



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년08월05일
(11) 등록번호 10-0910957
(24) 등록일자 2009년07월30일

(51) Int. Cl.
H04B 7/26 (2006.01) H04L 1/02 (2006.01)
H04B 7/08 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-7009551(분할)
(22) 출원일자 2008년08월31일
심사청구일자 2008년04월21일
(85) 번역문제출일자 2008년04월21일
(65) 공개번호 10-2008-0047481
(43) 공개일자 2008년05월28일
(62) 원출원 특허 10-2007-7009420
원출원일자 2007년04월25일
심사청구일자 2007년04월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2000/023925
(87) 국제공개번호 WO 2001/17131
국제공개일자 2001년03월08일
(30) 우선권주장 09/388,267 1999년09월01일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌 EP0807989 A1
전체 청구항 수 : 총 6 항

(73) 특허권자
켈컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
잘라리 아마드
미국 92130 캘리포니아주 샌 디에고 윌로미어 레인 5624
(74) 대리인
특허법인코리아나

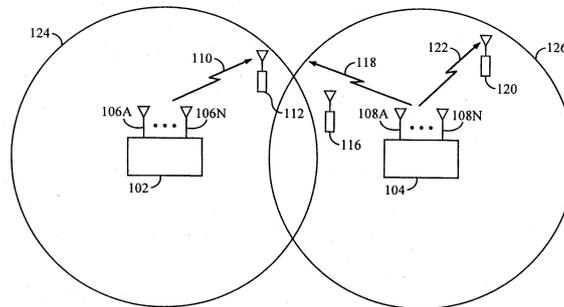
심사관 : 박성웅

(54) 무선통신시스템에서의 빔형성 방법 및 장치

(57) 요약

가변 레이트 송신을 할 수 있는 CDMA 데이터 통신시스템에서, 빔형성 기술들의 사용하여, 기지국 (104) 로부터 인접 셀 (124) 들 내의 가입자국 (112) 들로의 송신으로 인해 유발되는 평균 간섭을 감소시킨다. 기지국 (102, 104) 은 다중 송신안테나 (106, 108) 를 사용하고, 각 기지국은 제어된 위상들로 신호들을 송신하여, 개별적인 가입자국 (112, 116, 114) 에 대응하는 송신신호 빔 (110, 118, 122) 을 형성한다. 데이터 및 참조신호들은, 가입자국 (112, 116, 114) 에서 측정되는 반송파 대 혼신비 (C/I) 들을 최대화하기 위해 고정된 타임 슬롯들 및 서브슬롯들에 따라 변하는 빔 (110, 118, 122) 을 따라 송신된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

무선 신호를 수신하는 장치로서,

- a) 하나 이상의 다중경로 신호 각각의 슬롯과 서브-슬롯 타이밍에 기초하여, 타이밍 신호를 생성하는 슬롯 타이밍 제어기로서, 소정 서브-슬롯의 신호는 상기 슬롯내의 다른 신호와는 상이한 빔을 따라 전송되는, 슬롯 타이밍 제어기;
- b) 상기 타이밍 신호에 기초하여 상기 하나 이상의 다중경로 신호 중 하나에 대한 C/I (carrier-to-interference) 를 예측하는 수단; 및
- c) 상기 C/I 에 기초하여, 정보를 송신기에 송신하는 수단을 구비하고,
- d) PN 코드의 동상 및 직교상 샘플들을 생성하는 PN 생성기; 및
- e) 상기 PN 생성기, 참조 버스트 칩 에너지 수단, 및 평균 수신 에너지 측정 수단에 동작가능하게 접속되어, 디지털 샘플들을 수신하고, 상기 동상 및 직교상 샘플들에 기초하여 상기 디지털 샘플들의 PN 역확산을 수행하여, 동상 PN 역확산 샘플들과 직교상 PN 역확산 샘플들을 생성하는 PN 역확산기를 더 구비하는, 무선 신호 수신 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 참조 버스트 칩 에너지 수단은,

상기 슬롯 타이밍 제어기와 상기 PN 역확산기와 동작가능하게 접속되어, 타이밍 신호들에 의해 지시되는 참조 버스트 서브 슬롯 동안에 수신된 상기 동상 PN 역확산 샘플들을 누산하여, 누산된 동상 참조 에너지 총합을 생성하는 제 1 누산기;

상기 슬롯 타이밍 제어기와 상기 PN 역확산기와 동작가능하게 접속되어, 상기 타이밍 신호들에 의해 지시되는 상기 참조 버스트 서브 슬롯 동안에 수신된 상기 직교상 PN 역확산 샘플들을 누산하여, 누산된 직교상 참조 에너지 총합을 생성하는 제 2 누산기; 및

상기 제 1 및 제 2 누산기에 동작가능하게 접속되어, 상기 동상 참조 에너지 총합을 제공하여 제 1 동상 참조 에너지 총합을 생성하고, 상기 직교상 참조 에너지 총합을 제공하여 제 2 직교상 참조 에너지 총합을 생성하며, 상기 제 1 동상 참조 에너지 총합과 상기 제 2 직교상 참조 에너지 총합을 합산하여 상기 참조 버스트 칩 에너지를 생성하는 절대값 모듈을 구비하는, 무선 신호 수신 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 누산기는 추가적으로, 상기 누산된 동상 참조 에너지 총합을 소정의 샘플 갯수로 나누고,

상기 제 2 누산기는 추가적으로, 상기 누산된 직교상 참조 에너지 총합을 소정의 샘플 갯수로 나누며,

상기 소정의 샘플 갯수는 96 인, 무선 신호 수신 장치.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 평균 수신 에너지 측정 수단은,

상기 PN 역확산기에 동작가능하게 접속되어, 상기 동상 PN 역확산 샘플들 중 하나와 상기 직교상 PN 역확산 샘플들 중 하나로 구성된 역확산 샘플들의 각 쌍의 제곱 합을 계산하여, 제곱 합 샘플들의 스트림을 생성하는 절대값 모듈; 및

상기 절대값 모듈과 상기 슬롯 타이밍 제어기에 동작가능하게 접속되어, 상기 참조 버스트 서브 슬롯 동안에 수신된 상기 제곱 합 샘플들을 누산하여 칩 당 상기 평균 수신 에너지를 생성하는 누산기를 구비하는, 무선 신호 수신 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 누산기는 추가적으로, 상기 서브 슬롯 동안에 수신되어 누산된 제곱 합 샘플들을 상기 서브 슬롯 각각에서 소정의 샘플 갯수로 나누는, 무선 신호 수신 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 소정의 샘플 갯수는 96 인, 무선 신호 수신 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 무선 데이터 통신에 관한 것이다. 좀더 구체적으로, 본 발명은 무선 통신 시스템에서 높은 레이트의 패킷데이터 송신을 위한 신규의 향상된 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 현대의 통신 시스템은 다양한 애플리케이션을 지원하도록 요구된다. 그런 통신 시스템 중 하나가, 이하 IS-95 표준이라 칭하는 "듀얼-모드 광대역 확산스펙트럼 셀룰러 시스템용 TIA/EIA/IS-95 이동국-기지국 호환 표준"에 따르는 코드분할 다중접속 (CDMA) 시스템이다. CDMA 시스템은 지상링크를 통해 사용자들간에 음성 및 데이터 통신을 가능하게 한다. 다중접속 통신시스템에서의 CDMA 기술의 사용은, 모두 본 발명의 양수인에게 양도되고, 본 명세서에 참조로서 통합되는, 발명의 명칭이 "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS" 인 미국특허 제 4,901,307 호, 및 발명의 명칭이 "SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM" 인 미국특허 제 5,103,459 호에 개시되어 있다.

<3> 본 명세서에서, 기지국은 가입자국이 통신하는 하드웨어를 말한다. 셀은 이 용어가 사용되는 문맥에 따라, 하드웨어 또는 지리적인 서비스영역을 말한다. 섹터는 셀의 구획이다. CDMA 시스템의 섹터는 셀의 속성을 가지므로, 셀에 관한 설명들은 섹터들로도 용이하게 확장된다.

<4> CDMA 시스템에서, 사용자들간의 통신은 하나 이상의 기지국을 통해 이루어진다. 하나의 가입자국의 제 1 이용자는 역방향 링크로 기지국에 데이터를 송신함으로써 제 2 가입자국의 제 2 이용자와 통신한다. 기지국은 그 데이터를 수신하여 그 데이터를 다른 기지국으로 라우팅 (route) 할 수 있다. 그 데이터는 동일 기지국 또는 제 2 기지국의 순방향 링크로 제 2 가입자국에 송신된다. 순방향 링크는 기지국으로부터 가입자국으로의 송신을 말하고, 역방향 링크는 가입자국으로부터 기지국으로의 송신을 말한다. IS-95 시스템에서, 순방향 링크와 역방향 링크에는 별도의 주파수가 배정된다.

<5> 가입자국은 통신동안 하나 이상의 기지국과 통신한다. CDMA 가입자국은 소프트 핸드오프 (soft handoff) 동안 동시에 다수의 기지국과 통신한다. 소프트 핸드오프는 이전의 기지국과의 링크를 단절하기 전에 새로운 기지국과 링크를 확립하는 프로세스이다. 소프트 핸드오프는 호 (call) 단절 (drop) 의 가능성을 최소화한다. 소프트 핸드오프 프로세스동안 하나 이상의 기지국을 통한 가입자국과의 통신을 제공하는 방법 및 시스

템이, 본 발명의 양수인에게 양도되고, q본 명세서에서 참조로서 통합되는, 발명의 명칭이 "MOBILE ASSISTED SOFT HANDOFF IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM" 인 미국특허 제 5,267,261 호에 개시되어 있다. 소프트 핸드오프는 동일한 기지국에 의해 서비스되는 복수의 섹터들을 통해 통신이 이루어지는 프로세스이다. 소프트 핸드오프의 프로세스는, 본 발명의 양수인에게 양도되고, 본 명세서에서 참조로서 통합되는, 발명의 명칭이 "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING HANDOFF BETWEEN SECTORS OF A COMMON BASE STATION" 인 공동출원 미국특허 제 5,625,876 호에 상세히 설명되어 있다.

- <6> 무선 데이터 애플리케이션에 대한 요구가 증대되면서, 매우 효율적인 무선 데이터 통신시스템에 대한 필요성이 점차 중요하게 되었다. IS-95 표준은 순방향 및 역방향 링크를 통해 트래픽 (traffic) 데이터 및 음성 데이터를 송신할 수 있다. 고정된 크기의 코드채널 프레임 (code channel frame) 내의 트래픽 데이터를 송신하는 방법이, 본 발명의 양수인에게 양도되고, 본 명세서에 참조로서 통합되는, 발명의 명칭이 "METHOD AND APPARATUS FOR THE FORMATTING OF DATA FOR TRANSMISSION" 인 미국특허 제 5,504,773 호에 상세히 설명되어 있다. IS-95 표준에 따르면, 트래픽 데이터 또는 음성 데이터는, 14.4 Kbps의 데이터 레이트와 20msec폭을 갖는 코드채널 프레임으로 분할된다.
- <7> 음성 서비스와 데이터 서비스간의 중요한 차이는 음성 서비스가 엄격하게 고정된 딜레이 요구조건을 부과한다는 사실이다. 통상적으로, 음성 프레임의 전체 단방향 딜레이는 100 msec 미만이어야 한다. 대조적으로, 데이터 딜레이는 데이터 통신 시스템의 효율을 최적화하는데 사용되는 가변 파라미터가 될 수 있다. 구체적으로, 음성 서비스에 의해 허용될 수 있는 딜레이보다 훨씬 큰 딜레이를 요구하는 더 효율적인 에러정정 부호화 기술이 사용될 수 있다. 예시적이고 효율적인 데이터 부호화 방식이, 본 발명의 양수인에게 양도되고, 본 명세서에서 참조로서 통합되는, 발명의 명칭이 "SOFT DECISION OUTPUT DECODER FOR DECODING CONVOLUTIONALLY ENCODED CODEWORDS" 인 미국특허 제 5,933,462 호에 개시되어 있다.
- <8> 음성 서비스와 데이터 서비스간의 또 다른 중요한 차이로, 음성 서비스는 모든 이용자에 대해서 고정된 공통의 서비스등급 (Grad of Service; GOS) 을 요구한다는 것이다. 통상적으로, 음성 서비스를 제공하는 디지털시스템의 경우, 이는 모든 이용자에 대한 고정되고 동등한 송신 레이트 및 음성 프레임의 에러율에 대한 최대 허용치를 의미한다. 대조적으로, 데이터 서비스의 경우, GOS는 사용자간에 상이할 수 있으며, 데이터 통신시스템의 전체 효율을 증가시키기 위해 최적화된 파라미터일 수 있다. 통상적으로, 데이터 통신시스템의 GOS는 소정의 데이터량 (이하, 데이터 패킷이라 칭함) 의 전송중에 발생된 총 딜레이로서 정의된다.
- <9> 음성 서비스와 데이터 서비스간의 또 다른 중요한 차이로, 음성 서비스는, 예시적인 CDMA 통신시스템에서 소프트 핸드오프에 의해 제공되는 신뢰성 있는 통신링크를 요구한다는 것이다. 소프트 핸드오프는 신뢰성을 향상시키기 위해 결국 2개 이상의 기지국으로부터 리던던트 (redundant) 송신을 하는 것이다. 그러나, 에러상태로 수신된 데이터 패킷들이 재송신될 수 있으므로, 데이터 송신의 경우 그런 부가적인 신뢰성은 요구되지 않는다. 데이터 서비스의 경우, 소프트 핸드오프를 지원하기 위해 사용되는 송신전력은 부가적인 데이터를 송신하는 데 더 효율적으로 사용될 수 있다.
- <10> 데이터 통신 시스템의 품질 및 효율성을 측정하는 파라미터는 데이터 패킷을 전송하는 데 요구되는 송신 딜레이, 및 시스템의 평균 처리율 (throughput rate) 이다. 데이터 통신에서의 송신 딜레이는 음성통신의 경우와 동일한 영향을 나타내지는 않지만, 데이터 통신시스템의 품질을 측정하는 중요한 측정 기준이다. 평균 처리율은 통신시스템의 데이터송신능력 효율의 척도이다.
- <11> 셀룰러 시스템에서, 임의의 이용자의 반송파 대 혼신비 (carrier-to-interference; C/I) 는 서비스 영역 내의 그 이용자의 위치에 관한 함수임이 공지되어 있다. 정해진 서비스 레벨을 유지하기 위해, TDMA 및 FDMA 시스템은 주파수 재사용 기술에 의존하며, 다시 말해, 모든 주파수 채널 및/또는 타임슬롯이 각각의 기지국에 사용되지는 않는다. CDMA 시스템에서는, 동일한 주파수 배정이 시스템의 모든 셀에서 재사용됨으로써, 전체 효율을 향상시킨다. 어느 주어진 이용자의 가입자국이 획득하는 C/I 는 기지국으로부터 그 이용자의 가입자국으로의 특정 링크를 위해 지원될 수 있는 정보율 (information rate) 을 결정한다. 본 발명이 데이터 송신용으로 최적화하고자 추구하는 송신에 사용되는 구체적인 변조 및 에러정정 방법이 주어지면, 해당하는 C/I 레벨에서 정해진 레벨의 성능이 달성된다. 모든 셀에서 공통의 주파수를 사용하며 육각형의 셀구획을 갖는 이상적인 셀룰러 시스템의 경우, 그 이상적인 셀 내에서 얻어지는 C/I 의 분포가 계산될 수 있다. 무선 통신시스템에서 높은 레이트의 디지털데이터를 송신하는 예시적인 시스템이, 본 발명의 양수인에게 양도되고, 본 명세서에서 참조로서 통합되는, 발명의 명칭이 "METHOD AND APPARATUS FOR HIGHER RATE PACKET DATA TRANSMISSION" 인 (이하, '386 출원) 공동출원 미국특허출원 제 08/963,386 호 (2003년 6월 3일자로 Padovani

등에게 미국특허 제 6,574, 211호로 등록됨) 에 개시되어 있다.

<12> 또한, 부하가 걸린 CDMA 시스템에서, 대부분의 신호 간섭은 그 동일 CDMA 시스템에 속한 송신기들에 의해 야기된다는 것이 공지되어 있다. 용량을 증가시키기 위해, 셀은 낮은 전력에서 동작하는 섹터들 또는 작은 셀들로 종종 분할되지만, 그런 방법은 비용이 많이 들며, 광범위하게 변하는 신호전파 (signal propagation) 성질을 갖는 영역에서 적용하기란 곤란하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<13> 본 발명의 데이터 통신시스템은 수많은 작은 셀을 요구하지 않으면서 그 시스템 내의 구성요소간 상호간섭을 감소시키는 방법을 제공한다.

과제 해결수단

<14> 본 발명은, CDMA 시스템에서 높은 레이트의 패킷데이터 송신을 위한 신규의 향상된 방법 및 장치이다. 본 발명은, 여타의 가입자국에게는 최소한의 간섭을 유발시키면서 목적지의 가입자국에 강한 순방향링크 신호를 제공하는 수단을 제공함으로써, CDMA 시스템의 효율을 향상시킨다.

<15> 본 발명은, 빔형성 기술을 지상 무선 애플리케이션용으로 적합화함으로써, 하이-데이터-레이트 무선 시스템의 용량을 최대화하는 다른 접근법을 제공한다. 본 발명에 따라, 각각의 기지국에 다중 송신안테나들을 갖는 셀룰러 시스템을 설명한다. 각각의 기지국으로부터, 동일한 신호, 그러나 각각의 신호가 상이한 상대적 위상쉬프트 및 전력레벨을 갖는 신호가 각각의 안테나로부터 송신된다. 그 신호의 의도된 수신기 (통상적으로, 단일 가입자국) 의 반송파 대 혼신비 (C/I) 를 최대화하기 위하여, 각각의 송신안테나로부터 송신되는 신호들의 위상은 적절히 설정되어야 한다.

<16> 그 가입자국의 C/I 를 최대화하는 한 방법은, 서비스중인 기지국 각각의 송신 안테나들로부터 그 가입자국까지의 채널 임펄스응답을 결정하는 것이다. 그 서비스중인 기지국은, 이 서비스중인 기지국의 각각의 송신 안테나로부터 그 가입자국 안테나에 수신된 신호 각각의 위상 및 이득에 대한 정보를 요구한다. 그러므로, 가입자국으로 하여금 그 각각의 송신 안테나로부터 수신된 신호의 위상 및 이득을 추정할 수 있도록 하는 방법이 연구되어야 한다. 한 방법으로, 송신기 및 수신기 모두에 의해 알려진 특성을 갖는 참조신호를 각각의 송신 안테나로 송신하는 것이다. 본 발명의 예시적인 실시예에서는, 참조신호 버스트 (reference signal burst) 가 기지국의 안테나 각각으로부터 전송되어, 가입자국으로 하여금 그 각각의 송신안테나에 대응하는 채널 임펄스응답을 개별적으로 추정하도록 한다. 그 참조신호 버스트들은, 한번에 하나의 안테나를 통해 그 참조신호 버스트를 송신하여 분리시키거나, 각각의 안테나에 대한 상이한 왈시코드 (Walsh code) 와 같이, 각각의 안테나에 대해 상이한 코드 스페이스를 사용하여 분리시킬 수도 있다.

<17> 다른 방법으로는, 기지국이 각각의 안테나에 대해 상이한 구조를 갖는 참조신호를 사용하는 대신에, 각각의 안테나에서 채널 임펄스응답 참조신호를 계속 송신할 수도 있다. 가입자국은 그 상이한 참조신호들을 개별적으로 검출하여, 각각의 송신 안테나에 대응하는 채널 임펄스응답을 추정할 수 있다. 그 가입자국에 다중 수신 안테나가 존재하면, 가입자국은 각각의 송신안테나-수신안테나 쌍에 대응하는 채널 임펄스응답을 추정해야 한다.

<18> 가입자국은 각각의 송신안테나-수신안테나 쌍에 대응하는 그 추정된 채널 임펄스응답을 나타내는 신호를 역방향 링크로 송신한다. 각각의 송신안테나-수신안테나 쌍의 채널 임펄스응답이 알려지면, 기지국은 각각의 가입자국에 대해 빔을 최적으로 형성한다.

<19> 송신 안테나들로부터 전송되는 신호들을 조정하는 다른 방법은, 채널 임펄스응답이 아닌 신호품질 피드백을 가입자국으로부터 기지국으로 전송하는 것에 기초한다. 예를 들면, 가입자국은 그 가입자국이 수신하는 C/I 를 측정하고, 그 추정된 수신 C/I 값을 나타내는 신호를 기지국에 송신할 수도 있다. 그런 후, 그 기지국은 그의 하나 또는 모든 송신 안테나에서 송신되는 신호의 위상을 조정할 수 있다. 그런 후, 그 가입자국은 그 수신된 C/I 를 새로이 추정하고 이 추정치를 그 기지국에 전송한다. 기지국은 이전의 C/I 와 새로운 C/I 를 비교한다. C/I 가 증가되었으면, 기지국은 가입자국에서의 C/I 를 증가시키기 위해 이전과 동일한 방향으로 송신신호들의 위상을 더 조정한다. 그러나, 그 새로운 C/I 가 이전의 C/I 보다 낮으면, 기지국은 송신신호의 위상들을 반대방향으로 조정한다. 가입자국들로부터의 신호품질 피드백에 기초하여 상이한 안테나들의

송신신호 위상 및 이득을 갱신하기 위해 상이한 알고리즘들이 사용될 수도 있다.

- <20> 기지국으로의 피드백으로서, 그 추정된 C/I 에 기초한 어떠한 신호품질 측정기준도 가입자국에 의해 사용될 수 있다. '386 출원에 설명된 예시적인 하이-데이터-레이트 무선 통신시스템에서, 가입자국은 가입자국이 패킷을 성공적으로 수신할 수 있는 데이터 레이트를 그의 추정된 C/I 에 기초하여 결정한다. 그 C/I 측정치 대신에 데이터 레이트가 데이터 레이트 제어 (DRC) 신호의 형태로 기지국에 전송된다. 그 예시적인 시스템에서, DRC 정보는 가입자국에 의해 전송되는 역방향링크 신호 내에 임베드(embed)된다. 그런 후, 기지국은 그 DRC 신호의 변화를 이용하여, 기지국이 송신신호의 위상을 올바른 방향으로 변화시키고 있는지를 결정할 수 있다. 가입자국으로부터의 최대 데이터 레이트 제어 (최대 DRC) 신호에 대응하는 위상들이 발견되면, 기지국은 그 특정 가입자국으로의 모든 송신에 대하여 그 위상들을 사용한다. 통상적으로, 기지국은 다수의 가입자국으로 송신될 패킷들의 스케줄을 관리해야 한다. 이 경우, 패킷들이 순방향 링크로 상이한 가입자국에 송신되는 순서를 결정하는 스케줄링 알고리즘이 연구되어야 한다. 스케줄러가 서비스할 가입자국을 결정하면, 기지국은 그 최대 DRC 에 대응하는 위상들을 사용하여 그 가입자국에 신호를 송신한다.
- <21> '386 출원에 설명된 예시적인 시스템에서, 가입자국에서 측정된 C/I 및 DRC 정보는 서비스중인 기지국으로부터의 신호와 여타의 모든 기지국으로부터의 간섭을 비교하는 것에 기초한다. 여타의 기지국들에 의해 어느 한 순간에 야기되는 간섭은 그 기지국들에 의해 송신되는 신호들의 위상에 의존한다. 가입자국이 제 1 기지국으로부터 데이터를 수신하도록 예정된 타임 슬롯동안, 제 2 기지국이 자신의 송신위상들을 변화시킨다고 가정하자. 이는 그 가입자국에서의 간섭을 상당히 증가시킬 수 있어, 그 제 1 기지국에 의해 송신되는 신호의 수신에 대한 신뢰도를 허용할 수 없는 레벨까지 감소시켜, 결국 그 가입자국에서의 패킷 에러율을 증가시킬 수 있다.
- <22> 상기의 문제를 해결하는 한 방법은, 각각의 기지국이 부가적인 신호 버스트 (여기서, DRC 참조 버스트라 칭함)를 배정하는 것이며, 이 부가적인 신호 버스트는 그 기지국이 미래에 소정의 갯수의 슬롯에 대해 사용하고자 하는 송신 위상들을 사용하여 송신된다. 그런 후, 가입자국들은 그 DRC 참조 버스트를 사용하여 적합한 미래의 순방향링크 데이터 레이트들을 계산할 수 있다. 이런 방법으로, 가입자국들은 간섭 레벨이 얼마나 될지를 알기 때문에 미래의 DRC들을 추정한다. 그러므로, 각각의 타임 슬롯동안, 현재 슬롯의 데이터를 복조하기 위한 데이터 파일럿 버스트들, 및 현재로부터 2 슬롯 미래의 DRC 를 추정하기 위한 DRC 참조 버스트들의 2 종류의 신호 버스트가 송신된다. 데이터 파일럿은 현재 슬롯의 데이터를 송신하기 위해 사용되는 동일한 송신 위상들을 사용하여 송신된다.
- <23> 제안된 3세대 CDMA 시스템에서, 신호는 4진 위상 천이 (QPSK) 변조를 사용하여 변조된다. QPSK 신호의 동상 성분 (I) 및 직교성분 (Q) 상에서의 부하의 균형을 맞추기 위해, 복소 PN 확산법이 이용된다. 복소 PN 확산법은, 본 발명의 양수인에게 양도되고, 본 명세서에서 참조로서 통합되는, 발명의 명칭이 "REDUCED PEAK-TO-AVERAGE TRANSMIT POWER HIGH DATA RATE IN A CDMA WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM" 인 미국특허출원 제 08/856,428 호에 설명되어 있다.
- <24> 소프트 핸드오프중인 상이한 기지국들로부터의 신호를 복조하고 다중경로수신에 기초한 개선된 신호추정 방법 및 장치가, 본 발명의 양수인에게 양도되고, 본 명세서에서 참조로서 통합되는, 발명의 명칭이 "DIVERSITY RECEIVER IN A CDMA CELLULAR TELECOMMUNICATION SYSTEM" 인 미국특허 제 5,109,390 호에 상세히 설명되어 있다.
- <25> CDMA 통신시스템에서 탐색 및 획득을 수행하는 방법 및 장치가, 모두 발명의 양수인에게 양도되고, 본 명세서에서 참조로서 통합되는, 발명의 명칭이 "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING SEARCH ACQUISITION IN A CDMA COMMUNICATIONS SYSTEM" 인 미국특허 제 5,805,648 호, 및 미국특허 제 5,644,591 호에 상세히 개시되어 있다.

효 과

- <26> 가변 레이트 송신을 할 수 있는 CDMA 데이터 통신시스템에서, 빔형성 기술들을 사용하여, 기지국로부터 인접 셀 들 내의 가입자국들로의 송신으로 인해 유발되는 평균 간섭을 감소시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <27> 도 1 은 셀 영역 (124) 내의 가입자국 (112) 으로 송신하는 지상 기지국 (102) 및 셀 영역 (126) 내의 가입자국 (116) 으로 송신하는 지상 기지국 (104) 을 나타낸다. 기지국 (102) 은 복수 개의 송신 안테나 (106) 를 통해 송신하고, 기지국 (104) 은 복수 개의 송신 안테나 (108) 를 통해 송신한다. 각각의 기지국이 단 2 개의

송신 안테나를 갖는 것으로 도시되었으나, 본 발명은 지향성 안테나 어레이를 이용하는 송신안테나를 포함하여, 2 개 이상의 송신 안테나를 갖는 기지국에도 적용가능하다. 또한, 당업자는 본 발명으로부터 벗어나지 않고, 옴니-지향성 (omni-directional) 안테나 및 120도-지향성 안테나를 포함한 다양한 형태와 편파성 (polarization) 을 갖는 안테나들이 사용될 수 있음을 알 것이다. 또한, 본 발명에서 벗어나지 않고, 한 기지국의 송신용으로 사용되는 하나의 안테나는 동일한 기지국에 의해 사용되는 여타의 안테나들과 상이한 형태일 수도 있다.

- <28> 단일 기지국의 복수 개의 안테나를 통해 송신되는 신호들은 송신위상의 차이를 제외하고는 동일하다. 가입자국 (112) 으로 신호를 송신할 때, 기지국 (102) 은 안테나 (106) 들을 통해 송신되는 신호들의 위상을 조정하여, 가입자국 (112) 에 속하는 하나 이상의 수신 안테나를 향해 지향되는 신호빔 (110) 을 형성한다. 예를 들어, 안테나 (106a) 를 통해 송신되는 신호는, 안테나 (106n) 를 통해 송신되는 동일한 신호보다 약간 먼저 송신되어, 두 신호가 가입자국 (112) 에 동상으로 착신하도록 할 수 있다. 마찬가지로, 기지국 (104) 은 그의 안테나 (108) 들을 통해 송신되는 신호들의 위상을 조정하여, 가입자국 (116) 을 향한 신호빔 (118) 을 형성하거나, 가입자국 (120) 을 향한 신호빔 (122) 을 형성한다.
- <29> 일반적으로, 빔형성을 사용하여 서비스 영역에 랜덤하게 분산된 가입자국들에게로 송신하는 기지국은, 단일 안테나를 통해 그의 모든 가입자국에게 송신하는 기지국에 비해 인접 셀들 내의 가입자국들에게 간섭을 덜 유발시킨다. 그의 셀 내의 가입자국 (112) 의 위치에 따라, 제 1 기지국 (102) 으로부터의 빔 (110) 은, 제 2 기지국 (104) 으로부터 신호를 수신하는 가입자국 (116) 에게 최소의 간섭을 유발시킨다. 어떤 때에는, 그 제 1 기지국 (102) 으로부터의 빔 (110) 이 가입자국 (116) 에게 더 큰 간섭을 유발시키는 방향을 향한다. 송신 스펙트럼의 효율적인 사용을 최대화하기 위해, 기지국 (104) 은, 기지국 (102) 에 의해 송신된 빔 (110) 에 의해 유발된 간섭에 기초하여 가입자국 (116) 으로 송신되는 신호를 조정한다.
- <30> 때때로, 기지국은 그의 셀 서비스 영역 내의 모든 가입자국에게 방송 정보 (broadcast information) 를 송신해야 한다. 그 셀 내의 모든 가입자국이 동일한 빔을 따라 위치할 수는 없으므로, 그러한 방송 정보는 그 기지국의 서비스 영역 내의 모든 가입자국에 도달하도록 하는 브로드 빔을 사용하여 송신된다.
- <31> **방송파 대 혼신비 (C/I) 추정 및 데이터 레이트 제어 (DRC)**
- <32> 바람직한 실시예에서는, 송신되는 것은 CDMA 신호들이며, 여타의 가입자국들 및 셀 영역들을 서비스하는 기지국들의 송신으로 인해, 한 수신 가입자국이 겪는 대부분의 간섭이 유발된다. 바람직한 실시예에서, 각각의 가입자국은 C/I, 또는 방송파 대 혼신비를 주기적으로 추정한다. 그런 후, 그 결과의 C/I 측정정보가 각각의 가입자국으로부터 그의 서비스중인 기지국으로 송신된다. 그 기지국은 고정된 전력 레벨로 송신하지만, 그 가입자국으로부터 수신된 C/I 정보에 따라 각각의 가입자국에 송신하기 위해 사용되는 데이터 레이트를 변화시킨다.
- <33> 그 가입자국이 C/I 를 측정하여 그 결과를 그의 서비스중인 기지국으로 송신하는 시간과 그 기지국이 그 C/I 측정치들을 사용하여 그 가입자국에 데이터를 송신하는 시간 사이에는 본질적인 딜레이가 존재한다. 데이터 송신동안 존재하는 간섭이 C/I 측정동안 존재한 간섭을 초과하면, 기지국은 신뢰가능한 수신으로서 너무 높은 데이터 레이트로 그 측정중인 가입자국에게 데이터를 전송한다. 그 결과, 그 가입자국으로의 데이터에 손실이 발생한다. 데이터 송신동안 존재하는 간섭이 C/I 측정동안 존재한 간섭보다 낮으면, 기지국은 채널에 의해 실제로 지원될 수 있는 것 보다 낮은 데이터 레이트로 그 측정중인 가입자국에게 데이터를 전송한다. 이는 그 가입자국에 데이터 손실을 유발시키지는 않지만, 최적 이하의 데이터 레이트를 사용하여, 시스템의 전체 용량을 감소시키므로, 바람직하지 않다.
- <34> 예시적인 실시예에서, 각각의 기지국은 소정의 지속기간의 타임 슬롯들 동안 한번에 하나의 가입자국에게 고속 데이터 버스트들을 송신함으로써, 그의 셀 서비스영역 내에 위치한 가입자국들에게로 송신한다. 기지국이 특정 순간에 몇몇 가입자국을 위해 대기중인 데이터를 가지면, 그 기지국은 데이터가 가입자국들에게로 전송되는 순서를 정할 때 선입선출의 우선순위법을 사용한다. 예시적인 실시예에서, 각각의 기지국은 인접 셀들 내의 가입자국들에 대한 그 결과적인 빔의 영향에 상관하지 않고 그의 가입자국들 각각에 대하여 타임 슬롯의 스케줄을 정한다.
- <35> 다른 실시예에서, 기지국들은 송신 빔들의 스케줄링을 조정하여, 인접 셀들 내의 가입자국들에 대한 간섭을 최소화하고 그 네트워크의 가입자국에 대한 처리율을 최대화한다.
- <36> 기지국 송신 빔형성을 사용하는 CDMA 시스템에서, 각각의 기지국은 그 기지국이 데이터 버스트를 전송하는 각각

의 가입자국에게로 신호 빔의 방향을 정한다. 기지국이 그의 서비스영역 내의 여러 가입자국에게로 송신할 때, 그 송신 빔의 방향은 각각의 수신중인 가입자국의 위치에 따라 변한다. 도 1 에 도시한 바와 같이, 가입자국 (116) 을 향한 기지국 (104) 으로부터의 빔 (118) 은, 다른 셀 (124) 내의 가입자국 (112) 에 의해 수신되는 신호에 상당한 간섭을 유발시킬 수 있는 어느 한 방향을 향할 수도 있다. 어떤 때에는, 기지국 (104) 이 경로 (122) 를 따라 상이한 가입자국 (120) 으로 송신함으로써, 가입자국 (112) 에서 수신되는 신호에 최소의 간섭을 유발시킬 수도 있다. 물론, 기지국 (102) 이 가입자국 (112) 으로의 송신을 위한 데이터 레이트를 선택해야 할 때, 기지국 (104) 에 의해 사용되는 빔 (118 또는 122) 의 방향이 그 가입자국 (112) 에게 가장 중요하다.

- <37> 상술한 바와 같이, 가입자국 (112) 은 기지국 (102) 으로부터 가입자국 (112) 으로의 송신을 위한 데이터 레이트를 선택하는 데 사용되는 정보를 기지국 (102) 에게 전송하기 위해 C/I 를 측정한다. 서비스중인 기지국 (102) 이외의 다른 기지국들에 의해 유발되는 가입자국 (112) 에 대한 간섭량이 크면, 기지국 (102) 은 가입자국 (112) 에게 낮은 데이터 레이트로 송신한다. 반대로, 서비스중인 기지국 (102) 이외의 다른 기지국들로부터의 가입자국 (112) 에 대한 간섭량이 작으면, 기지국 (102) 은 가입자국 (112) 에게 높은 데이터 레이트로 송신한다.
- <38> 불행히도, 여타의 기지국들에 의해 사용되는 빔의 방향이 이들 기지국 각각의 셀 서비스영역 내의 가입자국들의 위치에 기초하여 변화되므로, 한 가입자국에 의해 측정된 C/I 또한 넓게 변할 수 있다. C/I 의 추정은, 그것이 송신의 타임 슬롯동안 존재한 간섭에 대응하면, 그 타임 슬롯에 대한 적합한 데이터 레이트를 선택하는 경우에만 유용하다. 주어진 가입자국 및 타임 슬롯에 대한 C/I 의 예측 불능은, 최적의 데이터 레이트에 대한 정확한 선택을 불가능하게 한다.
- <39> C/I 예측의 문제들은, 무선 네트워크의 각 기지국이 미래의 송신에 사용될 빔을 따라 데이터 레이트 제어 (DRC) 참조신호를 송신하는 본 발명의 일 실시에서 언급한다. 그러한 DRC 참조신호는 각 가입자국에 의해 사용되어, 그 가입자국이 미래의 송신을 수신할 때 존재할 간섭레벨을 추정하고 예측한다.
- <40> 도 2 는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 송신 타임 슬롯의 신호 구조를 나타낸다. 기지국은 소정의 기간의 타임슬롯 (202) 들 내의 데이터를 송신한다. 각각의 타임 슬롯은 2 개의 동일한 1/2-슬롯 (204a 및 204b) 으로 분할된다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 각각의 타임슬롯의 길이는 2048 심볼 칩이며, 각각의 1/2-슬롯의 길이는 1024 칩이다. 각각의 1/2-슬롯 (204) 의 중심에는 데이터 파일럿 버스트 (208) 가 있다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 각 데이터 파일럿 버스트 (208) 의 지속기간은 96 칩이다. 첫번째 1/2-슬롯 (204a) 의 데이터 파일럿 (208a) 이전에, 기지국은 데이터 레이트 제어 (DRC) 참조 버스트 (206) 를 송신한다. 바람직한 실시예에서, DRC 참조 버스트 (206) 의 길이 또한 96 칩이다. 각 슬롯 (202) 의 나머지 부분들 (210) 은, 전력 제어정보와 같은 여타의 필수적인 신호 성분들과 함께, 그 슬롯의 가입자국 데이터를 포함한다. 그 가입자국 데이터는, 그 가입자국 데이터와 동일한 빔으로 송신된 데이터 파일럿 버스트 (208) 들을 사용하여 복조된다. 당업자는, 슬롯 길이, 1/2-슬롯 길이, 데이터 파일럿 버스트 길이, 및 DRC 참조 버스트 길이와 같이, 설명된 칩 길이는 본 발명으로부터 벗어나지 않고 변화시킬 수도 있음을 알 것이다.
- <41> 통상적으로, DRC 참조 버스트 (206) 는 데이터 파일럿 (208) 들 또는 가입자국 데이터와 동일한 빔을 따라 송신되는 것이 아니라, 소정의 타임 오프셋에 대해 미래에 사용될 잠정적으로 상이한 빔을 따라 송신된다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 그러한 소정의 타임 오프셋은 2개의 슬롯이다. 그러므로, 도시된 슬롯 (202) 이 슬롯 n 이면, DRC 참조 버스트 (206) 는, 슬롯 (n+2) 의 데이터 파일럿 버스트들 및 가입자국 데이터 부분들을 송신하는데 사용될 빔을 따라 송신된다. 당업자는 그 소정의 타임 오프셋의 길이는 본 발명으로부터 벗어나지 않고 2개 슬롯 이외의 길이일 수도 있음을 알 것이다.
- <42> 슬롯 (n+2) 동안 데이터의 방향이 기지국 (102) 으로부터 가입자국 (112) 으로 정해진다면, 기지국 (102) 은 슬롯 n 동안 가입자국 (112) 과 결합된 빔 (110) 에 따라 그의 DRC 참조 버스트를 송신할 것이다. 그 동일한 슬롯 n 동안, 인접 기지국 (104) 은, 그 기지국이 슬롯 (n+2) 에서 송신할 가입자국과 결합된 빔을 따라 DRC 참조 버스트를 송신한다. 일례로, 가입자국 (116) 이 슬롯 (n+2) 동안 빔 (118) 을 따른 기지국 (104) 으로부터의 데이터의 목적지라 가정하자. 그런 후, 가입자국 (112) 이 기지국 (102) 및 104) 모두로부터 DRC 참조 버스트 신호들을 수신하고, 그 수신된 신호들에 기초하여 C/I 측정치를 생성한다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 각 기지국의 송신은, 가입자국들로 하여금 각 기지국을 서로 구별할 수 있게 하는 PN 오프셋들을 갖는 유사잡음 (PN) 시퀀스와 믹싱된다. 가입자국 (112) 은, 그의 서비스중인 기지국 (102) 에 의해 송신된 파일럿 및 참조신호들의 획득을 수행한다. 슬롯 n 동안, 가입자국 (112) 은, 빔 (110) 을 따라 송신된 DRC 참조

버스트의 강도와, 기지국 (104) 로부터의 DRC 참조 버스트와 같은 주위의 기지국들로부터의 DRC 참조 버스트들에 의해 유발된 간섭을 비교하는 C/I 측정치를 생성한다.

<43> DRC 참조 버스트 (206) 는 각각의 슬롯 (202) 에서 일찍 송신되어야만, 가입자국이 그 DRC 참조 신호들로부터의 간섭 추정량을 생성하고 그 간섭정보를 기지국에 송신하여, 기지국으로 하여금 그 정보를 사용하여 적당한 레이트로 가입자에게 데이터를 송신하도록 하는 충분한 시간이 존재하게 된다. 이러한 이유로, 도시된 예시적인 실시예는, 슬롯주기 (202) 의 초기에 송신되는 DRC 참조 버스트 (206) 를 갖는다. 당업자는 슬롯 (202) 내의 DRC 참조 버스트 (206) 의 위치가, 본 발명에서 벗어나지 않고 변화할 수도 있음을 알아야 한다.

<44> **빔형성 최적화**

<45> 특정 가입자국들을 향해 신호 빔들의 방향을 정하는 빔형성 기술들을 사용하기 위해선, 송신중인 기지국들이 각 가입자국에 대한 최적의 빔을 알아야 한다. 지상 무선 네트워크에서는, 그 네트워크의 기지국들 또는 각각의 부가되는 또는 이동되는 가입자국에 대한 어떤 종류의 빔형성 교정 (calibration) 도 수행하지 않으면서 가입자국들을 부가하거나 이동시킬 수 있는 것이 바람직하다. 부가된 또는 이동된 각 가입자국에 대한 교정이 허용된다 해도, 부가 또는 이동에 무관하게, 지상 무선환경에서의 전파환경은 시간에 걸쳐 변할 수 있다. 각 가입자국에게 신호들을 송신하기 위해 사용되는 빔들을 시간에 걸쳐 적합하게 최적화할 수 있는 필요가 있다.

<46> 빔형성 최적화의 몇가지 방법들이 본 발명의 실시예들에 의해 예시되어 있다. 그들 어느 것도 빔형성 교정을 필요로 하지 않으며, 그 방법들 모두는 기지국이 빔을 따라 가입자국으로 송신하는 무선 네트워크에서 송신 빔들을 적합하게 조정하는 데 사용될 수 있다.

<47> 본 발명의 제 1 실시예는 게이트된 (gated) 신호들을 사용하여 기지국으로부터 각 가입자국으로의 송신채널의 특성을 나타낸다. 기지국들은 가입자국들이 알고 있는 특성들을 가지는 참조신호를 복수 개의 송신 안테나 각각을 통해 송신하고, 그 가입자국은 그 수신된 신호들을 사용하여 그 채널의 채널 임펄스응답을 추정한다. 한번에 하나의 송신안테나를 통해 송신된 소정의 참조신호를 평가함으로써, 가입자국은 각각의 개별적 송신 안테나에 대한 채널 임펄스응답 정보를 기지국들에게 제공할 수 있다.

<48> 다른 실시예에서는, 각각의 안테나에 대한 참조신호들을 시간적으로 분리하는 대신, 복수 개의 송신 안테나 각각에 대한 참조신호들이 동시에 송신되지만, 예를 들어, 각각의 안테나에 대하여 상이한 왈시코드를 사용하는 직교코딩에 의해 분리된다.

<49> 본 발명의 바람직한 실시예에서, 그 소정의 참조신호는 CDMA 유사잡음 (PN) 신호이며, 가입자국은 CDMA 탐색기를 이용하여 각각의 송신 안테나로부터 수신된 파워렛 신호들의 상대적 오프셋들을 추정한다. 그 상대적 오프셋들이 다시 기지국에 알려지면, 그 기지국은 그 정보를 사용하여, 신호들이 그 가입자국의 수신기에 동상으로 도달하도록 각 안테나를 통해 송신되는 그 신호들의 위상을 조정한다. 다중 안테나들을 통한 송신신호의 그러한 위상조정의 결과가 그 관련된 가입자국의 방향의 빔이다.

<50> 다른 실시예에서는, 각 기지국의 상이한 송신 안테나들에 대응하는 참조신호들이 계속적으로 송신되지만, 구조가 상이하여 가입자국이 그 신호들을 서로 구별할 수 있다. 그 상이한 참조신호들의 구조를 변화시키기 위해 사용될 수 있는 기술들로, 그 신호들의 PN 오프셋을 변화시키거나, 각 신호를 상이한 직교 왈시코드와 믹싱하는 것을 포함한다. 코드 스페이스 효율적으로 다중 파워렛신호들을 송신하는 방법이, 본 발명의 양수인에 의해 양도되고, 본 명세서에서 참조로서 통합되는, 발명의 명칭이 "METHOD AND APPARATUS FOR PROVIDING ORTHOGONAL SPOT BEAMS, SECTORS AND PICOCELLS" 인 미국특허출원 제 08/925,521 호 (2001년 9월 4일자, Lundby 등에게 미국특허 제 6,285,655 호로 등록됨) 에 설명되어 있다.

<51> 다른 실시예에서, 각각의 가입자국은 각각의 송신 안테나로부터 수신된 신호들의 진폭을 또한 측정한다. 어떤 경우에는, 장애물들이 기지국의 여타의 안테나들 중 하나의 송신 안테나로부터의 신호들을 차단할 수도 있다. 그 진폭측정치들이 가입자국에 의해 기지국으로 알려지면, 그 기지국은 그 정보를 사용하여, 그 측정중인 가입자국에 데이터를 송신할 때 어떤 송신안테나들을 사용할 것인지를 결정한다. 목적지의 가입자국에 이득도 안되고 인접 셀들에 대해 부가되는 간섭을 유발시킬 차단된 안테나로부터 신호를 송신하는 대신, 차단되지 않은 송신안테나들만을 사용하여 목적지의 가입자국에 신호를 송신하는 것이다.

<52> 그러한 채널 임펄스응답 측정을 수행하는 것의 장점들로는, 각 가입자국에 대한 최적의 송신 빔들의 정확성 및 신속한 확립을 포함한다. 그러나, 기지국에 의해 사용되는 송신안테나의 갯수가 증가할수록, 각각의 안테나에 대하여 채널 임펄스응답 특성들을 측정하고 그 특성들을 서비스중인 기지국에서 유지하기 위해 요구되는 부

하가 과증해진다.

<53> 본 발명의 바람직한 실시예는, 각 가입자국으로부터 그의 서비스중인 기지국들 각각에 전송되는 C/I 측정정보를 사용하여 빔형성 최적화를 달성한다. 각 서비스중인 기지국은 각 가입자국에게 송신하는데 사용되는 빔을 반복적으로 조정하고 그 가입자국으로부터 다시 송신되는 C/I 정보에 대한 그 빔 조정의 영향을 평가한다. 이 방법은 각각의 개별적인 송신안테나에 대하여 채널 임펄스응답을 측정하는 것에 비해 더 간단하며 부하를 덜 요구한다. 그러나, 반복적이기 때문에, 이 방법을 사용하는 빔형성 최적화는 채널 임펄스응답법보다 시간이 더 소요될 수 있다.

<54> 바람직한 실시예에서, 가입자국에 의해 생성된 C/I 측정치들은, 기지국에 의하여 가입자국으로의 차후의 송신과 함께 사용될 데이터 레이트들을 선택하는데 사용된다. 그 결과의 데이터 레이트 정보는 데이터 레이트 제어 (DRC) 채널을 통해 각각의 가입자국으로부터 서비스중인 기지국으로 송신된다. 또한, 바람직한 실시예에서, 그 DRC 채널을 통해 각각의 기지국으로 전송된 데이터 레이트 정보는 빔형성 최적화를 위해 사용된다. 그 C/I 측정치들은 DRC 정보를 형성할 때 반드시 양자화되지만, DRC 정보는 대역폭을 덜 요구한다. 또한, 빔형성 최적화를 수행하기 위해 그 DRC 채널을 재사용하는 것은 시간에 걸친 전파환경 또는 가입자국들의 움직임의 변화를 보상할 수 있는 지속적인 최적화를 용이하게 한다.

<55> **빔형성 기지국 송신기 장치**

<56> 도 3 은 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 다중 송신 안테나들을 통해 한 셀 내의 하나 이상의 가입자국에게 신호들을 송신하는데 사용되는 CDMA 기지국의 예시적 실시예의 블록도를 나타낸다. 송신될 데이터는, 복소 유사잡음(PN) 확산기 (302) 에 대한 입력으로서 제공되는 동상 (I) 및 직교 (Q) 샘플들의 스트림형태로 생성된다. 복소 PN 확산기 (302) 는 그 I 및 Q 샘플들을 쇼트 PN 코드 생성기 (304) 에 의해 생성되는 쇼트 PN 코드 샘플들과 믹싱한다. 그 결과의 PN 확산 샘플 스트림들을 베이스밴드 유한 임펄스-응답 (FIR) 필터 (306a 및 306b) 들로 필터링하여, 가입자국들에게 상향변환되어 송신될 베이스밴드 복소 샘플 스트림들을 생성한다. 전송한 미국특허출원 제 08/856,428 호에 설명된 바와 같은 복소 PN 확산기들들에 따르면, 베이스밴드 FIR (306a 및 306b) 에 제공되는 신호들은 다음 수학적식들을 따른다.

수학식 1

<57>
$$X_I = I * PN_I - Q * PN_Q$$

수학식 2

<58>
$$X_Q = Q * PN_I + I * PN_Q$$

<59> 여기서, I 는 디지털 동상 샘플들, Q 는 디지털 직교-위상 샘플들, PN_I 는 동상 쇼트 PN 시퀀스, PN_Q 는 직교-위상 PN 시퀀스이고, X_I 및 X_Q 는 각각 동상 및 직교-위상 채널 상으로 변조될 신호이다. 수학식 (1) 로 나타낸 신호는 FIR 필터 (306a) 로 필터링되고, 수학식 (2) 로 나타낸 신호는 FIR 필터 (306b) 로 필터링된다. FIR 필터 (306a 및 306b) 는 배정된 대역폭에 맞추고 심볼간 간섭을 최소화하도록 송신파형의 형태를 형성하도록 동작한다.

<60> FIR 필터 (306a 및 306b) 에 의해 출력된 신호들은, 각각의 안테나 송신 서브시스템이 단일 송신 안테나 (322) 를 구비하는 2 개 이상의 안테나 송신 서브시스템 (324) 으로 제공된다. 슬롯 TDM 타이밍 생성기 (307) 는, 각각의 송신슬롯 (202) 내의 다양한 시분할다중화 (TDM) 송신주기들에 대응하는 타이밍 신호들을 생성한다. 슬롯 TDM 타이밍 생성기 (307) 는 그러한 출력신호를 빔형성 제어처리기 (308) 에 제공하고, 그 처리기는 그 신호를 사용하여 그 상이한 TDM 주기들에 대응하는 신호들을 상이한 신호 빔들로 송신한다. 상술한 바와 같이, 신호의 DRC 참조부 (206) 를 송신하는데 사용되는 빔은 각 슬롯 (202) 의 데이터 파일롯 (208) 및 가입자국 데이터 (210) 를 송신하는데 사용되는 빔과 상이할 수 있다.

<61> 슬롯 TDM 타이밍 생성기 (307) 로부터의 신호에 기초하여, 빔형성 제어처리기 (308) 는 개개의 위상 및 진폭 제어신호들을 각각의 안테나송신 서브시스템 (324) 에 제공한다. 각 안테나송신 서브시스템 (324) 으로의 위상 제어신호들을 조정함으로써, 빔형성 제어처리기 (308) 는, 기지국의 셀 내의 상이한 가입자국들에 대응하는 빔들을 따라 시간에 걸쳐 그 기지국의 송신 빔을 변화시킨다. 도시한 바와 같이, 빔형성 제어처리기 (308)

는 진폭 제어신호 α_1 및 위상 제어신호 Φ_1 를 안테나송신 서브시스템 (324a)에 제공하고, 진폭 제어신호 α_n 및 위상 제어신호 Φ_n 를 안테나송신 서브시스템 (324n)에 제공한다. 또한, 상술한 바와 같이, 빔형성 제어처리기 (308)에 의해 생성된 빔형성 위상 및 진폭신호는, 기지국에 의해 그의 셀 내의 각 가입자국으로부터 수신된 C/I 정보에 기초한다.

<62> 예시적인 실시예에서, 빔형성 제어처리기 (308)는, 기지국의 서비스 영역내의 각 가입자국에 대한 최적의 빔형성 파라미터들의 데이터베이스를 보유한다. 도시한 바와 같이, 빔형성 제어처리기 (308)는, 가입자국들에 대한 슬롯들의 배정을 나타내는 신호 또는 기지국 제어처리기 (미도시함)로부터의 빔들을 수신한다.

<63> 빔형성 제어처리기 (308)는, 마이크로프로세서들, 필드 프로그래머블 게이트 어레이들 (FPGA), 프로그래머블 논리장치 (PLD), 디지털 신호 처리기 (DSP), 주문형 반도체 (ASIC) 또는 필요한 진폭 및 위상 제어신호들을 생성하고 조정할 수 있는 여타의 장치를 사용하여 구현된다. 당업자는 이것이 그 송신기 장치 내에 이미 존재하는 다른 처리기 내부에 빔형성 제어처리기 (308)를 구현하는 것을 배제하는 것이 아님을 알 것이다.

<64> 상술한 바와 같이, 안테나 (322n)로부터 목적지의 가입자국으로의 신호전과경로의 차단이 더 일찍 판단되면, 제어처리기 (308)는 안테나송신 서브시스템 (324n)에 매우 낮은 또는 제로 전력의 송신을 나타내는 진폭 제어신호 α_n 을 전송한다.

<65> 각각의 안테나송신 서브시스템 (324)은, 상향변환 (upconversion), 위상제어, 증폭, 및 하나의 송신 안테나 (322)를 통한 신호의 전송에 필요한 컴포넌트들을 포함한다. 베이스밴드 FIR (306a)에 의해 제공되는 신호들은 위상-제어 발진기 (310)에 의해 제공되는 믹싱신호와 믹서 (312)에서 믹싱된다. 베이스밴드 FIR (306b)에 의해 제공되는 신호들은 위상-제어 발진기 (318)에 의해 제공되는 믹싱신호와 믹서 (314)에서 믹싱된다. 표시된 바와 같이, 위상-제어 발진기 (310 및 318)는 빔형성 제어처리기 (308)로부터 진폭 및 위상 제어신호들을 수신하며, 이 신호들은 그들의 출력 믹싱신호들의 위상 및 진폭을 변화시키기 위해 사용된다. 믹서 (312 및 314)의 출력신호들은 가산기 (316)에서 가산되어, 송신안테나 (322)를 통한 송신을 위해 증폭기 (320)에 제공된다.

<66> 각각의 안테나송신 서브시스템 (324)에 대하여, 증폭 및 송신 전에 디지털 신호들을 아날로그포맷으로 변환하기 위해 요구되는 디지털-아날로그 변환기 (DAC)들은 도시되지 않았다. 당업자는 본 발명에서 벗어나지 않고 아날로그 포맷으로의 변환이 수행될 수 있는 다수의 부분들이 있음을 알 것이다.

<67> 본 발명의 바람직한 실시예에서, 각각의 안테나송신 서브시스템 (324)은 가산기 (316)와 증폭기 (320) 사이에 위치하는 DAC를 포함한다. 이 바람직한 실시예에서는, 믹서 (312 및 314)는 디지털 믹서이며, 위상-제어 발진기 (310 및 318)는 디지털발진기 신호를 생성한다. 각각의 DAC는 가산기 (316)의 디지털 출력을 아날로그 신호로 변환하는 기능을 하며, 그 후 그 아날로그 신호가 증폭기 (320)에 의해 증폭되고 송신된다.

<68> 다른 실시예에서는, 안테나송신 서브시스템 (324)에 제공되는 입력신호는 이미 아날로그 포맷이다 (안테나송신 서브시스템 (324)에 신호를 제공하기 전에 아날로그로 변환됨). 이 다른 실시예에서, 위상-제어 발진기 (310 및 318)는 아날로그 믹싱신호를 생성하며, 믹서 (312 및 314)는 아날로그 믹서이고, 가산기 (316)는 아날로그 가산기이다.

<69> 당업자는 각 안테나를 통해 송신되는 신호들의 진폭제어가 본 발명에서 벗어나지 않고 상이한 방식들로 구현될 수 있음을 알 것이다. 예시적인 실시예에서, 빔형성 제어처리기 (308)는 각 안테나송신 서브시스템 (324)의 각각의 개별적인 증폭기 (320)에 진폭 제어신호들을 제공한다.

<70> 당업자는 위상-제어 발진기 (310 및 318)가 본 발명에서 벗어나지 않고 다양한 방식들로 구현될 수 있음을 알 것이다. 예시적인 실시예에서는, 위상-제어 직접 디지털 합성기 (Direct Digital Synthesizer; DDS)가 매우 미세한 위상분해능을 갖는 디지털 정현파 신호를 생성하는데 사용될 수도 있다. 다른 실시예에서는, 발진기 (310 및 318)가 위상-제어되지 않고, 가산기 (316)와 증폭기 (320) 사이에 위상 쉬프터가 위치한다.

<71> 도 3에 2개의 안테나송신 서브시스템 (324)이 도시되어 있으나, 2개 이상의 안테나송신 서브시스템이 본 발명에서 벗어나지 않고 빔형성 기지국 내에 구현될 수도 있다.

<72> 가입자국 장치

- <73> 도 4 는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 구성된 CDMA 가입자국 장치의 일부를 나타낸 도이다. 도시된 장치는, 수 개의 가능한 신호전파경로 또는 "핑거" 각각의 반송파 대 혼신비 (C/I) 를 추정하는데 사용된다.
- <74> CDMA 가입자국은 안테나 (402) 를 통해 무선신호를 수신한다. 이 수신된 신호는 그 가입자국의 서비스중인 기지국들 및 인접 셀들의 기지국들로부터의 신호성분들 및 열잡음을 포함한다.
- <75> 안테나 (402) 에서 수신된 신호들은 수신기 (404) 에 제공되고, 그 수신기는 자동이득제어 (AGC), 하향변환 (downconversion), 및 수학적 식 (1) 및 (2) 와 함께 상술한 디지털 X_I 및 X_Q 샘플 스트림을 생성하기 위한 복소 샘플링을 포함하는 종래기술에 공지된 몇몇 기능을 수행한다. 그 샘플 스트림들은 그 수신기의 하나 이상의 핑거복조기 모듈에 제공된다. 도 4 는 C/I 추정모듈 (422) 이라 명하는 각각의 핑거복조기 모듈의 서브세트의 컴포넌트들을 나타낸다. 각각의 C/I 추정모듈 (422) 은, 단일 기지국으로부터 단일의 전파경로를 통해 수신된 신호에 대응하는 C/I 추정량을 발생시킨다.
- <76> 바람직한 실시예에서, 각각의 핑거복조기는 복소 PN 역확산기 (410) 를 포함하며, 이 역확산기는 X_I 및 X_Q 샘플 스트림을 수신하고 PN 생성기 (412) 로부터의 유사잡음 시퀀스 PN_I 및 PN_Q 를 사용하여 PN 역확산 I 및 Q 샘플 스트림을 생성한다. 각각의 PN 생성기 (412) 에 의해 생성된 PN 신호의 타임오프셋은 핑거배정 제어기 (미도시함) 에 의해 제어된다. 슬롯 TDM 타이밍 제어기 (408) 는, 각각의 프레임주기 (202) 의 DRC 참조주기 (206) 에 대응하여, 각각의 핑거복조기의 C/I 추정모듈 (422) 에 DRC 참조 타이밍신호를 제공한다. 슬롯 TDM 타이밍 제어기 (408) 로부터의 DRC 참조 타이밍 신호는 각각의 핑거복조기의 대응하는 PN 생성기 (412) 에 의해 생성된 신호들과 정렬된다.
- <77> 각각의 C/I 추정모듈 (422) 내에서, I 및 Q 샘플들의 개별적인 평균들이 누산기 (414) 에 의해 생성된 후, 모듈 (418) 에서 제공되고 합산된다. 슬롯 TDM 타이밍 제어기 (408) 에 의해 제공된 신호를 사용하여, 누산기 (414) 가 DRC 참조주기 (206) 에 걸쳐 샘플들이 누산되며, 그 참조주기의 끝에서 그 누산된 총합은 DRC 참조주기 (206) 의 샘플지속시간인 n_{DRC} 로 나누어진다. 예를 들어, 복소 PN 역확산기 (410) 에 의해 생성된 I 및 Q 신호들 각각은 칩당 하나의 샘플의 레이트로 생성되고, 그 DRC 참조주기 (206) 가 96 칩이면, 각 DRC 참조주기의 끝에서 각 DRC 참조주기 (206) 에 걸쳐 각 누산기 (414) 에서 누산된 총합은 96으로 나누어진다. 각각의 누산기 (414) 에 의해 출력된 그러한 계산의 결과는, 그 DRC 참조주기 (206) 동안의 평균 I 또는 Q 샘플값이다. 이들 두 평균값들은 모듈 (418) 에서 제공되고 합산되어, 차후의 C/I 계산에 사용되는 평균 캐리어 에너지값 (E_c) 을 생성한다.
- <78> 각각의 C/I 추정모듈 (422) 내에서, 각 복소 PN 역확산기 (410) 로부터의 I 및 Q 샘플 스트림 또한 샘플마다 모듈 (416) 에서 제공되고 합산된다. 그 결과의 제공-합값들의 스트림은 누산기 (420) 에서 누산되고, 이 누산기는 누산기 (414) 와 동일한 기능을 수행한다. 슬롯 TDM 타이밍 제어기 (408) 에 의해 제공된 신호를 사용하여, 누산기 (420) 가 DRC 참조주기 (206) 에 걸쳐 샘플들을 누산하며, 그 참조주기의 끝에서 그 누산된 총합은 DRC 참조주기 (206) 의 샘플지속시간으로 나누어진다. 누산기 (420) 에 의해 생성된 평균은, 차후의 C/I 계산에 사용되는 평균 신호레벨 I_0 이다.
- <79> 당업자는 누산기 (414 및 420) 가 본 발명에서 벗어나지 않고 가산기들, 적분기들, 버퍼들 또는 로우패스필터들을 포함하는 다양한 방법으로 구현될 수도 있음을 알 것이다.
- <80> 각각의 핑거복조기에 대하여 E_c 및 I_0 값이 생성되면, 그 핑거에 대한 C/I 가 하기의 수학적식에 따라 계산된다.

수학적 식 3

$$\frac{C}{I} = \frac{E_c}{I_0 - E_c}$$

<81>

<82> 여기서, C/I 는 반송파 대 혼신비이다. 바람직한 실시예에서는, 가입자국 내의 모든 핑거복조기에 대한 C/I 값들이 합산되어, 수학적 식 (4) 에 따라 총(overall) C/I 값을 생성한다.

수학식 4

$$\left(\frac{C}{I}\right)_{overall} = \sum_{i=1}^{\#demod's} \left(\frac{C}{I}\right)_i$$

<83>

<84>

여기서, $(C/I)_{overall}$ 는 기지국으로의 DRC신호를 생성하기 위해 가입자국에 의해 사용되는 C/I 값이고, $(C/I)_i$ 는 각각의 펄거복조기에 의해 측정된 C/I 값이며, $\#demod's$ 는 그 수신기에 의해 사용중인 펄거복조기들의 갯수이다. 그런 후, 총 C/I 값은 소정의 세트의 데이터 레이트로 매핑되고, 이 데이터 레이트들은 공중으로 (over-the-air) 가입자국의 하나 이상의 서비스중인 기지국에게 송신된다.

<85>

단 2 개의 펄거복조기만이 도시되었지만, 당업자는 수신기가 본 발명에서 벗어나지 않고 2 개 이상의 펄거복조기를 가질 수 있으며, 그에 따라 2 개 이상의 C/I 추정모듈 (422) 을 가질 수 있음을 알아야 한다. 또한, 수신기는 본 발명에서 벗어나지 않고 직교코딩 또는 단일 PN 역확산과 같이, 복소 PN 역확산 이외의 역확산 방법을 사용할 수도 있다.

<86>

빔형성 최적화 방법

<87>

도 5 는 본 발명의 일 실시예에 따라 가입자국에 송신할 때 기지국에 의해 사용되는 송신 빔을 최적화하는 과정을 나타낸 흐름도이다. 예시적인 실시예에서, 시작블록 (501) 과 진행블록 (520) 사이의 단계들에 의해 포함되는 최적화 과정은 기지국의 서비스 영역 내의 각각의 가입자국에 대해 완료된다.

<88>

단일 가입자국에 대한 송신 빔의 최적화할 때의 제 1 단계는, 가입자국에서 C/I 를 측정하여 그 측정정보를 서비스중인 기지국에 제공하는 것이다 (502). C/I 값은 상기 수학식 (3) 및 (4) 에 따라 계산된다. 베이스 라인으로서 그 C/I 값이 얻어지면, 그 서비스중인 기지국의 송신 빔 각도가 소정의 양의 각도증분만큼 오프셋된다 (504). 예를 들어, 빔 각도를 증가시키는 것은 기지국을 기준으로 시계방향으로 빔을 이동시키는 것이라 하자. (각도를 증가시키는 것로서의 한 방향의 지정은 임의적이라는 것을 용이하게 알 것이다.)

<89>

C/I 추정 단계 (506a) 에서, 가입자국은 그의 수신된 신호의 C/I 를 다시 측정하여 그 정보를 서비스중인 기지국에 제공한다. 그런 후, 그 기지국은 빔 각도의 증가로부터 야기된 C/I 의 변화를 단계 (508a) 에서 평가한다. C/I 가 증가하면, 단계 (504, 506a 및 508a) 가 반복되어, 그 신호의 빔 각도를 증가시키는 것이 측정가능한 C/I 의 증가를 더 이상 야기하지 않거나, C/I 의 감소를 야기할 때까지 반복된다. 이들 빔 각도조정 (504) 중 한번의 각도조정이 C/I 의 감소를 야기시키면, 가장 최근의 빔 각도조정이 취소된다 (무효가 됨) (510). 단계 (510) 은 가장 최근의 빔 각도조정 이전의 상태로 그 송신 빔 각도를 복구한다. 단계 (514) 에서, 송신빔 각도를 증가시킨 효과가 평가되어 그 송신빔 각도를 감소시키는 것이 C/I를 향상시킬 수 있는지를 알아본다. 단계 (504 내지 510) 이 지속적인 빔 각도증가를 야기시켰으면, 빔 각도의 감소를 시도하는 단계들 (단계 512 내지 518) 은 건너뛴다. 즉, 한번 이상의 빔 각도증가가 이루어졌거나, 단계 (504, 506 및 508) 이, 단계 (510) 에 의해 취소되지 않은 빔 각도의 증가를 야기시켰으면, 송신 빔 각도를 감소시키는 것이 C/I를 향상시키는지를 평가할 필요가 없다. 이 경우, 본 방법은 단계 (514) 로부터 단계 (520) 으로 진행한다.

<90>

그러나, 빔 각도의 감소가 C/I를 향상시킬 수도 있음이 여전히 의심되면, 송신 빔 각도는 소정의 음의 빔 각도 오프셋만큼 오프셋되고 (504), 그 결과의 C/I 가 가입자국에서 추정되어 서비스중인 기지국에 제공된다 (506b).

<91>

판단 단계 (508b) 에서, 빔 각도조정 (512) 으로부터 야기된 C/I 의 변화가 평가된다. C/I 가 증가되면, 단계들 (512, 506b 및 508b) 이 반복되어, 신호의 빔 각도를 증가시키는 것이 측정가능한 C/I 의 증가를 더 이상 야기하지 않거나, C/I 의 감소를 야기할 때까지 반복된다. 이들 빔 각도조정 (512) 중 하나가 C/I의 감소를 야기하면, 가장 최근의 빔 각도조정이 취소된다 (무효가 됨)(518). 단계 (518) 은 가장 최근의 빔 각도조정 이전의 상태로 그 입력신호 빔 각도를 복구한다.

<92>

단계 (518) 후, 그 선택된 가입자국에 대한 빔형성 최적화가 종료되고 (520), 필요하다면, 다음 가입자국에 대하여 최적화가 수행된다.

<93>

본 발명의 실시예들에 의해 상술한 과정 중 몇가지 변동은 예상할 수 있다. 예시적인 실시예에서는, 각각의 가입자국이 서비스중인 기지국에게 상세한 C/I 측정치들 대신 데이터 레이트들을 송신한다. 측정된 C/I 값들을 데이터 레이트들에 매핑할 때, 양자화 오차가 있을 수 있어, C/I 값들의 한 범위에 대하여 동일한 데이터

레이트가 기지국에 전송될 수 있다. 기지국은, 가장 높은 데이터 레이트가 아닌 획득가능한 가장 높은 C/I 값에 대응하는 빔을 따라 송신하는 것이 바람직하다. 그러므로, 본 발명의 일 실시예는 C/I를 측정하여, 한 가입자국에 대하여 획득가능한 가장 높은 데이터 레이트에 대응하는 송신 빔 각도들의 범위를 식별한다. 한 가입자국에 대하여 그러한 범위가 식별되면, 기지국은 그 범위의 중간의 송신 빔 각도를 사용하여 그 가입자국에게 송신한다.

<94> 순방향 링크의 C/I 특성에 관해 설명하였으나, 당업자는 본 발명에서 벗어나지 않고 본 발명이 역방향 링크 C/I 추정에도 또한 적용될 수 있음을 알 것이다.

<95> 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은, 어느 당업자라도 본 발명을 제조하거나 사용할 수 있도록 하기 위해 제공된다. 당업자는, 이들 실시예들에 대한 다양한 변형들을 용이하게 알 수 있으며, 여기서 명시된 일반적인 원리들은 창작성을 이용하지 않고도 다른 실시예들에 적용할 수도 있다. 따라서, 본 발명은, 본 발명을 여기서 나타낸 실시예들로 제한하려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규의 특징들과 일치하는 가장 넓은 범위를 부여하는 것이다.

도면의 간단한 설명

<96> 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따라 구성된 지상 기지국들 및 가입자국들을 나타낸 도이다.

<97> 도 2 는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 송신되는 프레임들의 구조를 나타낸 도이다.

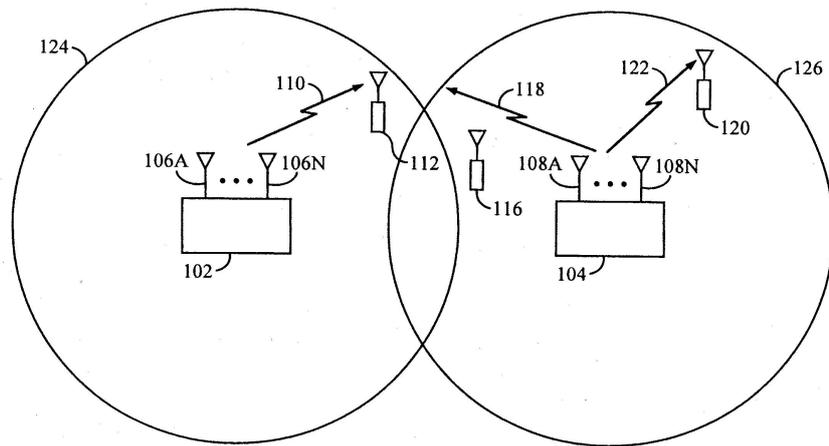
<98> 도 3 은 본 발명의 일 실시예에 따라 구성된 기지국 장치의 블록도이다.

<99> 도 4 는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 구성된 CDMA 가입자국 장치의 일부를 나타낸 도이다.

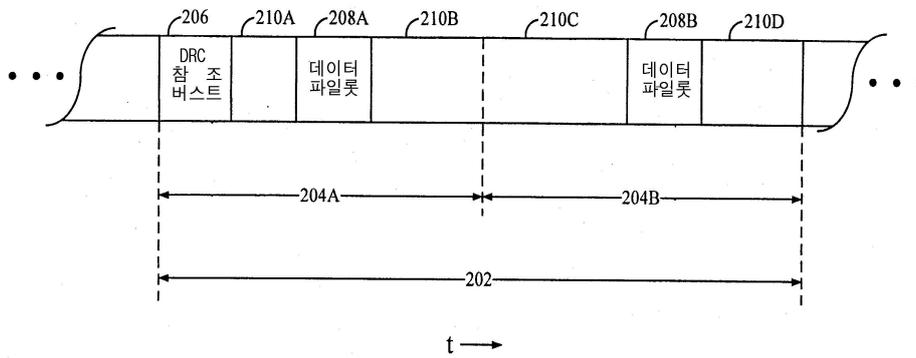
<100> 도 5 는 본 발명의 일 실시예에 따라 가입자국에 송신할 때 기지국에 의해 사용되는 송신 빔을 최적화하는 과정을 나타낸 흐름도이다.

도면

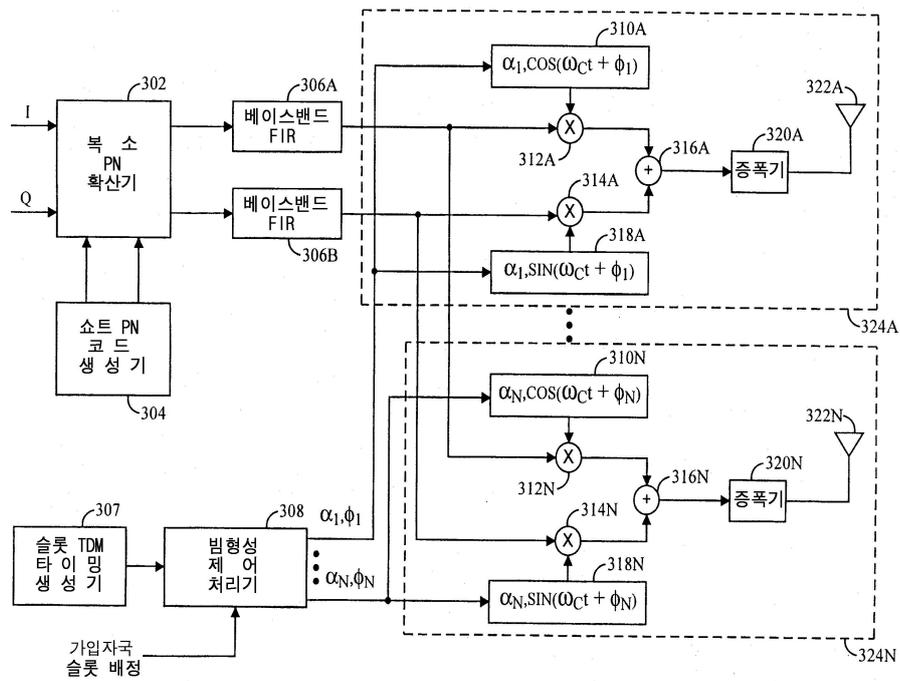
도면1



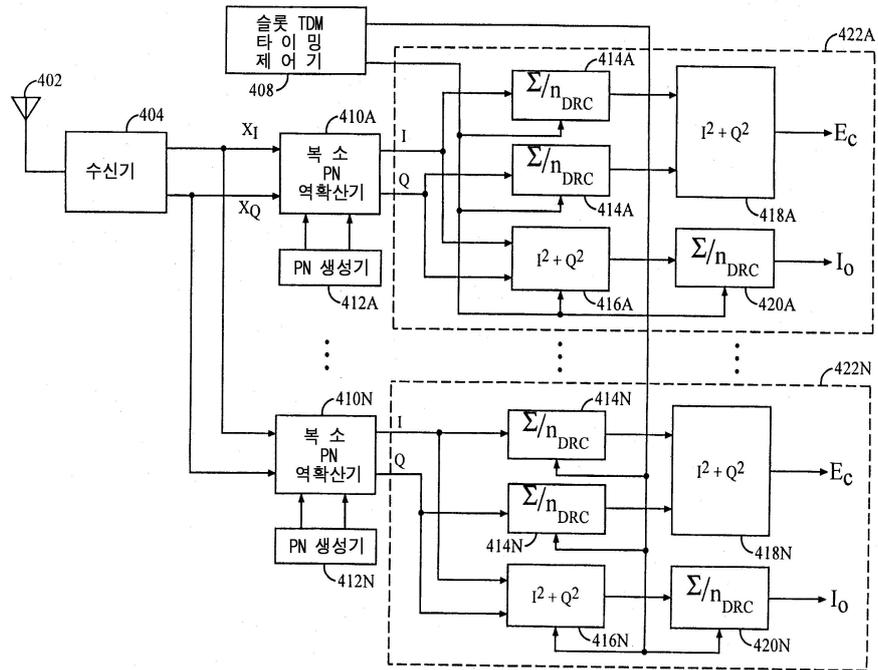
도면2



도면3



도면4



도면5

