 전력 제어기 (228) 에 의해서 소정의 제어 비트로서 삽입될 수 있다.

디지털 데이터 수신기 (216A-N) 와 탐색기 수신기 (218) 는, 신호 관련 소자로 구성되어서 특정한 신호를 복조하고 트래킹한다.

탐색기 수신기 (218) 는 파일럿 신호를 탐색하기 위하여 사용되거나 또 다른 상대적으로 고정된 패턴의 강한 신호를 탐색하기 위하여 사용되는 반면, 데이터 수신기 (216(A-N)) 는 파일럿 신호를 트래킹하거나 검출된 파일럿과 관련된 그외 신호를 복조하기 위하여 사용된다. 그러므로, 이 유닛의 출력은 본 발명의 파라미터를 계산하기 위하여 사용될 정보를 제공하기 위하여 모니터링될 수 있다. 수신된 통신 신호 혹은 공유된 자원 신호 상에서 사용자 단말기 (106) 에 의해서 수행된 측정값의 정보는 당업계에 공지된 각종 기술을 사용하여 게이트웨이로 송신될 수 있다. 예를 들어, 상기 정보는 별도의 데이터 신호로서 송신될 수 있으며, 혹은 사용자 디지털 베이스밴드 회로 (222) 에 의해서 준비된 다른 메시지에 부가될 수 있다. 데이터 수신기 (216(A-N)) 는 또한 모니터링될 수 있는 주파수 트래킹 소자를 사용하여, 복조될 신호를 위하여 제어 프로세서 (220) 로 현 주파수와 타이밍 정보를 제공한다. 이것은 도 4 및 도 5 를 참조하여 이후에 설명될 것이다.

제어 프로세서 (220) 는, 동일 주파수 대역으로 적절하게 스케일링될 때, 로컬 오실레이터 주파수를 기초로 하여, 수신 신호가 기대 주파수로부터 어느 정도 오프셋되었는지를 결정하기 위한 정보를 사용한다. 주파수 오프셋, 에러 및 도플러 시프트에 관련된 상기 정보 및 다른 정보는 적어도 하나의 에러/도플러 저장 혹은 메모리 소자 (236) 에 저장될 수 있다. 이 정보는, 동작 주파수를 조정하도록 제어 프로세서 (220) 에 의해서 사용될 수 있으며, 또는 각종 통신 신호를 이용하여 게이트웨이에 송신될 수도 있다.

적어도 하나의 시간 기준 소자 (238) 는, 위성 위치 결정시 도움을 주는 날짜와 시간 등의 연대 정보를 발생하고 저장하는데 사용된다. 상기 시간은 주기적으로 저장되고 갱신될 수 있다. 또한, 상기 시간은 게이트웨이에 의해서 주기적으로 제공될 수 있다. 또한, 사용자 단말기가 "턴오프" 될 경우와 같은 비활성 모드에 진입할 때마다 현재 시간이 저장된다. 상기 시간값은 "턴온" 시간과 연결되어 사용되어서 각종의 시간에 의존하는 신호 파라미터와 사용자 단말기 위치 변화를 결정한다.

부가적으로, 저장 혹은 메모리 소자 (240 및 242) 는 다음에서 좀 더 상세하게 설명될 파라미터에 대한 특정한 정보를 저장하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 메모리 소자 (240) 는 2 개의 도달 신호간의 상대적 주파수 오프셋 차이 등의 레인지-레이트 파라미터에 대하여 상대적으로 행한 사용자 단말기 측정값을 저장할 수 있다. 메모리 소자 (242) 는, 2 신호에 대한 도착 시간 차이 등의 레인지 차이 파라미터에 상대적인 사용자 단말기 측정값을 저장하는데 사용될 수 있다. 이 메모리 소자는 당업계에 공지된 구조와 회로를 사용하며, 별개의 또는 별도의 소자로서 혹은 좀 더 큰 통일된 구조로서 형성될 수 있으며, 여기서 이 정보는, 이후 검색을 위한 제어 방식으로 저장된다.

도 2 에 도시된 바와 같이, 로컬 또는 기준 오실레이터 (250) 는 아날로그 수신기 (214) 에 대한 기준으로서 이용되어 입력 신호를 소망하는 주파수에서 베이스밴드로 하향 변환한다. 또한, 이것은, 원한다면, 신호가 소망되는 베이스밴드 주파수에 도달할 때까지 다중 중간 변환 단계에서 채용될 수 있다. 또한, 도시된 바와 같이, 오실레이터 (250) 는 역방향 링크 송신용 베이스밴드로부터 소망되는 캐리어 주파수로의 상향 변환을 위한 아날로그 송신기 (230) 에 대한 기준으로서, 그리고 타이밍 회로 (252) 에 대한 주파수의 표준 또는 기준으로서 이용된다. 타이밍 회로 (252) 는 시간 트래킹 회로, 디지털 수신기 (216(A-N)) 내의 상관기 (218), 송신 변조기 (226), 시간 기준 소자 (238) 및 제어 프로세서 (220) 등의 사용자 단말기 (200) 내에서 다른 단계 또는 프로세싱 소자에 대한 타이밍 신호를 생성한다. 또한, 타이밍 회로 (252) 는 프로세서 제어하에서 타이밍 또는 클럭 신호의 상대적인 타이밍 내에서 지체 또는 전진 (advance) 에 대한 지연을 생성하도록 구성될 수 있다. 즉, 시간 트래킹은 소정의 양만큼 조절될 수 있다. 이것은 또한 코드의 적용이 "정상적인" 타이밍으로부터 통상적으로 하나 이상의 칩 주기만큼 전진 또는 지체되는 것을 허용하여, 코드를 형성하는 PN 코드 또는 칩들이 요구에 따라, 상이한 타이밍으로 적용될 수 있다.

게이트웨이 (102) 에서 사용하기 위한 바람직한 송신 및 수신 장치 (300) 가 도 3 에 도시되어 있다. 도 3 에 도시된 게이트웨이 (102) 의 부분은, 당업계에 공지된 각종 기법을 이용하여 하향 변환, 증폭, 디지털화되는 통신 신호를 수신하기 위하여 안테나 (310) 에 연결된 적어도 하나의 아날로그 수신기 (314) 를 가지고 있다. 일반적으로, 아날로그 수신기 (314) 에 의해 출력된 디지털화된 신호는 (324) 에서 점선으로 도시된 적어도 하나의 디지털 수신기 모듈로의 입력으로서 제공된다.

각각의 디지털 수신기 모듈 (324) 은, 비록 특정한 변형이 당업계에서 공지되어 있지만, 게이트웨이 (102) 와 하나의 사용자 단말기 (106) 사이의 통신을 처리하는데 이용되는 신호 처리 소자에 대응한다. 하나의 아날로그 수신기 (314) 는 많은 디지털 수신기 모듈 (324) 에 입력을 제공할 수 있고, 통상적으로, 다수의 그러한 모듈은 게이트웨이 (102) 에서 이용되어 임의의 소정 시간에 취급되는 위성빔과 가능한 다이버시티 모드 신호 전부를 수용한다. 각각의 디지털 수신기 모듈 (324) 은 적어도 하나의 디지털 데이터 수신기 (316) 와 탐색기 수신기 (318) (searcher receiver) 를 가진다. 일반적으로, 탐색기 수신기 (318) 는 파일럿 신호 이외의 신호의 적절한 다이버시티 모드를 탐색하고, 수개의 탐색기가 탐색 속도를 증가시키기 위해 병렬로 이용될 수 있다. 통신 시스템에 구현될 경우, 다중 디지털 데이터 수신기 (316A 내지 316N) 이 다이버시티 신호 수신을 위해 이용될 수 있다.

디지털 데이터 수신기 (316) 의 출력은, 당업계에 공지된 장치를 포함하고 여기에 매우 자세하게 예시되어 있지는 않은, 후속적인 베이스밴드 프로세싱 소자 (322) 에 제공된다. 예시적인 베이스밴드 장치는 다이버시티 컴바이너와 디코더를 포함하여, 다중경로 신호를 각각의 사용자를 위한 하나의 출력으로 결합한다. 또한, 바람직한 베이스밴드 장치는 출력 데이터를 통상적으로 디지털 회로 또는 네트워크에 제공하기 위한 인터페이스 회로를 포함한다. 보코더 (vocoder), 데이터 모델, 및 디지털 데이터 스위칭과 저장 컴포넌트 등의 다른 공지된 각종 소자 (그러나 이들에 한정되지는 않음) 가 베이스밴드 프로세싱 소자 (322) 의 일부를 형성할 수 있다. 이러한 소자는 적어도 하나의 송신 모듈 (334) 에 데이터 신호의 송신을 제어 또는 지시하는 동작을 한다.

사용자 단말기 (106) 에 송신되는 신호는 각각 적어도 하나의 적절한 송신 모듈 (334) 에 전기적으로 커플링된다. 통상의 게이트웨이는 그와 같은 많은 송신 모듈 (334) 을 이용하여 동시에 많은 사용자 단말기 (106) 로 서비스를 제공하고, 몇몇 위성 및 빔을 동시에 제공한다. 게이트웨이 (102) 에 의해 사용되는 송신 모듈 (334) 의 수는, 당업계에 공지된 인자들 즉, 시스템 복잡도, 보통 관찰되는 위성의 수, 사용자 용량, 선택된 다이버시티 정도 등에 의해 결정된다.

각각의 송신 모듈 (334)은, 확산 스펙트럼이 송신용 데이터를 변조하고 디지털 송신 전력 제어기 (328)에 전기적으로 결합된 출력을 가지는 송신 변조기 (326)를 포함하여, 출력 디지털 신호를 위해 이용되는 송신 전력을 제어한다. 일반적으로, 디지털 송신 전력 제어기 (328)는 간섭 감소와 자원 할당의 목적으로 최소 레벨의 전력을 인가하지만, 송신 경로 및 다른 경로의 송신 특성에서의 감쇄를 상쇄할 필요가 있는 경우에는, 적절한 레벨의 전력을 인가한다. PN 발생기 (332)는 신호를 확산시키는 송신 변조기 (326)에 의해 이용된다. 또한, 이러한 코드의 발생은 게이트 웨이 (102)내에서 이용되는 하나 이상의 제어 프로세서 또는 저장 요소의 기능적 부분을 형성할 수 있다.

송신 전력 제어기 (328)의 출력은 합산기 (336) 에 송신되는데, 여기서, 다른 송신 전력 제어 회로로부터의 출력에 합산된다. 이러한 출력은 송신 전력 제어기 (328)와 동일한 빔 내에 및 동일한 주파수에서 다른 사용자 단말기 (106) 에의 송신용 신호이다 합산기 (336)의 출력은 디지털-아날로그 변환, 적절한 RF 캐리어 주파수로의 변환, 추가적인 증폭, 사용자 단말기 (106)에 방사하기 위한 1개 이상의 안테나 (340)에의 출력을 위한 아날로그 송신기 (383)에 설치된다. 안테나 (310 및 340)는 통신 시스템의 복잡성과 구성에 의존하여 동일한 안테나가 될 수도 있다.

1개 이상의 게이트웨이 제어 프로세서 (320)는 수신 모듈 (324), 송신 모듈 (334) 및 베이스밴드 회로 (322)에 전기적으로 결합되어 있다. 이러한 유닛은 상호 물리적으로 이격되어 있을 수도 있다. 제어 프로세서 (320)는 명령 및 제어 신호를 제공하고, 다음의 것으로만 제한되지는 않지만 신호 처리, 타이밍 신호 발생, 전력 제어, 핸드오프 제어, 다이버시티 결합, 및 시스템 접속과 같은 기능을 하게 한다. 추가적으로, 제어 프로세서 (320)는 PN 확산 코드, 직교 코드 시퀀스, 및 특정 송신기 및 수신기, 또는 사용자 통신에 사용되는 모듈을 할당한다. 더욱이, 제어 프로세서 (320)는 파라미터를 연산하고 본 발명의 위치확인 방법을 수행하는데에 이용될 수 있다.

제어 프로세서 (320)는 또한 파일럿 채널, 동기 채널, 및 페이징 채널 신호의 발생 및 전력을 제어하며, 송신 전력 제어기 (328)에 대한 그들의 결합을 제어한다. 파일럿 채널은, 단순히 데이터에 의해 변조되지 않는 신호이며, 일정한 반복 패턴 또는 고정 프레임 구조를 이용할 수도 있다. 즉, 파일럿 채널을 형성하는데 이용되는 직교 함수는, 일반적으로, 모두 1 또는 0 와 같은 일정한 값을 가지거나, 또는, 간헐적인 1 및 0 의 공지된 반복 패턴을 가진다.

제어 프로세서 (320) 는, 송신 모듈 (334) 혹은 수신 모듈 (324) 등의 모듈 소자에 전기적으로 직접 결합될 수도 있으며, 일반적으로, 각각의 모듈은 그 모듈의 소자를 제어하는, 송신 프로세서 (330) 또는 수신 프로세서 (321) 등의 모듈-특정 프로세서를 구비한다. 따라서, 도 3 에 도시된 바와 같이, 바람직한 실시예에서, 제어 프로세서 (320) 는, 송신 프로세서 (330) 및 수신 프로세서 (321) 에 전기적으로 결합된다. 이런 식으로, 단일 제어 프로세서 (320) 는 다수의 모듈 및 자원의 작동을 보다 효과적으로 제어할 수 있다. 송신 프로세서 (330) 는, 파일럿 신호, 동기화 신호, 페이징 신호, 및 트래픽 채널 신호의 발생 및 신호 전력을 제어하며, 그들 각각의 전력 제어기 (328) 에 대한 결합을 제어한다. 수신 프로세서 (321) 는, 복조에 대한 탐색, PN 확산 코드를 제어하며, 수신 전력의 모니터링을 제어한다. 또한, 프로세서 (321) 는, 본 발명의 방법에 사용되는 신호 파라미터의 결정에 사용될 수 있으며, 또한, 그러한 파라미터에 관하여 사용자 단말기로부터 수신된 정보를 검출 및 송신함으로써, 제어 프로세서 (320) 의 부하를 감소시킬 수 있다.

본 발명의 실시예를 구현하기 위하여, 적어도 하나의 사전 정정기 또는 주파수 사전 정정 소자 (342 및 344) 가 사용될 수도 있다. 사전 정정 소자 (342) 를 사용하여 베이스밴드 주파수에서, 디지털 전력 제어기 (328) 의 디지털 출력의 주파수를 조정하는 것이 바람직하다. 사용자 단말기에서와 같이, 상기 주파수 조정을 포함하는 베이스밴드 스펙트럼 정보는, 아날로그 송신기 (338) 내에서 실행되는 상향 변환 도중에 적절한 센터 주파수로 전환된다. 상기 주파수 사전 정정은, 공지된 위성 천체위치 및 원하는 채널 주파수를 기초로 하여 회전 각도를 계산하는, 전술된 복소 신호 회전 등의 종래기술을 이용하여 성취될 수 있다. 사용자 단말기에서와 같이, 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않는 범위에서, 다른 신호 회전 기술 및 관련 하드웨어가 사용될 수 있다.

주파수 사전 정정 이외에, 신호의 상대적인 타이밍 또는 PN 코드를 변경하는 시간 사전 정정을 갖는 것이 바람직할 수도 있다. 일반적으로, 이것은 전력 제어기 (328) 의 출력전에 베이스밴드에서 신호가 발생될 때, 코드 발생 및 타이밍 또는 다른 신호 파라미터를 조정함으로써 달성된다. 예를 들어, 신호가 변조기 (326) 에 의해 활성화되고 전력 제어기 (328) 에 의해 다양한 위성에 송신될 때 뿐만 아니라 코드가 발생될 때, 제어기 (320) 는 그 상대적인 타이밍 및 신호에의 적용을 결정한다. 그러나, 원할 경우, 사전 정정 소자 (342, 344) 의 일부를 형성하거나 그 소자 (342, 344) 와 유사한 별도의 유닛 (미도시) 으로서의 공지된 시간 사전 정정 소자 또는 회로가 주파수 사전 정정 소자없이 또는 상기 주파수 사전 정정에 추가하여 사용될 수 있다.

도 3 에는, 합산기 (336) 이전의 송신 경로에 배치된 사전 정정기 (342) 가 도시되어 있다. 이것은, 원할 경우, 각 사용자 단말기 신호를 개별적으로 제어하게 한다. 그러나, 사전 정정이 합산기 (336) 이후에 수행되는 경우에는, 사용자 단말기가 게이트 웨이로부터 위성까지의 동일한 송신 경로를 공유하기 때문에, 단일의 주파수 사전 정정 소자가 사용될 수 있다.

다른 방법으로는, 사전 정정기 (344) 가 아날로그 송신기 (338)의 출력상의 송신경로에 배치되어, 공지된 기술을 이용하여, 출력 신호의 주파수를 조정할 수 있다. 그러나, 상기 아날로그 송신기의 출력상의 주파수를 바꾸는 것은 더 어려울 수 있으며, 신호 필터링 프로세스를 방해할 수도 있다. 다른 방법으로, 아날로그 송신기 (338) 의 출력 주파수는 제어 프로세서 (320) 에 의해 직접 조정되어, 정상적인 센터 주파수로부터 오프셋되어 시프팅된 출력 주파수를 제공한다.

출력되는 주파수에 부과된 주파수 정정의 양은, 통신이 구축되는 게이트 웨이와 각 위성사이의 공지된 도플러에 기초한다. 위성 도플러를 설명하는데 요구되는 시프팅의 양은, 공지된 위성 궤도 위치 데이터를 이용하여 제어 프로세서 (320)에 의해 계산될 수 있다. 이 데이터는, 룩업 테이블 혹은 메모리 소자 등의 적어도 하나의 저장 소자 (346) 에 저장 및 추출될 수

있다. 또한, 이 데이터는, 다른 데이터 스스로부터 원하는 대로 제공될 수 있다. RAM 및 ROM 회로, 또는 자기 저장 장치 등의 다양한 공지된 장치를 이용하여 저장 소자 (346) 를 구성할 수 있다. 이 정보는, 주어진 시간에 게이트 웨이에 의해 사용되는 각 위성에 대한 도플러 조정을 형성하기 위하여 사용된다.

도 3 에 도시된 바와 같이, 시간 및 주파수 유닛 (TFU)(348) 은, 상기 아날로그 수신기 (314) 에 대한 기준 주파수 신호를 제공한다. 몇몇 애플리케이션에서는, GPS 수신기로부터의 유니버설 시간 (Universal Time, UT) 신호가, 이 프로세스의 일부으로써 사용될 수 있다. 이것은 다중 중간 변환 단계에도 채용될 수 있다. TFU (348) 는 아날로그 송신기 (338) 를 위한 기준으로서의 역할도 한다. 또한, TFU (348) 는 디지털 수신기 (316A-N 및 318) 내의 상관기, 송신 변조기 (326) 및 제어 프로세서 (320) 등의 게이트 웨이 송신 및 수신 장치 (300) 내의 다른 스테이지 또는 프로세서 소자에 타이밍 신호를 제공한다. TFU (348) 는, (클럭)신호의 상대적인 타이밍을 프로세서의 제어에 따라 소정 양만큼 지체 혹은 전진시키도록 배치된다.

타이밍 측정을 수행하는 일 실시예가, 사용자 단말기를 위한 시간 트래킹 루프 (400) 를 제공하는 도 4 에 도시되어 있다. 종래 기술에서 공지된 바와 같이, 이러한 종류의 시간 트래킹 루프는 타우 디더형 (Tau Dither type)으로 지칭된다. 도 4 에서, 일반적으로, 아날로그 수신기로부터의 입력 통신 신호는 오버샘플링 후, 데시메이터 (402) 로 입력된다. 상기 데시메이터 (402) 는, 미리 선택된 속도 및 타이밍으로 작동하여, 수신기의 후속 스테이지로 특정 샘플만 송신한다.

데시메이트된 샘플은, PN 발생기 또는 소오스 (406)에 의해 제공되는 적절한 시스템 PN 확산 코드와 조합하기 위하여, 조합 소자 (combination element; 통상 승산기) (404) 로 송신되어 상기 신호가 역확산된다. 상기 역확산된 신호는 조합 소자 (408) 로 송신되며, 여기서, 데이터를 얻기 위해 사용되는 코드 발생기 또는 소스 (410) 에 의해 제공되는 적절한 직교 코드 함수 ( $W_i$ ) 와 조합된다. 상기 직교 코드 함수들은 통신 신호 채널을 생성하는데 사용되는 것들이다. 일반적으로, 다른 강력한 신호가 사용될 수 있다 하더라도, 파일럿 신호 및 페이징 신호가 이 프로세스를 위해 사용된다. 따라서, 종래 기술에서 공지된 바와 같이, 일반적으로, 상기 직교 코드는 파일럿 신호 또는 페이징 신호의 발생에 사용되는 것이다.

시간 트래킹 회로는 상기 미국특허 제 4,901,307 호에 기재된 "초기/후기 (Early/Late)" 방식을 이용할 수 있다. 이 방법에서, 입력 신호 및 디지털 수신기 (216) 의 타이밍이 동일한 정도나 정렬되는 정도는 공칭 (nominal) 칩 시간으로부터의 오프셋에서 입력 데이터 스트림을 샘플링하여 측정한다. 이러한 오프셋은 PN 코드 칩 주기의 플러스  $\frac{1}{2}$  또는 마이너스  $\frac{1}{2}$  이고, 그 각각을 초기 또는 후기라고 부른다.

플러스 또는 마이너스 오프셋 데이터의 타이밍이 공칭 역확산 입력 신호 피크의 타이밍으로부터 대칭적으로 벗어나 있으면, "후기" 와 "초기" 샘플링 값 사이의 차이는 0이다. 즉,  $\frac{1}{2}$  칩 오프셋이 수신 신호의 "정시 (on time)" 타이밍에 중심을 맞추었을 때, "후기" 신호와 "초기" 신호 사이의 차이를 형성함으로써 발생된 값은 제로가 된다. 만약 수신기 (216)에 의해 이용되는 상대 타이밍이 수신 신호 타이밍을 정확하게 트래킹하지 못하고 입력 신호 데이터에 비해 빠르면, 후기-마이너스-초기 차이는 양의 값을 갖는 정정 신호를 발생한다. 한편, 신호 타이밍이 너무 느리면, 이 차이는 음의 값을 갖는 정정 신호를 발생한다. 또한, 원할 경우, 역관계 또는 다른 관계도 이용될 수 있음을 쉽게 알 수 있다.

이 기술을 실시하기 위해, 데시메이터 출력은 통상적으로 사용되는 복조신호 보다 1/2 칩 먼저 발생하도록 제어된다. 그다음, 데시메이터 출력은 역확산 및 디코딩되며, 이에 따라 얻어진 데이터는 소정 주기 (통상적으로, 일 심볼 주기) 에 걸쳐 누산기 (414) 에서 누산된다. 누산된 심볼 데이터는 심볼 에너지를 제공하고, 이 심볼 에너지는 제공 소자 (416) 에서 제공되어 "초기" 신호에 대해 음이 아닌 크기의 값을 제공한다.

또다른 세트의 샘플들이 후속의 소정 주기에 걸쳐 누산기 (414) 를 사용하여 누산되고 합산되거나 적분된다. 그러나, 이 주기 동안, 한 세트의 지연 소자 (412) 가 사용되어 직교 코드 및 PN 코드의 적용을 1 칩 주기 만큼 지연시킨다. 이것은 데시메이션 또는 샘플 타이밍을 변경시키는 것과 동일한 효과를 가짐으로써, 확산되거나 디코딩된 데이터의 "후기" 버전을 생성시킨다. 이 역확산되고 디코딩된 데이터는 소정주기에 걸쳐 누산기 (414) 에서 누산된다. 부가적인 소자 및 저장 장치가 필요에 따라 사용될 수 있다. 누산된 후기 심볼 데이터는 제공 소자 (416) 에서 제공된다. 이에 따라 얻어진 초기 및 후기의 제공된 값들은 서로 감산되거나 비교되어 소자 (418) 에서 소망의 초기/후기 타이밍 차이를 생성한다. 이 차이는 타이밍 필터 (420) 를 사용하여 필터링되어 "전진/지체" 신호 (422) 를 제공한다. 타이밍 트래킹 루프는 비지연 코드 및 지연 코드들을 이용하여 교체하는 것을 계속하여 초기 및 후기 심볼을 생성하며, 이들은 "전진/지체" 신호 (422) 에 대한 값들을 업데이트하거나 발생시키는데 사용된다. 당업자에게 자명한 바와 같이, 이것은 새로운 신호를 트래킹하도록 수신기가 비활성화되거나 시프트될 때와 같이 수신기 타이밍이 리셋될 때 까지 계속된다.

데시메이션 프로세스 및 코드 지연에 대한 초기 및 옹고잉 (ongoing) 타이밍 제어는 타이밍 제어회로 (424) 등과 같은 회로에 의해 제공된다. 즉, 타이밍 제어회로 (424) 는 데시메이터 (402) 로부터의 샘플을 선택하는 타이밍을 결정한다. 동시에, PN 확산 및 직교코드 발생도 타이밍 제어회로 (424) 로부터의 신호에 의해 제어된다. 이러한 더 늦은 타이밍은 코드의 적용을 가능케하므로 때때로 PN-인에이블러라 칭한다. 또한, 초기화 또는 EPOCH 타이밍 신호가 존재할 수도 있다. 타이밍 제어회로 (424) 에 의해 선택된 타이밍은 타이밍 루프 출력에 응답하여 전진/지체 신호 (422) 에 의해 조정된다. 일반적으로, 타이밍은 칩 주기의 일부분 (예컨대, 8배 오버샘플링이 사용되는 경우 칩의 1/8 ) 의 시간 길이 만큼 전진되어, 데시메이션 전에 입력신호를 수집한다. 당업자는 이러한 타이밍과 전진 및 지체 메카니즘의 이용을 잘 알 수 있다.

각 핑거 또는 디지털 수신기가 그 타이밍을 조정하여 입력 신호를 동기화 또는 정렬시키는 양은, 신호 도착 시간의 상대적인 지연을 결정하는데 이용된다. 이것은 타이밍 루프 (400) 에 의해 이용되는 시간 변화 (전진/지체) 의 전체 양을 트래킹함으로써 용이하게 달성할 수 있다. 누산기 (426) 는 사전에 선택된 주기 동안 각각의 전진/지체 신호 또는 커맨드를 간단히 합산 및 누산하는데 이용된다. 이것은 입력 신호 및 수신 타이밍을 정렬시키는데 필요한 변화의 전체 또는 실효량을 제공한다. 이것은 로컬 사용자 단말기 또는 수신기 타이밍으로부터 신호의 오프셋을 나타낸다. 사용자 단말기 타이밍이 상대적으로 게이트 웨이와 근접하거나 동기될 경우, 이것은 게이트 웨이와 사용자 단말기 사이에서 통과하는 신호가 겪는 지연을 측정할 수 있게 한다. 불행히도, 로컬 오실레이터 부정확도 또는 드리프트 (drift) 등과 같은 많은 인자들은 통상 그러한 직접적인 계산을 방해한다.

그러나, 2 개의 디지털 수신기 (216) 로부터의 타이밍 조정은 도달 차이값의 상대적인 시간을 제공하는데 사용될 수 있다. 여기에서, 각각의 디지털 수신기는 위성 (104A 또는 104B) 으로부터의 신호를 수신하며, 신호를 추적하는데 필요한 타이밍 조정을 결정한다. 요구되는 타이밍 조정은 제어 프로세서 또는 전용 연산 소자에 직접 제공될 수 있으며, 이들 사이에 차이가 형성된다. 이 차이는 사용자 단말기에서의 두 신호의 도달에 대한 상대적인 시간차를 나타내며, 이것은 게이트웨이에 되돌아 통보될 수 있다.

전술한 바와 같이, 이러한 데이터는 다른 메시지의 일부 또는 전용 시간 정보 신호들로서 게이트웨이에 보내질 수 있다. 이 데이터는 이후의 이동 및 사용을 위해 일시적인 메모리 소자에 기억될 수 있다. 또한, 그 정보는 수집 시간을 나타내는 "시간 스탬프" 의 특정 형태로 제공되거나 기억될 수 있기 때문에, 게이트웨이는 데이터에 대한 정확한 시간 관계를 갖고 있고, 더욱 정확하게 사용자 단말기 위치를 결정할 수 있다. 그러나, 상술한 바와 같이, 통신 시스템에서 원하는 정확도는 그리 엄격하지 않다. 정보가 수집으로부터 매우 단시간 내에 송신되면, 시간 스탬핑은 그리 유효하지 않다. 통상적으로, 데이터는 측정하는 수 개의 데이터 프레임 내에서 송신되며, 전송 문제가 있는 경우에, 전송 전에 다시 데이터를 발생시키므로, 많아야 수 개의 프레임이 지체된다. 그러나, 시간 스탬핑은 데이터 송신을 더욱 융통성있게 할 수 있게 하며, 실제 시간에 관계없이 신호 또는 신호 세트의 전송을 반복한다. 그렇지 않으면, 시스템은, 시간 스탬핑이 바람직한 레벨의 정확도를 유지하는데 이용되지 않는 경우에, 고정 타이밍 슬롯과 보고 요구사항은 이용할 수도 있다.

그 프로세스는, 파일럿 신호가 검출되지 않는 것을 제외하면, 게이트웨이에 의해 수신된 신호를 위한 프로세스와 유사하고, 직교 코드는 통상적으로 액세스 프로브 신호와 관련되어 있다. 게이트웨이에 대한 한 가지 장점은 타이밍이 절대 시간 기준으로 간주될 수 있다는 것이다. 즉, 게이트웨이는 상술한 바와 같이 정확한 시스템 타이밍을 갖고, 정확하게 자신의 시간에 대한 PN 또는 직교 코드 적용을 위한 시간 차이를 결정할 수 있다. 이것은 게이트웨이가 각 수신기 또는 핑거용으로 이용되는 PN 코드의 상태로부터 정확한 통과 시간 (transit time) 또는 거리를 결정할 수 있게 한다. 이러한 통과 시간 또는 거리는 본 발명의 레인지 파라미터를 결정하는데 이용될 수 있다. 따라서, 어떤 애플리케이션에는 유용하지만, 각 핑거에 대한 정보는 별도로 처리될 수도 있고, 상술한 바와 같이 소자 (428) 를 이용하여 조합될 필요가 없다.

도 5 는 주파수 측정을 수행하기 위한 일 실시예를 도시한 것으로, 사용자 단말기에 대한 주파수 트래킹 루프 (500) 를 개략적으로 나타낸 것이다. 이 주파수 측정치는 본 발명의 레인지 레이트 파라미터의 결정에 이용될 수 있다. 도 5 에서, 아날로그 수신기로부터의 통신 신호는 회전자 (502) 로 입력된다. 회전자 (502) 는 미리 선택되거나 조절 가능한 위상에서 동작하여, 아날로그 수신기로부터 디지털 수신기 또는 핑거에 도달하는 디지털 샘플로부터 잔여 주파수 에러 또는 오프셋을 제거한다.

CDMA-타입의 신호가 이용될 때, 그 샘플들은 하나 이상의 조합 소자 (504) (통상적으로는 승산기) 에 전달되어, 데이터를 얻도록 하나 이상의 코드 발생기 또는 소스 (506) 에 의해 제공되는 적절한 시스템 PN 확산 코드들과 조합된다. 이러한 PN 확산 코드 및 직교 코드는 단일 단계에서 함께 또는 별도로 신호와 조합될 수 있다. 트래픽 채널이 주파수를 조정하는데 사용되는 경우, 조합 소자 (504) 및 코드 발생기 (506) 대신에 고속 하다마드 변환 (fast Hadamard transform ; FHT) 소자가 사용될 수도 있다. 이 기술은 본 발명의 양수인에게 양도되고 여기에 참고로 포함되는 미국 특허출원 08/625,481 호 (발명의 명칭이 "Frequency Tracking For Orthogonal Walsh Modulation" 임) 에 개시되어 있다.

회전되고, 역확산되며, 디코딩된 신호는 누산기 (514) 에서 일 심볼 기간 동안에 누산되어 데이터 신호를 제공하고, 그 결과는 벡터 곱 생성 소자 또는 발생기 (518) 에 제공된다. 동시에, 각각의 심볼은 벡터 곱 발생기 (518) 에 심볼을 전송하기 전에 일 심볼 기간 지연을 제공하는, 일 심볼 시간 지연 소자 (516) 에 제공된다.

벡터 곱 발생기 (518) 는 심볼간 위상의 변화를 결정하기 위해, 소정의 심볼과 이전의 심볼간의 벡터 곱을 형성한다. 이는 입력 신호에 부여된 위상 회전의 에러 측정치를 제공한다. 벡터 곱 발생기 (518) 로부터의 출력은 주파수 에러 추정 또는 조정 인자로서 회전자 (502) 및 코드 발생기 (506) 에 제공된다.

역확산 및 디코딩 프로세스에 대한 타이밍 제어는, 상술한 바와 같이, 타이밍 제어 회로 (524) 등의 회로에 의해 제공된다. 이 타이밍은, 상술한 타이밍 루프로부터의 출력으로 제공될 수도 있다.

각각의 핑거 또는 디지털 수신기가 입력 신호와 정렬하기 위해, 그 위상을 조정하는 양은 도달 신호의 상대적인 주파수 오프셋을 결정하는데 이용된다. 즉, 회전자의 위상이 신호 정렬에서의 잔여 에러를 제거하기 위해 조절되어야 하는 양은, 도달 신호 주파수가 사용자 단말기용으로 예상되거나 로컬 기준 주파수로부터 오프셋되는 양을 나타낸다.

통신 시스템은 고정된 세트의 통신 신호용 주파수 대역내에서 동작하므로, 수신기에 의해 이용되는 센터 또는 공칭 캐리어 주파수를 알 수 있다. 그러나, 아주 적을 수도 있는 도플러 시프트 및 다른 효과의 결과로서, 도달 신호는 예상 센터 주파수에 있지 않을 것이다. 상술한 조정에 의해 도달 신호의 실제 주파수 및 도플러 시프트를 결정하는데 이용될 수 있는 오프셋이 정의된다.

이것은 주파수 트래킹 루프 (500) 에 의해 실시되는 총변화량을 트래킹함으로써 용이하게 달성된다. 누산기 (522) 는 미리 선택된 기간 동안의 에러 추정치, 신호, 또는 코멘드로부터의 위상 변화를 단순히 누산하는데 이용될 수 있다. 이는 입력 신호와 수신기 주파수를 정렬시키는데 요구되는 총변화량 또는 순변화량을 제공하고, 적절한 주파수 대역으로 스케일링되는, 로컬 사용자 단말기 또는 수신기 주파수로부터의 신호의 주파수 오프셋을 나타낸다.

전술한 바와같이, 이 데이터는 다른 메시지의 일부로서 또는 전용 주파수 정보 신호로서 게이트웨이에 송신될 수 있다. 그 데이터는 추후의 전달을 위해 임시 메모리에 저장될 수 있고, 어떤 형태의 "시간 스탬프" 가 제공될 수도 있다. 그러나, 일반적으로, 이것은 데이터가 그 측정치의 소수의 데이터 프레임내에서 송신되므로 필수적인 것은 아니며, 만일 문제가 있으면 재생성될 수 있다. 그렇지 않고, 소망 레벨의 정확도를 유지하는데 시간 스탬핑이 사용되지 않으면, 그 시스템은 고정 타이밍 슬롯과 보고 요건을 이용할 수도 있다.

### III. 가용 파라미터들

바람직한 실시예에서, 본 발명은 두개의 파라미터, 즉, 레인지 차이 및 레인지-레이트 차이 파라미터를 이용한다. 이들 파라미터는 사용자 단말기 (106) 와 위성 (104A 및 104B) 간의 공간적 및 시간적 관계를 기술한다. 이들 파라미터 및 그들의 측정과 적용을 이하에 설명한다.

도 6 및 도 7 은 이들 파라미터를 나타내는 이소-컨투어 (iso-contours) 를 지표면에 투사한 것을 도시한 것이다. 파라미터들의 이소-컨투어는 동일한 값의 파라미터를 갖는 모든 지점을 연결하는 곡선이다. 도 6 및 도 7 은 두 위성 (104A 및 104B) 의 각각의 서브-포인트 (614A 및 614B) (즉, 위성 바로 아래의 지표면상의 지점) 와, 위성 (104A 및 104B) 과 관련된 레인지 차이 및 레인지-레이트 차이 파라미터들에 대한 이소-컨투어의, 지표면으로의 투사를 도시한 것이다. 천 길 로미터 단위로 눈금을 표시한 두개의 축인 x-축 (602A) 및 y-축 (602B) 은 예시적인 스케일을 나타낸 것이다.

**레인지 차이.** 레인지 차이 파라미터는 사용자 단말기 (106) 와 두 위성 (104A 및 104B) 간의 거리를 나타낸다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 레인지 차이 파라미터는 특정 사용자 단말기 (106) 와 제 1 위성 (104A) 간의 거리(1)와, 상기 사용자 단말기 (106) 와 제 2 위성 (104B) 간의 거리(2) 사이의 차이  $dR$  이다. 지표면에 대한 이소- $dR$  컨투어의 투사는 곡선으로 도시된 바와같이 (도 6 에는 도면부호 604 로 나타냄), 쌍곡선의 세트를 나타내며,  $dR = 0$  컨투어는 직선을 나타낸다.

본 발명의 바람직한 실시예에서,  $dR$  은 이하의 방법으로 결정된다. 먼저, 게이트웨이 (102) 가 두개의 신호를 송신한다. 제 1 신호는 제 1 위성 (104A) 을 통해 사용자 단말기 (106) 에 송신되고, 제 2 신호는 제 2 위성 (104B) 을 통해 사용자 단말기 (106) 에 송신된다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 제 1 및 제 2 신호는 도 3 을 참조로 전송한 바와같이 게이트웨이 (102) 에서 시간적으로 사전 정정됨으로써, 이들은 제 1 및 제 2 위성 (104A 및 104B) 에 의해 각기 거의 동시에 재송신된다.

다음, 사용자 단말기 (106) 는 (1) 제 1 위성으로부터 사용자 단말기 (106) 가 신호를 수신받은 시간과 (2) 제 2 위성으로부터 사용자 단말기 (106) 가 신호를 수신받은 시간 사이의 지연차를 결정한다. 이 지연차를 이후로는  $\Delta t$  라 한다. 마지막으로, 사용자 단말기는  $\Delta t$  로부터  $dR$  을 결정한다. 당업자에게 자명한 바와같이, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다른 방법을 이용하여  $dR$  을 얻을 수 있다.

본 발명의 또다른 실시예에서,  $\Delta t$  는 레인지 차이 파라미터로서 사용된다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 제 1 및 제 2 신호는 파일럿 신호이다. 당업자에게 자명한 바와같이, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 임의의 적절한 신호가 사용될 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 제 1 및 제 2 신호는 송신전에 전송한 바와같이 게이트웨이 (102) 에 의해 사전 정정되어, 이들이 위성 (104A 및 104B) 에 의해 재송신될 때 신호의 PN 코드들이 동기되는 것을 보장하고 (서브-빔에 대한 적절한 PN 코드 오프셋을 포함함), 사용자 단말기 (106) 는 두개의 수신된 신호에서의 PN 코드의 상태를 비교함으로써  $\Delta t$  를 결정한다. 또다른 실시예에서, 제 1 및 제 2 신호들은 시간적으로 사전 정정되지 않지만, 제 1 신호와 제 2 신호 간의 재송신 시간차의 효과와 신호들의 수신후에 게이트웨이 (102) 에서 제거된다. 당업자에게 자명한 바와같이, 게이트웨이 (102) 와 위성들 (104A 및 104B) 간의 경로길이의 차를 보상하도록 다른 사전 정정법이 이용될 수도 있다.

**레인지-레이트 차이.** 레인지-레이트 차이 (도플러-차로도 알려짐) 파라미터는 특정 사용자 단말기 (106) 와 제 1 위성 (104A) 간의 레인지-레이트(1)와, 상기 사용자 단말기 (106) 와 제 2 위성 (104B) 간의 레인지-레이트(2) 사이의 차를 나타낸다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 레인지-레이트 차이 파라미터는 특정 사용자 단말기 (106) 와 제 1 위성 (104A) 간의 상대 방사 속도(1)와, 상기 사용자 단말기 (106) 와 제 2 위성 (104B) 간의 상대 방사 속도(2) 사이의 차이  $\Delta R$  이다.

본 발명의 또다른 실시예에서, 레인지-레이트 차이 파라미터는, 사용자 단말기 (106) 에서 측정된, 제 1 위성 (104A) 을 통해 게이트웨이 (102) 로부터 수신된 신호의 주파수와 제 2 위성 (104B) 을 통해 게이트웨이 (102) 로부터 수신된 신호의 주파수간의 주파수차  $\Delta f$  이다.  $\Delta R$  은 다음과 같이  $\Delta f$  와 관계한다:  $\Delta R$  은  $\Delta f$  에 광속을 곱하고 센터 캐리어 주파수로 나누어 계산될 수 있다. 지표면에 대한 이소- $\Delta f$  컨투어의 투사는, 도 6 에 실선으로 도시되고 도면부호 606 으로 도시된 바와같이 한세트의 곡선을 나타낸다.

본 발명의 바람직한 실시예에서,  $\Delta R$  은 이하의 방법으로 결정된다. 먼저, 게이트웨이가 두개의 신호를 송신한다. 제 1 신호는 제 1 위성 (104A) 을 통해 사용자 단말기 (106) 로 송신되고, 제 2 신호는 제 2 위성 (104B) 을 통해 사용자 단말기 (106) 로 송신된다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 제 1 및 제 2 신호의 주파수들은 전송한 바와같이 게이트웨이 (102) 에서 사전 정정됨으로써, 제 1 및 제 2 위성 (104A 및 104B) 에 의해 재송신된 신호들은 동일한 주파수를 갖는다.

다음, 사용자 단말기 (106) 는 제 1 위성으로부터 수신된 신호의 주파수(1)와 제 2 위성으로부터 수신된 신호의 주파수(2) 간의 차이를 결정한다. 이 주파수차는  $\Delta f$  이다. 마지막으로, 사용자 단말기 (106) 는  $\Delta f$  에 광속을 곱하고 그 결과를 제 1 및 제 2 신호의 센터 캐리어 주파수로 나누어  $\Delta R$  을 계산한다. 당업자에게 자명한 바와같이, 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않고 다른 방법을 이용하여  $\Delta R$  을 얻을 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 제 1 신호는 신호의 주파수를 조정함으로써 송신전에 게이트웨이 (102) 에 의해 사전 정정되어 제 1 위성 (104A) 과 게이트웨이 (102) 간의 알려진 상대운동에 의해 야기된 도플러 시프트를 보상하며, 제 2 신호는 유사한 방식으로 사전 정정된다. 또다른 실시예에서는, 어떠한 신호도 주파수가 사전 정정되지 않는다. 당업자에게 자명한 바와같이, 위성들 (104A 및 104B) 의 운동을 보상하도록 다른 사전 정정법이 이용될 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 제 1 및 제 2 신호는 파일럿 신호이다. 당업자에게 자명한 바와같이, 본 발명의 사상과 범위를 벗어나지 않고 임의의 적절한 신호가 사용될 수 있다.

#### IV. 위치결정 방법

전술한 파라미터들은 사용자 단말기 (106) 의 위치를 결정하는데 사용될 수 있다. 본 발명의 이해를 용이하게 하기 위해, 파라미터들의 물리적인 표시들은 지표면에 투사된 이소-파라미터 컨투어로서 표현된다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 위치 결정은 레인지 차이 파라미터와 레인지-레이트 차이 파라미터들에 기초한다. 도 6 에서, 레인지 차이 파라미터는  $dR$  이고, 레인지-레이트 차이 파라미터는  $\Delta f$  이다. 도 6 은 2 개의 위성 (104A 및 104B) 각각의 서브포인트들 (616A 및 616B) 과, 위성들 (104) 과 관련된  $dR$  및  $\Delta f$  파라미터들의 이소-컨투어들의 지구표면으로의 투사를 도시한 것이다. 파라미터의 이소-컨투어는 파라미터의 동일값을 갖는 모든 점들을 연결하는 곡선이다. X-축 (602A) 및 Y-축 (602B) 의 2 개의 축들은 1000 킬로미터 단위로 분할되어 있으며, 예시적 누산을 도시하기 위하여 제공되어 있다.

일반적으로 604 에 도시된 바와 같이, 도 6 은 곡선으로서 이소- $dR$  컨투어들의 패밀리를 나타낸다. 각 이소- $dR$  컨투어는 동일한  $dR$  값을 갖는 모든 점들을 연결하는 쌍곡선으로, 베이스라인 (612) (즉, 위성들 (104) 의 서브포인트들 (614) 을 연결하는 라인) 을 수직으로 교차한다. 도 6 에서,  $dR$  컨투어들은 1000 킬로미터 단위로 분할되어 있다.  $dR=0$  인 컨투어는 베이스라인 (612) 의 수직 이등분선이다.  $dR=0$  인 컨투어의 바로 오른쪽에 위치한  $dR=+0.5$  인 컨투어는 위성 (104A) 까지의 거리가 위성 (104B) 까지의 거리를 500 킬로미터만큼 초과하는 모든 점들을 연결한 것이다.

또한, 도 6 은  $\Delta f$  파라미터를 곡선 패밀리로 도시하고 있는데, 이들은 kHz 로 분할된 굵은 라인으로서 일반적으로 606 으로 표시된다.  $\Delta f$  곡선의 형상은 위성들 (104A 및 104B) 의 상대 속도의 함수이다. 위성들 (104A 및 104B) 의 대표적 속도 벡터들은 라인을 따라 연장된 화살표로서 일반적으로 616A 및 616B 로서 표시되어 있다. 최대  $\Delta f$  의 영역은 도 6 의 상단 근처에 나타나는데, 여기에서 위성들 (104A 및 104B) 의 서브-트랙들(즉, 서브-포인트들을 연결하는 라인들) 이 교차한다.

도 6 에 도시된 바와 같은 통상의 경우에서, 위성들 (104) 은 평행 경로들을 따라 진행하지 않기 때문에,  $dR$  컨투어와  $\Delta f$  컨투어는 오직 한번, 사용자 단말기 (106) 의 근처에서, 거의 수직으로 교차한다. 이것은 정확하고, 명료한 위치 해결책을 제시한다. 예를 들면,  $dR=+500$  킬로미터이고  $\Delta f=+20$  kHz 이면, 사용자 단말기 (106) 는 도 6 에서 위치 (608A) 에 있다.

그러나, 다른 경우에서,  $dR$  컨투어는  $\Delta f$  컨투어를 두번 교차하거나, 사용자 단말기 (106) 의 근처에서  $\Delta f$  컨투어에 접하거나 또는 거의 접한다. 이러한 기하학적 형상은 위성들 (104) 의 속도 벡터들이 평행이거나 또는 거의 평행일때 발생하며, 도 7 에 도시된 바와 같이, 사용자 단말기 (106) 의 근처에서  $\Delta f$  컨투어들이 근접되도록 한다. 예를 들어 도 7 을 참조하면, 측정된 파라미터들이  $dR=+500$  킬로미터이고  $\Delta f=+65$  kHz 이면, 상기 컨투어들이 702A 와 702B 의 두 점에서 교차하기 때문에, 해결책은 모호하다. 이런 문제점을 "위치 모호성 (position ambiguity)" 이라고 한다.

다른 예로서, 측정된 파라미터가  $dR=-1000$ km 이고  $\Delta f=+73$ kHz 일 경우, 위치 (702c) 에 도시된 바와 같이 이들 등고선들은 거의 평행하기 때문에 에러에 매우 민감하다. 따라서, 어느 한 파라미터에 있어서의 작은 에러도 큰 위치 에러를 초래할 것이다. 이 문제는 GDOP (Geometric Dilution of Precision) 특이성이라고 불린다. 이들 문제들 모두는 "거리-기반 등록" 으로 알려진 기술에 의해 경감될 수 있다.

도 8 은 본 발명의 바람직한 실시예의 작용을 도시한 흐름도이다. 적어도 하나의 레인지 차이 파라미터들이 상기한 바 및 단계 (804) 에서 도시된 바와 같이 결정된다. 적어도 하나의 레인지-레이트 차이 파라미터들이 상기한 바 및 단계 (808) 에 도시된 바와 같이 결정된다. 따라서, 지표면상의 사용자 단말기의 위치는 위성의 기지의 위치와 기지의 속도, 및 레인지 차이 파라미터와 레인지-레이트 차이 파라미터에 기초하여 단계 (810) 에 도시된 바 및 이하에 설명된 바와 같이 결정된다.

#### V. 위치결정 실행

위치 결정 실행을 상세하게 설명하기 전에, 먼저 본 발명의 위치 결정 방법을 수행할 수 있는 예시적인 환경을 설명하는 것이 유용하다. 도 9 는 예시적인 환경을 설명하는 블록도이다. 이 환경은 제어 프로세서 (220) 및/또는 제어 프로세서 (320) 의 일부를 형성할 수 있는 컴퓨터 시스템 (900) 이다. 컴퓨터 시스템 (900) 은 프로세서 (904) 와 같은 하나 이상의 프로세서를 포함한다. 프로세서 (904) 는 통신 버스 (906) 에 접속된다. 본 예시적인 컴퓨터 시스템의 관점에서 다양한 실시예를 설명한다. 본 상세설명을 숙독한 후에, 다른 컴퓨터 시스템, 컴퓨터 구조, 하드웨어 상태 기계, 특정 테이블 등 및 그들의 각종 조합을 이용하여 본 발명의 위치 결정법을 수행하는 방법은 당업자에게 명백하다.

또한, 컴퓨터 시스템 (900) 은 주 메모리 (908) (바람직하게는 램 (RAM)) 을 포함하고, 보조 메모리 (910) 를 포함한다. 보조 메모리 (910) 는, 예를 들어, 하드 디스크 드라이브 (912) 및/또는 플로피 디스크 드라이브, 마그네틱 테이프 드라이브, 광학 디스크 드라이브 등을 의미하는 착탈형 저장 드라이브 (914) 를 포함한다. 착탈형 저장 드라이브 (914) 는 공지된 방식으로 착탈형 저장 유닛 (918) 으로부터 판독 및/또는 착탈형 저장 유닛 (918) 에 기록된다. 착탈형 저장 유닛 (918) 은 플로피 디스크, 자기 테이프, 광학 디스크 등을 포함한다. 알 수 있는 바와 같이, 착탈형 저장 유닛 (918) 은 컴퓨터 소프트웨어 및/또는 데이터가 저장된 컴퓨터 이용가능 저장 매체를 포함한다.

다른 실시예에 있어서, 보조 메모리 (910) 는, 컴퓨터 프로그램 또는 다른 명령을 컴퓨터 시스템 (900) 으로 로딩되도록 하는 유사한 다른 수단을 포함할 수 있다. 그러한 수단은, 예를 들어, 착탈형 저장 유닛 (922) 및 인터페이스 (920) 를 포함할 수 있다. 일 예는 프로그램 카트리리지 및 카트리리지 인터페이스 (예를 들어, 비디오 게임 디바이스에서 발견됨), 착탈형 메모리 칩 (EPROM, 또는 PROM) 및 관련 소켓, 및 소프트웨어와 데이터를 착탈형 저장 유닛 (922) 으로부터 컴퓨터 시스템 (900) 으로 전송되게 하는 인터페이스 (920) 와 또 다른 착탈형 저장 유닛 (922) 을 포함할 수 있다.

또한, 컴퓨터 시스템 (900) 은 통신 인터페이스 (924) 를 포함할 수 있다. 통신 인터페이스 (924) 는, 컴퓨터 시스템 (900) 과 외부 디바이스 사이의 통신 경로 (926) 통해 소프트웨어 및 데이터가 전송되도록 한다. 통신 인터페이스 (924) 의 일례는 모뎀, 네트워크 인터페이스 (예를 들어, 이더넷 카드), 통신 포트 등을 포함한다. 통신 인터페이스 (924) 를 통해 전송되는 소프트웨어 및 데이터는, 통신 경로 (926) 를 통해 통신 인터페이스 (924) 에 의해 수신 가능한 전자 신호, 전자기 신호, 광학 신호 또는 다른 신호일 수도 있는 신호형태이다.

본 발명의 위치 결정 방법의 동작은 본 실시예의 환경에 관하여 설명된다. 이들 용어의 설명은 단지 편리성을 위해 제공하는 것이다. 본 발명의 위치 결정 방법의 동작은, 본 실시예의 환경의 이용에 제한되는 것으로 의도하고 있지는 않다. 실제로, 다음의 설명을 읽은 후, 당업자는, 본 발명의 위치 결정 방법을 다른 환경에서 어떻게 실행하는지에 관하여 알 수 있을 것이다.

본 발명의 일 실시예에서, 사용자 단말기 (106) 의 위치는 컴퓨터 시스템 (900) 상에서 아래에 설명된 위치 결정법을 실행함으로써 결정된다. 당업자가 분명히 알 수 있는 바와 같이, 그 위치 결정법은 본 발명의 범위 및 사상을 벗어나지 않고 하드웨어 상태 기계, 록업 테이블, 또는 기타 장치에 의해 실행될 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에 따르면,  $z$  로 표시된 변수들의  $M \times 1$  벡터는 위치 결정에 사용되는  $M$  개의 파라미터들로 구성된다. 벡터  $z$  는 하나 이상의 상술한 각각의 파라미터를 포함할 수 있다. 공지된 바와 같이, 이 파라미터들은, 다음식,

$$x = [lat \ long]^T \tag{1}$$

으로 표시되는 2차원의 사용자 단말기 위치 벡터  $x$  의 비선형 함수들이며, 여기서, 윗첨자 "T" 는 행렬 또는 벡터의 전치 (transpose) 를 나타내는데,

$$z = h(x) + v \tag{2}$$

에 따라,  $M \times 1$  벡터  $v$  는 측정 오차를 나타내며,  $h$  는 측정 변수와 사용자 단말기 (106) 의 위치간의 관계를 나타내는 비선형 함수이다. 또한,  $h$  는 위성 (104A 및 104B) 의 속도와 위치의 함수이다. 또다른 실시예에서, 사용자 단말기의 위치 벡터  $x$  는, 식 (3) 에 표시된 바와 같이, 위도 및 경도 보다는 3 개의 직교 좌표 (Cartesian coordinates) 에 의해 정의될 수 있다. 즉,

$$x = [x \ y \ z]^T \tag{3}$$

가우스 선형화 방법에 의하면,  $M \times K$  편미분 행렬  $H$  은 사용자 단말기의 위치를 풀도록 구성되며, 이 때,  $K$  는 위치의 미지수이고,  $(m,k)$  원소는 소정의 위치  $x$  에서 결정되는,  $k$  번째 위치 파라미터에 대한  $m$  번째 측정값의 편미분이다. 예를 들면, 식 1 에서와 같이, 위치 벡터가 위도 및 경도를 나타내는 경우라면,  $K$  는 2 이고, 행렬  $H$  의  $k = 1$  인 열의 원소들은 사용자 단말기 (106) 의 위도에 대한 편미분을 나타내며,  $k = 2$  인 열의 원소들은 사용자 단말기 (106) 의 경도에 대한 편미분을 나타낸다. 위치 벡터가 직교 좌표 ( $K = 3$ ) 일 경우,  $H$  의  $k = (1,2,3)$  열은 각각  $(x,y,z)$  좌표를 나타낸다. 직교 좌표를 사용할 경우, 이 좌표의 제곱의 합이 지구 반경의 제곱인 것을 나타내기 위하여 추가적인 식이 사용된다.  $x$  와  $H$  간의 관계는,

$$H = H(x) = \frac{\partial h}{\partial x}(x) \tag{4}$$

에 의해 주어진다.

반복 가중 최소자승 방법이 미지의 위치 파라미터들을 풀기 위해 사용된다. 본 발명의 실시예에서, 사용된 방법은 Parameter Estimation-Principles and Problems (New York, Marcel Dekkar,1980) 에서 H.W.Sorenson에 의해 개시된 가중 가우스-뉴턴 방법이다. 반복식 (iterative equation) 은 다음식,

$$\hat{x}_{i+1} = \hat{x}_i + (\hat{H}^T W \hat{H})^{-1} \hat{H}^T W (z - \hat{z}) \tag{5}$$

으로 주어지며, 여기서,  $\hat{x}_i$  및  $\hat{x}_{i+1}$  은 각각 현재의 위치 추정치 및 다음의 위치 추정치이며,  $W$  는  $M \times M$  가중 행렬이다. 아래첨자  $i$  는 반복 횟수를 나타내고,  $i=0$  은 제 1 반복을 나타낸다. 위치 추정에 기초한 행렬 또는 벡터는 윗첨자 " $\hat{\ }"$  로 표시된다. 사용자 단말기 (106) 의 최종 공지의 위치와 같은 기준점이 초기 위치 추정치로 선택된다. 최종 위치가 알려지지 않을 경우에는, 게이트웨이 (102) 의 위치와 같은 어떠한 위치도 사용될 수 있다.

다음식,

$$\hat{\mathbf{H}} = \mathbf{H}(\mathbf{x}_i) \quad (6)$$

은 현재의 위치 추정치에서 결정된 편미분 행렬이며, 다음식

$$\hat{\mathbf{z}} = \mathbf{h}(\mathbf{x}_i) \quad (7)$$

은 현재의 위치 추정치를 이용하여 결정되는 기대 오차 제로의 (error-free) 파라미터들이다.  $\hat{\mathbf{x}}_i$ 와  $\hat{\mathbf{x}}_{i+1}$  간의 차가 소정의 임계값 이하로 떨어질 때, 반복 작업이 종료된다. 당업자들에게는 명백한 바와 같이, 이 임계값은 시스템 정확도에 기초하여 시스템 설계자 및/또는 운영자에 의해 결정된다. 예를 들어, 이 임계값은 측정치의 칩 정확도 및 칩 속도에 기초할 수 있다.

M × M 가중 행렬 (W)의 성분은, 미지수보다 더 많은 파라미터가 있을 때, 추정위치 ( $\hat{\mathbf{x}}$ )에 대한 특정 파라미터의 영향을 강조하는 수단을 제공한다. 바람직한 실시예에서, 가중 행렬 (W)은 대각 행렬이고 그 성분은 상대적인 정확도를 반영하고 그 성분으로 각각의 파라미터가 결정될 수 있다. 그러므로, 당업자에게 명백한 바와 같이, 이 성분들의 값은 시스템의 공지된 측정 정확도에 기초하여 설정된다. 따라서, 매우 정확한 측정에 근거한 파라미터는 정확하게 측정될 수 없는 파라미터보다 더 중요하다. 가중 행렬의 성분은 예정된 값으로 초기화되나, 동적으로 조정될 수 있다. 가중 행렬이 측정에 더 공분산 행렬의 역행렬로서 선택된다면, 최적의 정확도가 얻어진다.

상기 측정 에러들이 상호 독립 (mutually independent) 이고, 제로 평균과

$$\sigma_m^2, m = 1, 2, \dots, M \quad (8)$$

의 분산을 가지면, W는 대각 성분으로서  $\sigma_m^2$ 을 갖는 대각 행렬이다.

이 W의 선택으로, 예측 위치벡터  $\mathbf{x}$ 의 k 번째 성분의 분산은 다음과 같이 주어진다:

$$\sigma_k^2 = (\mathbf{H}^T \mathbf{W} \mathbf{H})^{-1}_{k,k}, k = 1, 2. \quad (9)$$

최종적으로, 조합된 이론적인 수평위치에러 (단위가 거리임)는 다음과 같이 주어진다:

$$\sigma_{pos} = R_E \sqrt{\sigma_{k=1}^2 + \sigma_{k=2}^2 \cos^2(lat)} \quad (10)$$

여기서,  $R_E$ 는 지구반지름이다.

바람직한 실시예에서, 위치결정방법은 지구표면에 대한 스무스 타원면 모델 (smooth ellipsoid model)을 사용한다. 다른 실시예에서, 위치결정방법은 WGS-84 지구모델과 같은 지구표면에 대한 스무스 타원면모델을 초기에 사용한다.  $\hat{\mathbf{x}}_i$ 와  $\hat{\mathbf{x}}_{i+1}$  간의 차이가 소정의 임계값 미만이 되도록 x 값이 수렴할 때, 상세한 디지털 영역 모델은 스무스 모델로 대체되며,  $\hat{\mathbf{x}}_i$ 와  $\hat{\mathbf{x}}_{i+1}$  간의 차이가 제 2의 소정 거리 임계값 미만이 되도록 x 값이 수렴할 때까지 계속 반복된다. 따라서, 사용자 단말기의 고도에 의해서 발생된 모든 에러는 경감된다. 다른 실시예에서, 상세한 디지털 영역 모델은 소정 횟수의 반복 후 대체된다. 거리 임계값 및 상술된 반복횟수는, 당업자에게 명백한 바와 같이, 다양한 인자에 따라 결정된다.

## VI. 거리-기반 등록

바람직한 실시예에서, 본 발명은 이동 또는 휴대용 사용자 단말기 (106)의 위치를 추적하는 "거리-기반 등록"으로 알려진 방법의 일부로서 사용된다. 이 방법에 의하면, 사용자 단말기 (106)는, 상기한 바와 같이, 일정한 간격으로 그 위치를 수동적으로 결정한다. 사용자 단말기 (106)는 그 위치가 최후의 능동적으로 결정된 위치로부터 크게 변했다고 결정한 경우, 게이트웨이 (102)에 "등록"한다. 그 등록에 대응하여, 게이트웨이 (102)는 능동적인 위치 결정을 개시한다. 당업자에게 명백한 바와 같이, 이들 간격의 지속시간, 및 보고를 촉발시키는 위치 변화의 크기는 단말기 속도, 중요한 경계 (예를 들어, 정치적 경계 및 상기한 서비스 영역 경계)까지의 근접도 등과 같은 다양한 인자들에 따라 선택된다. 바람직한 실시예에서, 이들 인자들은 게이트웨이 (102)에 의해 사용자 단말기 (106)에 다운로드되며, 사용자 단말기가 경계로부터 멀어 지거나 접근함에 따라 위치결정 정확도의 증가 또는 감소에 영향을 주도록 변경될 수 있다. 이러한 방식으로, 위성 통신 시스템 (100)은, 사용자 단말기 (106)가 불필요한 송신들을 행할 것을 요구하지 않고도, 사용자 단말기 (106)를 위한 시기 적절하고 정확한 위치 정보를 유지관리할 수 있다.

사용자 단말기 (106)가 그 위치를 수동적으로 결정하는 경우, 그것은 상기한 바와 같이 현재 위치의 추정치로서의 최후에 결정된 위치로부터 시작한다. 일반적으로, 이것은 상당한 위치 모호성을 해결하지만 GODP 특이성을 항상 해결하지는 못할 것이다. 위치정보가 즉시 요구되지는 않기 때문에, 사용자 단말기 (106)는 위성 (104)의 빠르게 변하는 기하학적 배열 (geometry)에 대하여 단순히 짧은 시간을 대기하여, 측정을 개선 및 반복할 수 있다. 이 프로세스는 정확한 측정이 얻어질 때까지 반복될 수 있다.

도 10 은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 거리-기반 등록의 작용을 기술하는 흐름도이다. 이 프로세스는, 단계 (1002) 에서 도시된 바와 같이, 사용자 단말기 (106) 의 위치가 능동적으로 결정되는 때에 개시된다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 2개 이상의 위성 (104) 이 사용가능한 경우, 능동적 위치 결정은 "Unambiguous Position Determination Using Two Low-Earth Orbit Satellites" 라는 명칭의 계류 출원에 개시되어 있는 바와 같이 수행되는데, 이는 여기에 참조로서 포함된다. 당업자에게 자명하듯이, 능동적인 위치 결정의 다른 방법들이 본 발명의 거리-기반 등록과 함께 사용될 수 있다. 단계 (1004) 에서, 사용자 단말기 (106) 는 능동적으로 결정된 위치를 저장한다.

단계 (1006) 에 도시된 바와 같이 소정의 시간이 지난 후, 사용자 단말기 (106) 는 그 위치를, 상기한 바 및 단계 (1008) 에서와 같이, 수동적으로 결정한다. 그리고 나서, 사용자 단말기 (106) 는, 식 (10) 을 참조하여 기술한 바 및 단계 (1010) 에 도시된 바와 같이, 기대 위치 에러치  $\sigma_{pos}$  를 결정한다. 단계 (1012) 으로부터의 브랜치 "예" 에 의해 표시된 바와 같이 기대 위치 에러치가 크면, 단계 (1006) 에 도시된 바와 같이, 사용자 단말기 (106) 는 그 위치를 다시 수동적으로 결정하기 전에 또 다른 간격동안 대기한다.

본 발명의 실시예에서는, 기대 위치 에러치가 큰지의 여부는 이것을 소정의 임계값과 비교함으로써 결정된다. 일 실시예에서, 그 임계값은 여러가지 바이어스 에러를 보상하도록 조정될 수 있다. 예를 들어, 그 임계값은 사용자 단말기 (106) 의 속도에 의해 생긴 바이어스 에러를 보상하도록 조정될 수도 있다.

그러나, 단계 (1012) 로부터의 브랜치 "아니오" 에 의해 표시된 바와 같이 기대 위치 에러치가 크지 않으면, 단계 (1014) 에 도시된 바와 같이, 수동적으로 결정된 위치는 최후의 능동적으로 결정된 위치와 비교된다. 단계 (1016) 으로부터의 브랜치 "예" 에 표시된 바와 같이, 비교된 위치들간의 차이가 크면, 단계 (1018) 에서 도시된 바와 같이, 사용자 단말기 (106) 는 게이트웨이 (102) 에게 통지된다. 이 프로세스는 "등록"이라고 알려져 있다. 이에 응답하여, 단계 (1002) 에서 도시된 바와 같이, 게이트웨이 (102) 는 능동적인 위치 결정을 개시한다.

그러나, 단계 (1016) 으로부터의 브랜치 "아니오" 에 도시된 바와 같이, 비교된 위치들간의 차이가 크지 않으면, 사용자 단말기 (106) 는 다시 수동적으로 그 위치를 결정하기 전에, 단계 (1006) 에 도시된 바와 같이, 또 다른 간격동안 대기한다.

## VII. 결론

본 발명의 다양한 실시예가 상술되어 있지만, 이들 실시예는 한정을 의미하는 것이 아니라 예시로서 나타낸 것임을 알 수 있을 것이다. 관련분야의 숙련자라면 본 발명의 취지 및 범위로부터 이탈함이 없이 명세서내에서 형태 및 상세를 다양하게 변화시킬 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 상술된 전형적인 실시예에 의해서 한정되지는 않으나, 단지 첨부된 청구범위 등에 따라서 범위가 정해진다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

위성 통신 시스템을 위한 위치 결정 시스템으로서,

사용자 단말기;

기지(既知)의 위치와 기지의 속도를 갖는 2 개 이상의 위성들;

상기 위성들을 통해 상기 사용자 단말기와 통신하는 게이트웨이;

(1) 상기 위성들 중 하나의 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 거리와 (2) 상기 위성들 중 다른 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 거리 사이의 차이를 나타내는 레인지 차이 파라미터를 결정하는 레인지 차이 파라미터 결정 수단;

(1) 상기 위성들 중 하나의 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 상대 방사 속도와 (2) 상기 위성들 중 다른 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 상대 방사 속도의 차이를 나타내는 레인지-레이트 차이 파라미터를 결정하는 레인지-레이트 차이 파라미터 결정 수단; 및

상기 위성들의 상기 기지의 위치와 기지의 속도, 상기 레인지 차이 파라미터, 및 상기 레인지-레이트 차이 파라미터에 기초하여, 지표면 상의 상기 사용자 단말기의 위치를 결정하는 위치 결정 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

#### 청구항 2.

삭제

#### 청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 레인지 차이 파라미터는 지연 차이를 나타내며,

상기 위성들 중 제 1 위성을 통해 상기 게이트웨이로부터 수신되는 제 1 신호와 상기 위성들 중 제 2 위성을 통해 상기 게이트웨이로부터 수신되는 제 2 신호 사이의 지연 차이를 측정하는 상기 사용자 단말기 내의 지연 차이 측정 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

#### 청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 신호와 제 2 신호 중 적어도 하나의 신호는,

(a) 상기 위성들 중 상기 제 1 위성과 상기 게이트웨이 사이의 거리와 (b) 상기 위성들 중 상기 제 2 위성과 상기 게이트웨이 사이의 거리의 차이와 관련된 지연을 보상하기 위해 시간상으로 사전 정정 (precorrect) 되는 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

#### 청구항 5.

삭제

#### 청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 레인지-레이트 차이 파라미터는 주파수 차이를 나타내며,

상기 위성들 중 제 1 위성을 통해 상기 게이트웨이로부터 수신되는 제 1 신호의 주파수와 상기 위성들 중 제 2 위성을 통해 상기 게이트웨이로부터 수신되는 제 2 신호의 주파수 사이의 주파수 차이를 측정하는 상기 사용자 단말기 내의 주파수 차이 측정 수단을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

#### 청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 신호와 제 2 신호 중 적어도 하나의 신호는,

(a) 상기 위성들 중 상기 제 1 위성과 상기 게이트웨이 사이의 상대 방사 속도와 (b) 상기 위성들 중 상기 제 2 위성과 상기 게이트웨이 사이의 상대 방사 속도 사이의 차이에 의해 야기되는 도플러 시프트를 보상하기 위해 주파수상에서 사전 정정 되는 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

#### 청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 위치 결정 수단은,

상기 파라미터들을 포함하는  $M \times 1$  파라미터 벡터  $\mathbf{z}$  를 생성하는 수단;

초기 기준점을 나타내는 위치 벡터  $\mathbf{x}$  를 생성하는 수단;

지구 형상을 나타내는 지구 모델과, 상기 위성들의 기지의 위치들 및 기지의 속도들에 관한 정보를 포함하는 편미분 행렬

$\mathbf{H}$  를 생성하는 수단으로서,  $\mathbf{x}$  와  $\mathbf{H}$  사이의 관계는  $\mathbf{H} = \mathbf{H}(\mathbf{x}) = \frac{\partial \mathbf{h}}{\partial \mathbf{x}}(\mathbf{x})$  로 주어지는, 상기 편미분 행렬 생성 수단;

특정 파라미터들의 영향을 강조하기 위하여  $M \times M$  가중 행렬  $\mathbf{W}$  를 생성하는 수단; 및

반복식  $\hat{\mathbf{x}}_{i+1} = \hat{\mathbf{x}}_i + (\hat{\mathbf{H}}^T \mathbf{W} \hat{\mathbf{H}})^{-1} \hat{\mathbf{H}}^T \mathbf{W}(\mathbf{z} - \mathbf{z})$  을 수행하는 수단을 구비하되,

상기 M 은 결정된 파라미터들의 개수를 나타내고,

상기  $\hat{x}_i$  와  $\hat{x}_{i+1}$  은 각각 현재와 다음 위치 추정치들이며,

$i$  는  $\hat{x}_i$  와  $\hat{x}_{i+1}$  의 차이가 제 1 소정 임계값 아래로 떨어질 때까지의 반복 횟수를 나타내는 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

### 청구항 9.

제 8 항에 있어서,

상기 가중 행렬  $W$  는 측정 에러 공분산 행렬의 역행렬인 것을 특징으로 하는 위치 결정 시스템.

### 청구항 10.

사용자 단말기, 기지의 위치와 기지의 속도를 갖는 2 개 이상의 위성들, 및 상기 위성들을 통하여 상기 사용자 단말기와 통신하는 게이트웨이를 구비하는 통신 시스템에서,

상기 사용자 단말기의 위치를 결정하는 방법으로서는,

(a) (1) 상기 위성들 중 하나의 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 거리와 (2) 상기 위성들 중 다른 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 거리의 차이를 나타내는 레인지 차이 파라미터를 결정하는 단계;

(b) (1) 상기 위성들 중 하나의 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 상대 방사 속도와 (2) 상기 위성들 중 다른 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 상대 방사 속도의 차이를 나타내는 레인지-레이트 차이 파라미터를 결정하는 단계; 및

(c) 상기 위성들의 기지의 위치와 기지의 속도, 상기 레인지 차이 파라미터 및 상기 레인지-레이트 차이 파라미터에 기초하여, 지표면 상의 상기 사용자 단말기의 위치를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 위치 결정 방법.

### 청구항 11.

삭제

### 청구항 12.

제 10 항에 있어서,

상기 레인지 차이 파라미터는 지연 차이를 나타내며,

상기 (a) 단계는,

(i) 상기 사용자 단말기에서, 상기 위성들 중 제 1 위성을 통해 상기 게이트웨이로부터 수신되는 제 1 신호와, 상기 위성들 중 제 2 위성을 통해 상기 게이트웨이로부터 수신되는 제 2 신호간의 지연 차이를 측정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 위치 결정 방법.

### 청구항 13.

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 신호와 제 2 신호 중 적어도 하나의 신호는,

(a) 상기 위성들 중 상기 제 1 위성과 상기 게이트웨이 사이의 거리와 (b) 상기 위성들 중 상기 제 2 위성과 상기 게이트웨이 사이의 거리 사이의 차이와 관련된 지연들을 보상하기 위해 시간상으로 사전 정정되는 것을 특징으로 하는 위치 결정 방법.

### 청구항 14.

삭제

### 청구항 15.

제 10 항에 있어서,

상기 (b) 단계는,

(i) 상기 위성들 중 제 1 위성을 통해 상기 게이트웨이로부터 상기 사용자 단말기로 제 1 신호를 송신하고 상기 위성들 중 제 2 위성을 통해 상기 게이트웨이로부터 상기 사용자 단말기로 제 2 신호를 송신하는 단계; 및

(ii) 상기 사용자 단말기에서, 상기 제 1 신호의 주파수와 상기 제 2 신호의 주파수간의 주파수 차이를 측정하는 단계를 더 포함하며,

상기 레인지-레이트 차이 파라미터는 상기 주파수 차이를 나타내는 것을 특징으로 하는 위치 결정 방법.

### 청구항 16.

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 신호와 제 2 신호 중 적어도 하나의 신호는,

(a) 상기 위성들 중 상기 제 1 위성과 상기 게이트웨이 사이의 상대 방사 속도와 (b) 상기 위성들 중 상기 제 2 위성과 상기 게이트웨이 사이의 상대 방사 속도 사이의 차이에 의해 야기되는 도플러 시프트를 보상하기 위해 주파수상에서 사전 정정 되는 것을 특징으로 하는 위치 결정 방법.

### 청구항 17.

기지의 위치와 기지의 속도를 갖는 2 개 이상의 위성들 및 상기 위성들을 통해 사용자 단말기들과 통신하는 게이트웨이를 구비하는 통신 시스템에서의 사용자 단말기로서,

(1) 상기 위성들 중 하나의 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 거리와 (2) 상기 위성들 중 다른 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 거리 사이의 차이를 나타내는 레인지 차이 파라미터를 결정하는 레인지 차이 파라미터 결정 수단; 및

(1) 상기 위성들 중 하나의 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 상대 방사 속도와 (2) 상기 위성들 중 다른 위성과 상기 사용자 단말기 사이의 상대 방사 속도의 차이를 나타내는 레인지-레이트 차이 파라미터를 결정하는 레인지-레이트 차이 파라미터 결정 수단을 구비하며,

지표면 상의 상기 사용자 단말기의 위치는 상기 위성들의 기지의 위치와 기지의 속도, 상기 레인지 차이 파라미터, 및 상기 레인지-레이트 차이 파라미터에 기초하여 결정될 수 있는 것을 특징으로 하는 사용자 단말기.

### 청구항 18.

사용자 단말기, 2 개 이상의 위성들, 및 상기 위성들을 통해 상기 사용자 단말기와 통신하는 게이트웨이를 구비하는 통신 시스템에서,

상기 사용자 단말기의 위치를 상기 게이트웨이에서 유지관리하는 방법으로서,

(a) 상기 사용자 단말기의 위치를 능동적으로 결정하는 단계;

(b) 상기 능동적으로-결정된 위치를 상기 사용자 단말기에 저장하는 단계;

(c) 소정의 간격 후에, 상기 사용자 단말기에서, 상기 사용자 단말기의 위치를 수동적으로 결정하는 단계;

(d) 상기 수동적으로-결정된 위치의 기대 에러치를 결정하는 단계;

(e) 상기 기대 에러치가 제 1 의 소정 임계값을 초과하지 않을 경우, 상기 능동적으로-결정된 위치와 상기 수동적으로-결정된 위치간의 차이를 결정하는 단계; 및

(f) 상기 차이가 제 2 의 소정 임계값을 초과할 때를 상기 게이트웨이에게 통지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

### 청구항 19.

제 18 항에 있어서,

(g) 상기 기대 에러치가 상기 제 1 의 소정 임계값을 초과하는 경우, 상기 (c) 내지 (e) 단계들을 수행하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

### 청구항 20.

제 18 항에 있어서,

(h) 상기 차이가 상기 제 2 의 소정 임계값을 초과하지 않을 때 상기 (c) 내지 (f) 단계들을 수행하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

### 청구항 21.

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 의 소정 임계값은 바이어스 에러들을 보상하기 위해 조정되는 것을 특징으로 하는 방법.

### 청구항 22.

사용자 단말기, 2 개 이상의 위성들, 및 상기 위성들을 통해 상기 사용자 단말기와 통신하는 게이트웨이를 구비하는 통신 시스템에서,

상기 사용자 단말기의 위치를 상기 게이트웨이에서 유지관리하는 시스템으로서,

상기 사용자 단말기의 위치를 능동적으로 결정하는 수단;

상기 능동적으로-결정된 위치를 상기 사용자 단말기에 저장하는 수단;

소정의 간격 후에, 상기 사용자 단말기의 위치를 수동적으로 결정하는 수단;

상기 수동적으로-결정된 위치의 기대 에러치를 결정하는 수단;

상기 기대 에러치가 제 1 의 소정 임계값을 초과하지 않을 경우, 상기 수동적으로-결정된 위치와 상기 능동적으로-결정된 위치간의 차이를 결정하는 수단; 및

상기 차이가 제 2 의 소정 임계값을 초과하는 때를 상기 게이트웨이에게 통지하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 시스템.

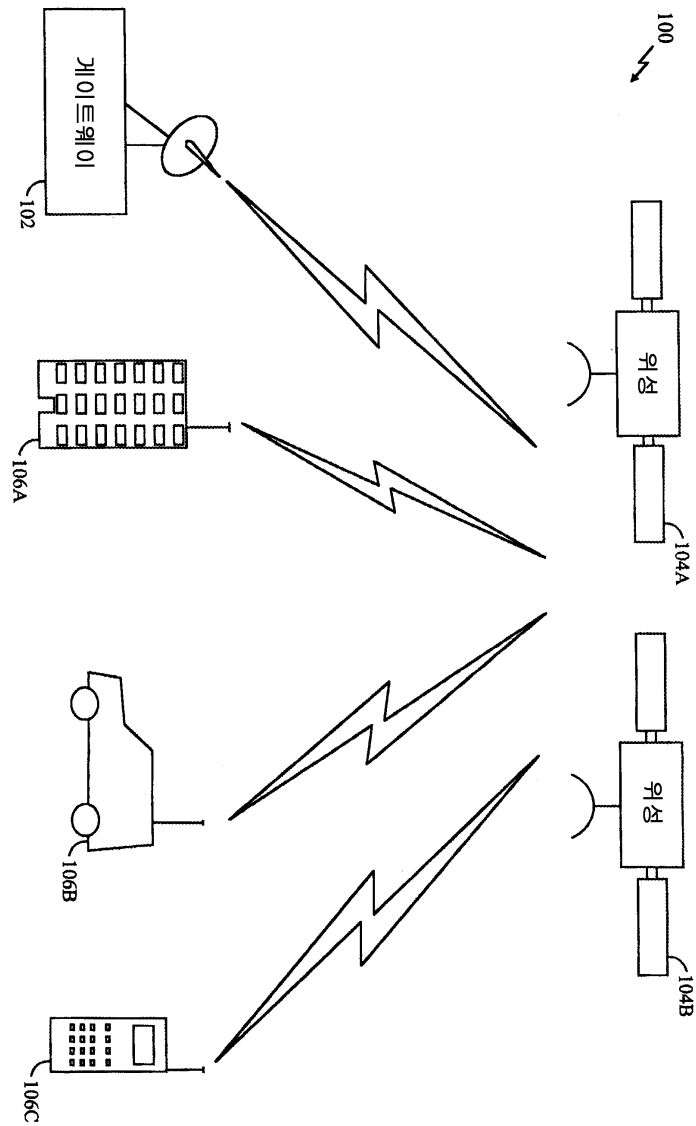
### 청구항 23.

제 22 항에 있어서,

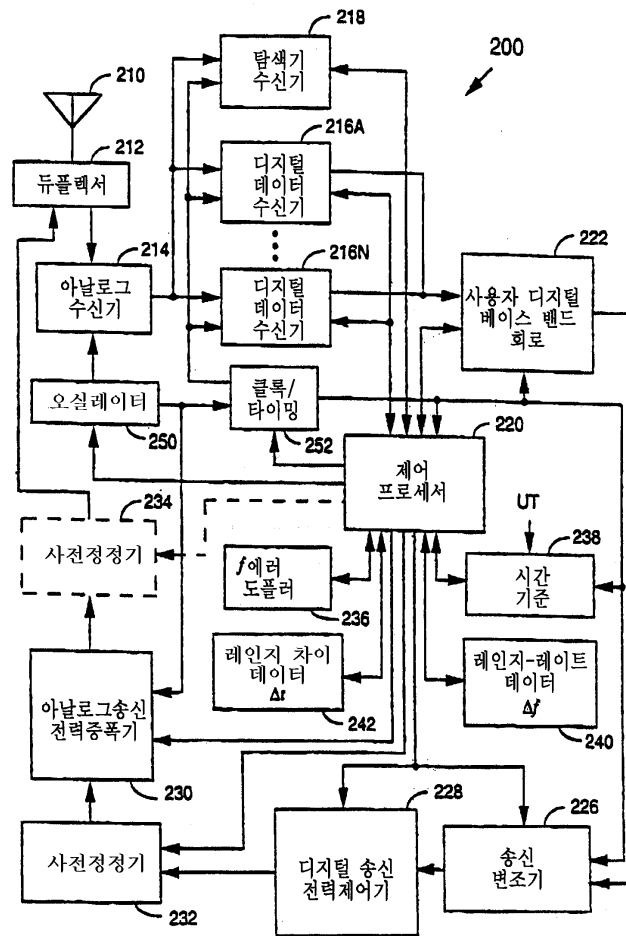
상기 제 1 의 소정 임계값은 바이어스 에러들을 보상하기 위해 조정되는 것을 특징으로 하는 시스템.

도면

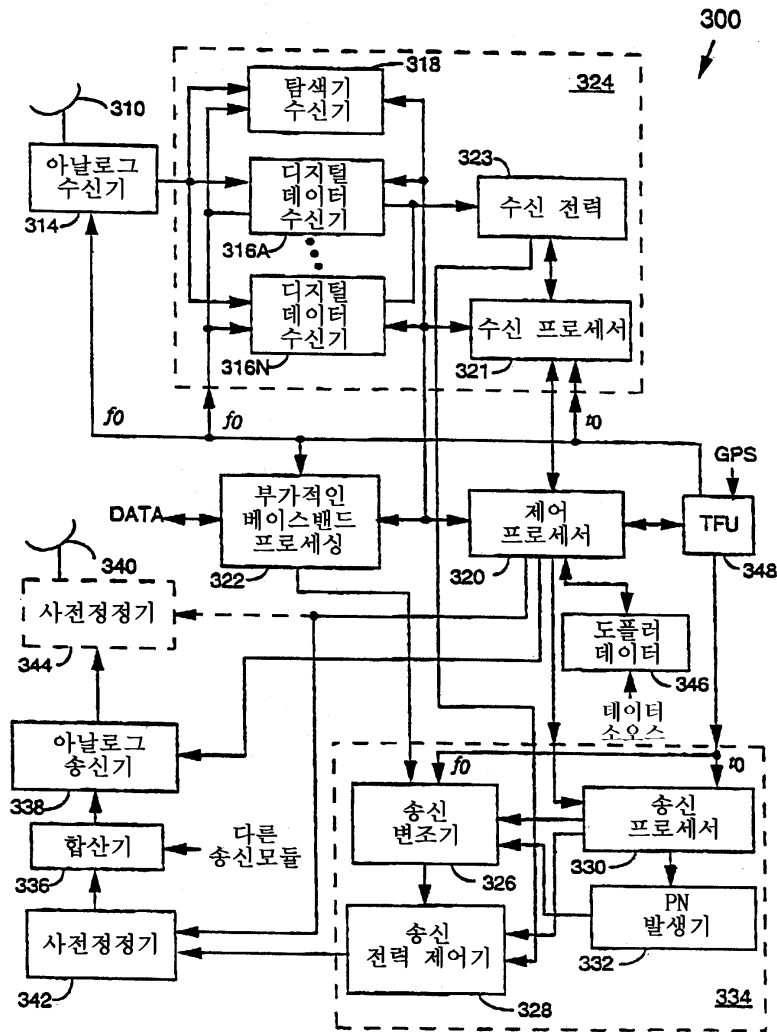
도면1



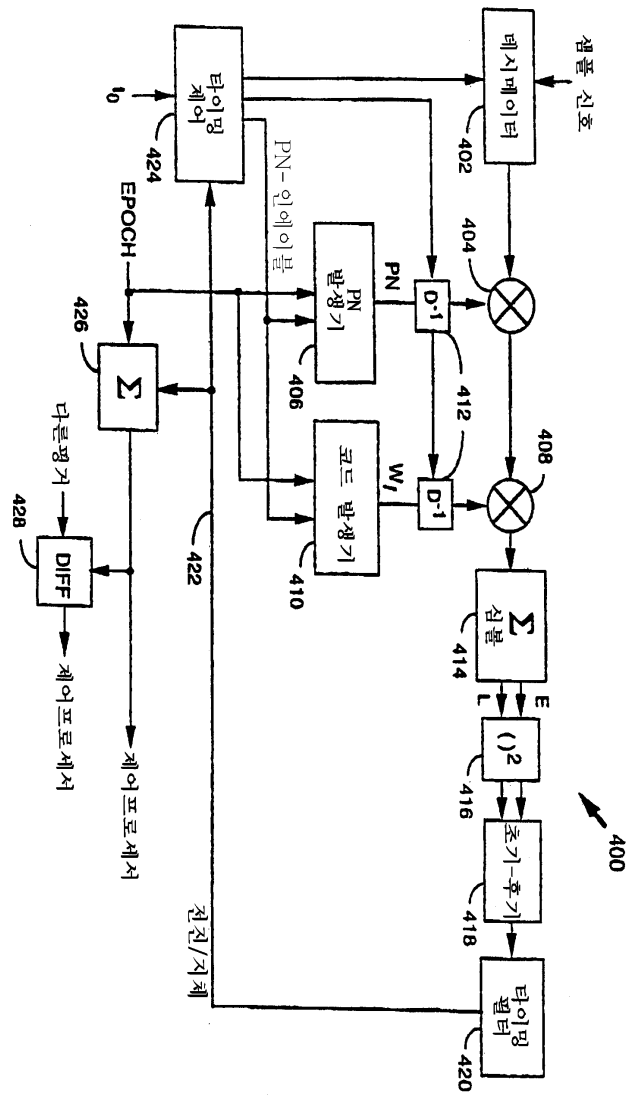
도면2



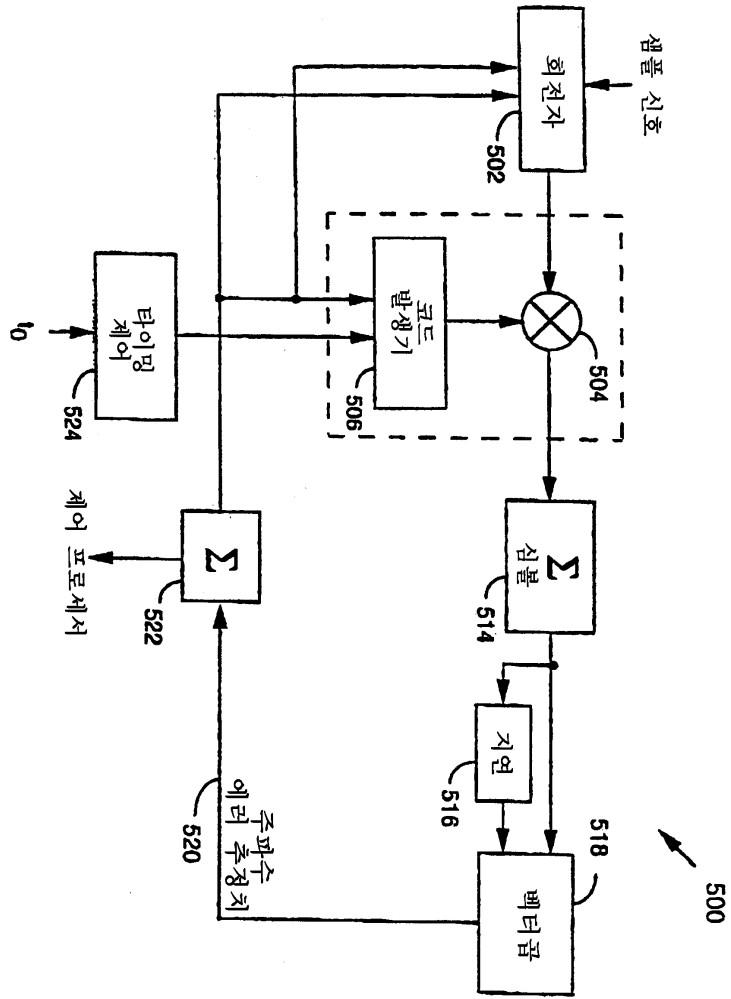
도면3



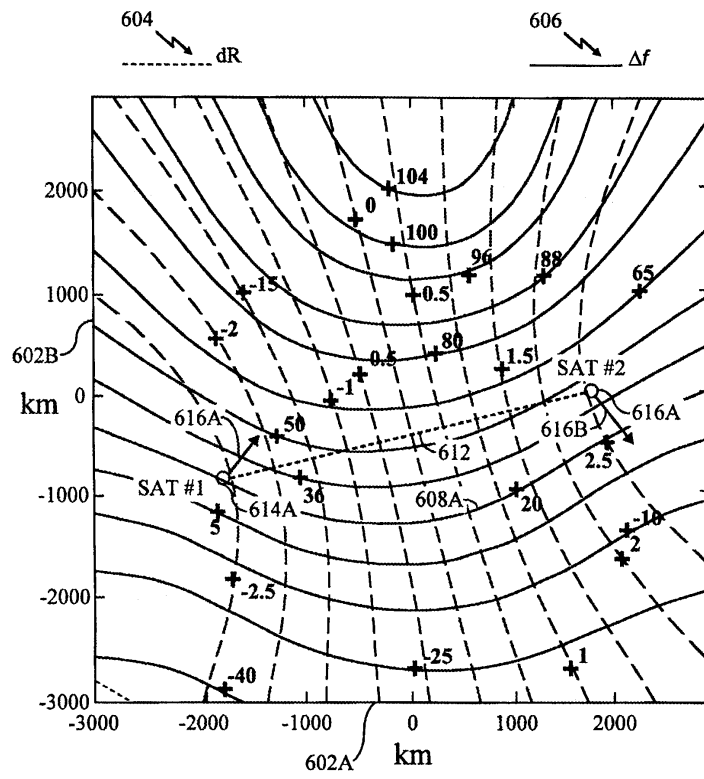
도면4



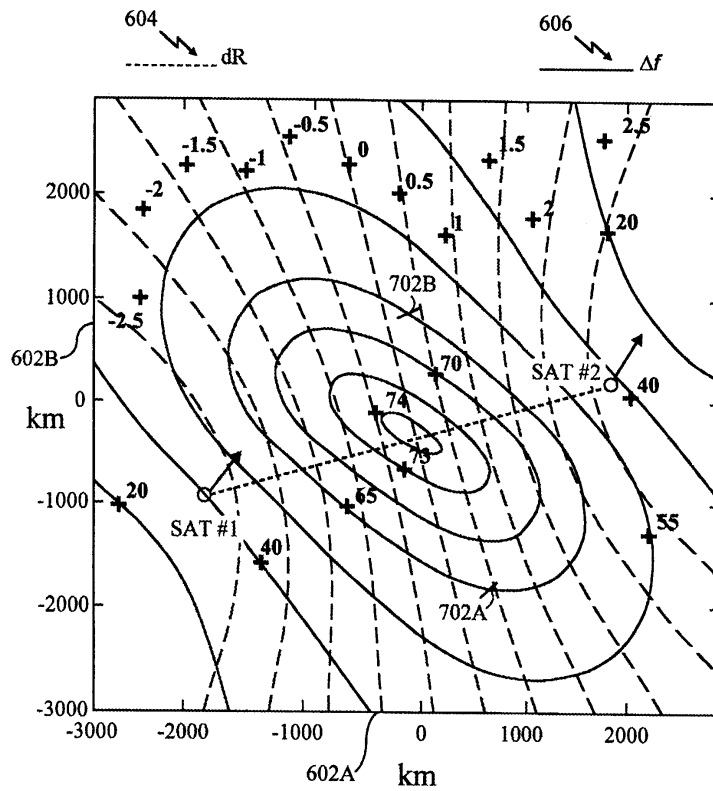
도면5



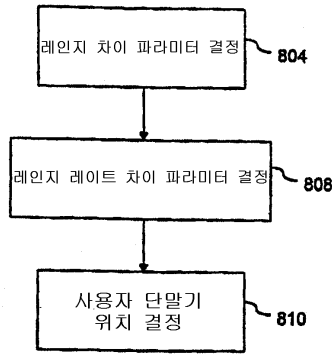
도면6



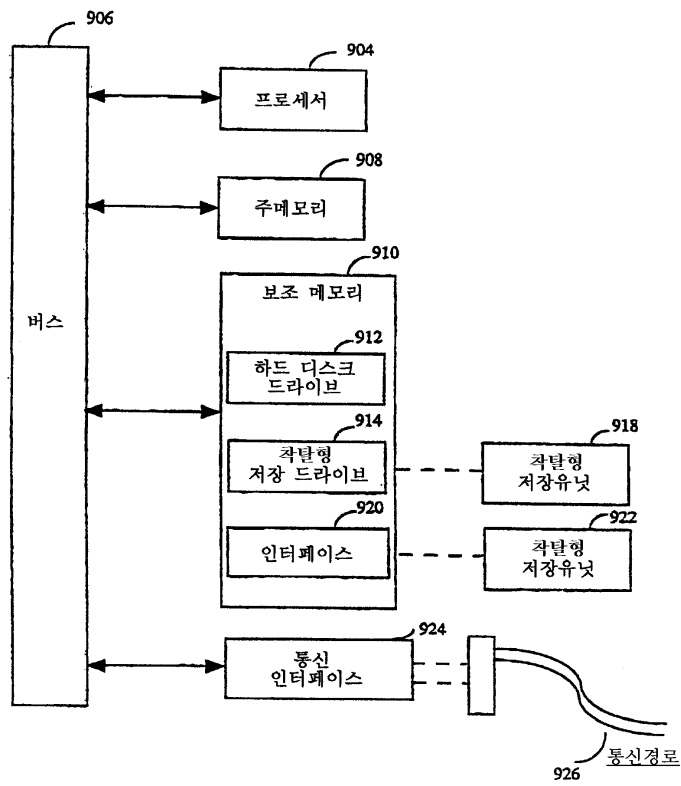
도면7



도면8



도면9



도면10

