



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월04일

(11) 등록번호 10-1718405

(24) 등록일자 2017년03월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 7/04 (2017.01) H04L 1/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-7008399

(22) 출원일자(국제) 2010년09월02일

심사청구일자 2015년06월24일

(85) 번역문제출일자 2012년03월30일

(65) 공개번호 10-2012-0079083

(43) 공개일자 2012년07월11일

(86) 국제출원번호 PCT/CA2010/001368

(87) 국제공개번호 WO 2011/026231

국제공개일자 2011년03월10일

(30) 우선권주장

61/239,111 2009년09월02일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

Nortel, "Differential Codebook Feedback Scheme for LTE-A", 3GPP TSG-Ran Working Group 1 Meeting #54 R1-083151(2008.08.22.)*

Nortel, "Differential Codebook Feedback Scheme with Adaptive Encoder Reset for LTE-A", 3GPP TSG-Ran Working Group 1 Meeting #54b R1-083864(2008.10.03.)*

Nortel, "Differential codebook feedback scheme for LTE-A", 3GPP TSG-Ran Working Group 1 Meeting #55bis R1-090138(2009.01.16.)*

WO2009087198 A2*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 20 항

심사관 : 김성태

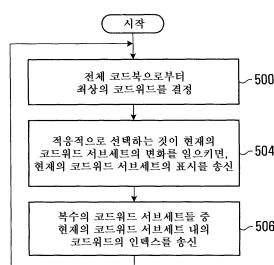
(54) 발명의 명칭 적응적 재설정을 갖는 축소된 코드북을 이용하여 인코딩하는 시스템들 및 방법들

(57) 요 약

MIMO 채널 상태들을 피드백하기 위해서, 코드북으로부터의 코드워드가 선택된다. 시그널링을 줄이기 위해서, 코드워드들은 코드워드 서브세트들로 조직된다. 수신기는 송신기에 이전에 알려진 현재의 코드워드 서브세트 내의 코드워드의 인덱스를 시그널링한다. 현재의 코드워드 서브세트는 임계값 기준에 기초하여 적응적으로 선택된다.

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도16



예를 들어, 현재의 코드워드 서브세트로부터의 최상의 코드워드가 전체 코드북의 최상의 코드워드와 충분히 유사하지 않은 경우, 코드워드 서브세트의 전환(switch)이 행해진다.

(72) 발명자

퐁, 모 한

캐나다 케이1에스 3제이7 온타리오 오타와 에이피
티. 205 비치 스트리트 95

발리, 모함마드하디

캐나다 케이2엠 0비1 온타리오 카나타 솔트스프링
프라이비트 149

명세서

청구범위

청구항 1

전체 코드북(full codebook) 중 M 개의 복수의 코드워드들 및 복수의 코드워드 서브세트(codeword subset)들 - 각각의 코드워드 서브세트는, 각각의 상기 전체 코드북 중 L 개의 복수의 코드워드들을 포함하고, L 은 M 보다 작음 -에 대하여 반복적으로:

상기 전체 코드북으로부터 최상의 코드워드를 결정하는 단계;

상관 임계값 기준(correlation threshold criterion)에 기초하여, a) 가장 최근에 선택된 현재의 코드워드 서브세트와 b) 상기 전체 코드북으로부터의 상기 최상의 코드워드를 포함하는 다른 코드워드 서브세트 사이에서 선택함으로써 상기 복수의 코드워드 서브세트들 중 코드워드 서브세트를 현재의 코드워드 서브세트인 것으로 선택하는 단계;

상기 코드워드 서브세트를 선택하는 것이 상기 현재의 코드워드 서브세트의 변화를 일으키면, 상기 선택된 현재의 코드워드 서브세트의 표시(indication)를 송신하는 단계; 및

상기 복수의 코드워드 서브세트들 중 상기 현재의 코드워드 서브세트 내의 코드워드에 대한 인덱스를 송신하는 단계

를 포함하고,

상기 현재의 코드워드 서브세트 내의 상기 코드워드에 대한 인덱스는 $\log_2(M)$ 정보 비트들보다 작을 것을 요구하고,

상기 전체 코드북 중 상기 코드워드 서브세트들은, 상기 각각의 코드워드 서브세트들의 코드워드들 사이의 상관에 기초하여 정의되는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 코드워드 서브세트를 선택하는 단계는,

상기 전체 코드북으로부터의 상기 최상의 코드워드가 또한 상기 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트에 속하는지를 결정하고, 그러한 경우, 상기 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트를 상기 현재의 코드워드 서브세트인 것으로 선택하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 코드워드 서브세트를 선택하는 단계는,

상기 전체 코드북으로부터의 상기 최상의 코드워드가 또한 상기 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트에 속하지 않는 경우:

상기 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트로부터 최상의 코드워드를 선택하는 단계;

상기 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트로부터의 상기 최상의 코드워드와 상기 전체 코드북으로부터의 상기 최상의 코드워드가 함께 상기 상관 임계값 기준을 만족하는 경우, 상기 현재의 코드워드 서브세트를 상기 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트인 것으로 선택하고, 그렇지 않은 경우, 상기 현재의 코드워드 서브세트를 상기 전체 코드북으로부터의 상기 최상의 코드워드를 포함하는 상기 코드워드 서브세트인 것으로 선택하는 단계

를 더 포함하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 코드워드 서브세트를 선택하는 단계는,

상기 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트로부터 최상의 코드워드를 선택하는 단계;

상기 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트로부터의 상기 최상의 코드워드와 상기 전체 코드북으로부터의 상기 최상의 코드워드가 함께 상기 상관 임계값 기준을 만족하는 경우, 상기 현재의 코드워드 서브세트를 상기 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트인 것으로 선택하고, 그렇지 않은 경우, 상기 현재의 코드워드 서브세트를 상기 전체 코드북으로부터의 상기 최상의 코드워드를 포함하는 상기 코드워드 서브세트인 것으로 선택하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트로부터의 상기 최상의 코드워드와 상기 전체 코드북으로부터의 상기 최상의 코드워드 사이의 상관이 정의된 상관 임계값보다 높을 때 상기 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트로부터의 상기 최상의 코드워드와 상기 전체 코드북으로부터의 상기 최상의 코드워드가 함께 상기 상관 임계값 기준을 만족하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 상관은 정규화 인터프로덕트 기준(normalized interproduct criterion)을 이용하여 계산되는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

각각의 코드워드 서브세트는 대응하는 고유 식별자를 갖고,

상기 현재의 코드워드 서브세트의 표시를 송신하는 단계는 상기 현재의 코드워드 서브세트와 연관되는 상기 고유 식별자를 송신하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

각각의 코드워드 서브세트에 대하여, 상기 전체 코드북에 속하는 연관된 헤더 코드워드가 존재하고,

상기 현재의 코드워드 서브세트의 표시를 송신하는 단계는 상기 전체 코드북 내의 상기 현재의 코드워드 서브세트의 상기 연관된 헤더 코드워드에 대한 인덱스를 송신하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

송신된 인덱스가 상기 전체 코드북 내의 코드워드에 대한 인덱스인지 상기 현재의 코드워드 서브세트 내의 코드워드에 대한 인덱스인지를 결정할 수 있는 정보를 송신하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 현재의 코드워드 서브세트 내의 각각의 코드워드에 대하여, 상기 코드워드에 대한 상기 인덱스는 각자의 N-비트 인덱스이고,

상기 현재의 코드워드 서브세트의 상기 코드워드들 중 어느 것에 대해서도 이용되지 않은 N-비트 인덱스를 이용하여, 송신된 인덱스가 상기 전체 코드북의 인덱스인지 상기 현재의 코드워드 서브세트의 인덱스인지를 표시하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

각각의 코드워드 서브세트에 대하여, 상기 전체 코드북의 코스(coarse) 서브세트에 속하는 연관된 헤더 코드워

드가 존재하고,

상기 현재의 코드워드 서브세트의 표시를 송신하는 단계는 상기 전체 코드북의 상기 코스 서브세트 내의 상기 현재의 코드워드 서브세트의 상기 연관된 헤더 코드워드에 대한 인덱스를 송신하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

송신된 인덱스가 상기 전체 코드북의 상기 코스 서브세트 내의 코드워드에 대한 인덱스인지 상기 현재의 코드워드 서브세트 내의 코드워드에 대한 인덱스인지를 결정할 수 있는 정보를 송신하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 현재의 코드워드 서브세트의 각각의 코드워드에 대하여, 상기 코드워드에 대한 상기 인덱스는 각자의 N-비트 인덱스이고,

상기 현재의 코드워드 서브세트의 상기 코드워드들 중 어느 것에 대해서도 이용되지 않은 N-비트 인덱스를 이용하여, 송신된 인덱스가 상기 전체 코드북 내의 코드워드에 대한 인덱스인지 상기 현재의 코드워드 서브세트 내의 코드워드에 대한 인덱스인지를 표시하는 방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

MIMO 송신기로부터 시공간 코드화 신호들(space-time coded signals)을 수신하는 단계;

MIMO 채널에 대한 채널 정보를 결정하는 단계;

최상의 코드워드가 상기 전체 코드북 또는 코드북 서브세트로부터 선택될 때마다, 상기 MIMO 채널에 대한 상기 채널 정보에 기초하여 상기 전체 코드북 또는 코드북 서브세트로부터 상기 최상의 코드워드를 선택하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 코드북의 코드워드들은 상기 MIMO 송신기로부터 송신될 신호들에 적용할 가중 인자 (weighting factor)들을 정의하는 방법.

청구항 16

장치로서,

복수의 안테나와 연관되는 수신 회로;

상기 복수의 안테나와 연관되는 송신 회로;

코드워드 서브세트들을 포함하는 메모리; 및

임계값 기준에 기초하는 서브세트 선택자

를 포함하고,

상기 서브세트 선택자는, 상기 장치로 하여금,

전체 코드북 중 M개의 복수의 코드워드들 및 복수의 코드워드 서브세트들 - 각각의 코드워드 서브세트는, 각각의 상기 전체 코드북 중 L개의 복수의 코드워드들을 포함하고, L은 M보다 작음 - 에 대하여 반복적으로:

상기 전체 코드북으로부터 최상의 코드워드를 결정하는 단계;

상관 임계값 기준에 기초하여, a) 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트와 b) 상기 전체 코드북으로부터의 상기 최상의 코드워드를 포함하는 다른 코드워드 서브세트 사이에서 선택함으로써 상기 복수의 코드워드 서브세트들의 코드워드 서브세트를 현재의 코드워드 서브세트인 것으로 선택하는 단계;

상기 코드워드 서브세트를 선택하는 것이 상기 현재의 코드워드 서브세트의 변화를 일으키면, 상기 선택된 현재의 코드워드 서브세트의 표시(indication)를 송신하는 단계; 및

상기 복수의 코드워드 서브세트들 중 상기 현재의 코드워드 서브세트 내의 코드워드에 대한 인덱스를 송신하는 단계

를 포함하는 방법을 수행하도록 하고,

상기 현재의 코드워드 서브세트 내의 상기 코드워드에 대한 인덱스는 $\log_2(M)$ 정보 비트들보다 작을 것을 요구하고,

상기 전체 코드북 중 상기 코드워드 서브세트들은, 상기 각각의 코드워드 서브세트들의 코드워드들 사이의 상관에 기초하여 정의되는, 장치.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 장치는 이동국인 장치.

청구항 18

제16항에 있어서,

각각의 코드워드 서브세트는 대응하는 고유 식별자를 갖고,

상기 장치는 상기 현재의 코드워드 서브세트와 연관되는 상기 고유 식별자를 송신함으로써 상기 현재의 코드워드 서브세트의 표시를 송신하는 장치.

청구항 19

제16항에 있어서,

각각의 코드워드 서브세트에 대하여, 상기 전체 코드북에 속하는 연관된 헤더 코드워드가 존재하고,

상기 장치는 상기 전체 코드북 내의 상기 현재의 코드워드 서브세트의 상기 연관된 헤더 코드워드에 대한 인덱스를 송신함으로써 상기 현재의 코드워드 서브세트의 표시를 송신하는 장치.

청구항 20

수신기에 의해 실행될 때, 상기 수신기로 하여금, 제1항 내지 제15항 중 어느 한 항의 방법을 구현하도록 하는 명령어들이 저장된 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능한 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이 출원은 예를 들어 무선 통신 시스템들에서 이용하기 위한, 적응적 재설정(adaptive resetting)을 갖는 축소된 코드북(reduced codebook)을 이용하여 인코딩하는 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 2008년 4월 15일자 드래프트 IEEE 802.16m 시스템 디스크립션 문서, IEEE 802.16m-08/003r1은 아래와 같이 서술하고 있다:

[0003] 이 [802.16m] 표준은 허가된 대역들에서 동작을 위한 개선된 무선 인터페이스(air interface)를 제공하도록 IEEE 802.16 WirelessMAN-OFDMA 사양을 보정한다. 그것은 IMT-어드밴스드 차세대 모바일 네트워크들의 셀룰러 계층 요구들을 충족한다. 이 보정은 레거시 WirelessMAN-OFDMA 서비스를 위한 계속적인 지원을 제공한다.

[0004] 그리고 표준은 다음의 목적을 해결할 것이다:

[0005] i. 이 표준의 목적은 리포트 ITU-R M.2072에서 ITU에 의해 설명된 것들과 같은, 미래의 개선된 서비스들 및 응용들을 지원하는 데 필요한 성능 향상들을 제공하기 위한 것이다.

[0006] 다중 입력 다중 출력(multiple-input multiple-output; MIMO) 통신 환경에서 피드백을 제공하는 것은 성능에

상당한 이득을 주는 것으로 판명되었다. 피드백을 이용한 초기의 시스템들에서, 채널 상태들에 기초하여 MIMO 수신기에서 가중 인자들(weighting factors)이 생성되었다. 코드워드(codeword)가 MIMO 수신기로부터 송신기로 피드백되었고, 이것은 상이한 MIMO 송신기 안테나들로부터 송신될 각각의 신호들에 가중 인자들을 적용할 수 있다. 가중 인자들은 통신 채널의 영향들을 거꾸로 하기 위해 송신될 신호들을 효과적으로 전치 보상하였다(pre-distorted). 따라서, MIMO 수신기의 안테나에서 수신된 신호들은 클리어(clear) 채널을 통해 가중하지 않고 수신된 것들에 근접하였다. 불행하게도, 채널 상태들은 빈번하게 그렇지 않다면 연속적으로 변하고, 채널 상태들을 표현하기 위한 가중 인자들은 데이터 집약적(data-intensive)이다. 피드백을 위해 이용가능한 제한된 대역폭에 비추어 볼 때, 채널 상태들을 변화하기 위한 가중 인자들을 제공하는 것은 실행할 수 없게 되었다.

[0007] MIMO 채널에 대해 피드백을 제공하는 데 요구되는 대역폭을 줄이기 위한 노력으로, 설계자들은 MIMO 송신기 및 MIMO 수신기에서 유지되는 코드북들을 개발하였다. 코드북들은 (진폭 및 위상 정보를 포함할 수 있는) 미리 정의된 가중 인자들에 대한 포인터들인 코드워드들을 포함한다. 이들 미리 정의된 가중 인자들은 고정된 수의 개별 가중 인자들을 통해 가능한 채널 상태들의 범위를 커버하도록 구성된다. 코드북의 코드워드를 각각은 코드워드 인덱스와 연관된다. 동작에서, MIMO 수신기는 체계적으로 채널 상태들을 결정하고 채널 상태들에 비추어 가장 적절한 코드워드를 선택할 것이다. 가중 인자들을 포함하는 코드워드를 전송하는 대신에, MIMO 수신기는 적절한 피드백 채널을 통해 MIMO 송신기에 코드워드 인덱스를 전송할 것이다. MIMO 송신기는 코드워드 인덱스를 수신하고, 대응하는 코드워드의 가중 인자들을 획득하고, 상이한 송신 안테나들로부터 송신될 신호들에 그것들의 가중 인자들을 적용할 것이다.

[0008] 코드북의 코드워드들의 수는 피드백 및 피드백의 이용과 연관되는 성능 개선에 요구되는 대역폭에 영향을 준다. 불행하게도, 코드워드들의 수가 증가함에 따라, MIMO 송신기로부터 MIMO 수신기에 코드워드 인덱스를 피드백하는 데 요구되는 대역폭은 증가한다. 코드북들의 이용을 통합하고 피드백으로서 전체 가중 인자들 대신에 코드워드 인덱스를 제공하는 것은 피드백으로서 전체 가중 인자들을 제공하는 시스템들에 비해 성능 개선을 제공하였다.

[0009] 본 출원의 도 7-13은 IEEE 802.16m-08/003r1의 도 1-7에 대응한다.

발명의 내용

[0010] 본 출원의 양태들 및 특징들은 첨부하는 도면들 및 부록들과 함께 다음의 개시의 특정 실시예들에 대한 설명을 검토하면 이 기술분야의 통상의 기술자들에게 명백하게 될 것이다.

[0011] 본 발명의 일 양태에 따르면, 전체 코드북의 복수의 코드워드들 및 복수의 코드워드 서브세트(codeword subset)들 - 각각의 코드워드 서브세트는 상기 전체 코드북의 각자의 복수의 코드워드들을 포함함 - 에 대하여 반복적으로: 상기 전체 코드북으로부터 최상의 코드워드를 결정하는 단계; 임계값 기준(threshold criterion)에 기초하여, a) 가장 최근에 선택된 현재의 코드워드 서브세트와 b) 상기 전체 코드북으로부터의 상기 최상의 코드워드를 포함하는 다른 코드워드 서브세트 사이에서 선택함으로써 상기 복수의 코드워드 서브세트들의 코드워드 서브세트를 현재의 코드워드 서브세트인 것으로 적응적으로 선택하는 단계; 적응적으로 선택하는 것이 상기 현재의 코드워드 서브세트의 변화를 일으키면, 상기 현재의 코드워드 서브세트의 표시(indication)를 송신하는 단계; 및 상기 복수의 코드워드 서브세트들의 상기 현재의 코드워드 서브세트 내의 코드워드의 인덱스를 송신하는 단계를 포함하는 방법이 제공되어 있다.

[0012] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 장치로서, 복수의 안테나와 연관되는 수신 회로; 상기 복수의 안테나와 연관되는 송신 회로; 및 코드워드 서브세트들을 포함하는 메모리; 임계값 기준에 기초하는 서브세트 선택자를 포함하고, 상기 서브세트 선택자는, 상기 장치로 하여금, 전체 코드북의 복수의 코드워드들 및 복수의 코드워드 서브세트들 - 각각의 코드워드 서브세트는 상기 전체 코드북의 각자의 복수의 코드워드들을 포함함 - 에 대하여 반복적으로: 상기 전체 코드북으로부터 최상의 코드워드를 결정하는 단계; 임계값 기준에 기초하여, a) 가장 최근에 선택된 현재의 코드워드 서브세트와 b) 상기 전체 코드북으로부터의 상기 최상의 코드워드를 포함하는 다른 코드워드 서브세트 사이에서 선택함으로써 상기 복수의 코드워드 서브세트들의 코드워드 서브세트를 현재의 코드워드 서브세트인 것으로 적응적으로 선택하는 단계; 적응적으로 선택하는 것이 상기 현재의 코드워드 서브세트의 변화를 일으키면, 상기 현재의 코드워드 서브세트의 표시를 송신하는 단계; 및 상기 복수의 코드워드 서브세트들의 상기 현재의 코드워드 서브세트 내의 코드워드의 인덱스를 송신하는 단계를 포함하는 방법을 수행하도록 하는 장치가 제공되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0013]

본 출원의 실시예들은 이제 첨부하는 도면들을 참조하여, 오직 예시적으로, 설명될 것이다.

도 1은 셀룰러 통신 시스템의 블록도이다.

도 2는 본 출원의 일부 실시예들을 구현하는 데 이용될 수 있는 예시적인 기지국의 블록도이다.

도 3은 본 출원의 일부 실시예들을 구현하는 데 이용될 수 있는 예시적인 무선 단말기의 블록도이다.

도 4는 본 출원의 일부 실시예들을 구현하는 데 이용될 수 있는 예시적인 중계국의 블록도이다.

도 5는 본 출원의 일부 실시예들을 구현하는 데 이용될 수 있는 예시적인 OFDM 송신기 아키텍처의 논리적 브레이크다운(logical breakdown)의 블록도이다.

도 6은 본 출원의 일부 실시예들을 구현하는 데 이용될 수 있는 예시적인 OFDM 수신기 아키텍처의 논리적 브레이크다운의 블록도이다.

도 7은 전체 네트워크 아키텍처의 예인, IEEE 802.16m-08/003r1의 도 1이다.

도 8은 전체 네트워크 아키텍처의 중계국인, IEEE 802.16m-08/003r1의 도 2이다.

도 9는 시스템 참조 모델인, IEEE 802.16m-08/003r1의 도 3이다.

도 10은 IEEE 802.16m 프로토콜 구조인, IEEE 802.16m-08/003r1의 도 4이다.

도 11은 IEEE 802.16m MS/ES 데이터 플레인 프로세싱 흐름인, IEEE 802.16m-08/003r1의 도 5이다.

도 12는 IEEE 802.16m MS/BS 제어 플레인 프로세싱 흐름인, IEEE 802.16m-08/003r1의 도 6이다.

도 13은 멀티캐리어 시스템을 지원하기 위한 일반 프로토콜 아키텍처인, IEEE 802.16m-08/003r1의 도 7이다.

도 14는 MIMO 시스템의 블록도이다.

도 15는 코드워드들의 세트 및 대응하는 코드워드 인덱스들을 도시하는 표이다.

도 16은 코드워드들 및 연관된 코드워드 서브세트들을 도시하는 표이다.

도 17은 코드워드 서브세트를 도시하는 표이다.

도 18은 코드워드 인덱스들을 송신하는 방법의 흐름도이다.

도 19 및 20은 코드워드 인덱스들을 송신하는 2가지 방법의 흐름도들이다.

도 21은 코드워드 인덱스들을 수신하는 방법의 흐름도이다.

도 22는 수신기의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014]

도면들을 참조하면, 도 1은 다수의 셀(12) 내에서의 무선 통신들을 제어하는 기지국 제어기(BSC)(10)를 나타내며, 셀들은 대응하는 기지국들(BS)(14)에 의해 서비스된다. 일부 구성들에서, 각각의 셀은 다수의 섹터(sector)(13) 또는 존(zone)(도시되지 않음)으로 더 분할된다. 일반적으로, 각각의 기지국(14)은 이동 및/또는 무선 단말기들(16)과의 OFDM을 이용한 통신들을 용이하게 하며, 이들은 대응하는 기지국(14)과 관련된 셀(12) 내에 있다. 이동 단말기들(16)의 기지국들(14)에 대한 이동은 채널 조건들의 상당한 변동을 유발한다. 도시된 바와 같이, 기지국들(14) 및 이동 단말기들(16)은 통신들을 위한 공간 다이버시티를 제공하기 위해 다수의 안테나를 포함할 수 있다. 일부 구성들에서, 중계국들(15)은 기지국들(14)과 무선 단말기들(16) 간의 통신들을 지원할 수 있다. 이동 단말기들(16)은 임의의 셀(12), 섹터(13), 존(도시되지 않음), 기지국(14) 또는 중계국(15)으로부터 다른 셀(12), 섹터(13), 존(도시되지 않음), 기지국(14) 또는 중계국(15)으로 핸드오프될 수 있다. 일부 구성들에서, 기지국들(14)은 백홀 네트워크(11)를 통해 서로 그리고 (모두 도시되지 않은 코어 네트워크 또는 인터넷과 같은) 다른 네트워크와 통신한다. 일부 구성들에서는, 기지국 제어기(10)가 필요하지 않다.

[0015]

도 2를 참조하면, 기지국(14)의 일례가 도시되어 있다. 기지국(14)은 일반적으로 제어 시스템(20), 베이스밴드

프로세서(22), 송신 회로(24), 수신 회로(26), 다수의 안테나(28) 및 네트워크 인터페이스(30)를 포함한다. 수신 회로(26)는 (도 3에 도시된) 이동 단말기들(16) 및 (도 4에 도시된) 중계국들(15)에 의해 제공되는 하나 이상의 원격 송신기들로부터 정보를 보유하는 무선 주파수 신호들을 수신한다. 저잡음 증폭기 및 필터(도시되지 않음)가 협력하여 처리를 위해 신호를 증폭하고 신호로부터 광대역 간섭을 제거할 수 있다. 이어서, 하향 변환 및 디지털화 회로(도시되지 않음)가 필터링된 수신 신호를 중간 또는 베이스밴드 주파수 신호로 하향 변환한 후에 하나 이상의 디지털 스트림들로 디지털화할 것이다.

[0016] 베이스밴드 프로세서(22)는 디지털화된 수신 신호를 처리하여, 수신 신호 내에서 운반된 정보 또는 데이터 비트들을 추출한다. 이러한 처리는 통상적으로 복조, 디코딩 및 여러 정정 동작들을 포함한다. 따라서, 베이스밴드 프로세서(22)는 일반적으로 하나 이상의 디지털 신호 프로세서(DSP) 또는 주문형 집적 회로(ASIC) 내에 구현된다. 이어서, 수신된 정보는 네트워크 인터페이스(30)를 통해 무선 네트워크를 가로질러 전송되거나, 기지국(14)에 의해 서비스되는 다른 무선 단말기(16)로 직접 또는 중계국(15)의 도움으로 전송된다.

[0017] 송신측에서, 베이스밴드 프로세서(22)는 제어 시스템(20)의 제어하에 네트워크 인터페이스(30)로부터 음성, 데이터 또는 제어 정보를 나타낼 수 있는 디지털화된 데이터를 수신하며, 전송을 위해 데이터를 인코딩한다. 인코딩된 데이터는 송신 회로(24)로 출력되고, 여기서 데이터는 원하는 송신 주파수 또는 주파수들을 갖는 하나 이상의 캐리어 신호들에 의해 변조된다. 전력 증폭기(도시되지 않음)가 변조된 캐리어 신호들을 전송에 적합한 레벨로 증폭하고, 변조된 캐리어 신호들을 매칭 네트워크(도시되지 않음)를 통해 안테나들(28)로 전송할 것이다. 변조 및 처리 상세들이 아래에 더 상세히 설명된다.

[0018] 도 3을 참조하면, 무선 단말기(16)의 일례가 도시되어 있다. 기지국(14)과 유사하게, 무선 단말기(16)는 제어 시스템(32), 베이스밴드 프로세서(34), 송신 회로(36), 수신 회로(38), 다수의 안테나(40) 및 사용자 인터페이스 회로(42)를 포함할 것이다. 수신 회로(38)는 하나 이상의 기지국들(14) 또는 중계국들(15)로부터 정보를 포함하는 무선 주파수 신호들을 수신한다. 저잡음 증폭기 및 필터(도시되지 않음)가 협력하여 처리를 위해 신호를 증폭하고 신호로부터 광대역 간섭을 제거할 수 있다. 이어서, 하향 변환 및 디지털화 회로(도시되지 않음)가 필터링된 수신 신호를 중간 또는 베이스밴드 주파수 신호로 하향 변환한 후에 하나 이상의 디지털 스트림들로 디지털화할 것이다.

[0019] 베이스밴드 프로세서(34)는 디지털화된 수신 신호를 처리하여, 수신 신호 내에서 운반된 정보 또는 데이터 비트들을 추출한다. 이러한 처리는 통상적으로 복조, 디코딩 및 여러 정정 동작들을 포함한다. 베이스밴드 프로세서(34)는 일반적으로 하나 이상의 디지털 신호 프로세서(DSP) 또는 주문형 집적 회로(ASIC) 내에 구현된다.

[0020] 전송을 위해, 베이스밴드 프로세서(34)는 제어 시스템(32)으로부터 음성, 비디오, 데이터 또는 제어 정보를 나타낼 수 있는 디지털화된 데이터를 수신하고, 전송을 위해 인코딩한다. 인코딩된 데이터는 송신 회로(36)로 출력되며, 변조기가 이 데이터를 이용하여, 원하는 송신 주파수 또는 주파수들을 갖는 하나 이상의 캐리어 신호들을 변조한다. 전력 증폭기(도시되지 않음)가 변조된 캐리어 신호들을 전송에 적합한 레벨로 증폭하고, 변조된 캐리어 신호를 매칭 네트워크(도시되지 않음)를 통해 안테나들(40)로 전송할 것이다. 이 분야의 기술자들이 이용 가능한 다양한 변조 및 처리 기술들이 직접 또는 중계국을 통한 무선 단말기와 기지국 사이의 신호 전송에 사용된다.

[0021] OFDM 변조에서, 송신 대역은 다수의 직교 반송파로 분할된다. 각각의 반송파는 전송될 디지털 데이터에 따라 변조된다. OFDM은 송신 대역을 다수의 캐리어로 분할하므로, 캐리어당 대역폭은 감소하고, 캐리어당 변조 시간은 증가한다. 다수의 캐리어가 병렬로 송신되므로, 임의의 주어진 캐리어 상에서의 디지털 데이터 또는 심벌들에 대한 송신 레이트는 단일 캐리어가 사용될 때보다 낮다.

[0022] OFDM 변조는 전송될 정보에 대한 고속 푸리에 역변환(IFFT)의 수행을 이용한다. 복조를 위해, 수신 신호에 대한 고속 푸리에 변환(FFT)의 수행은 전송된 정보를 복원한다. 실제로, IFFT 및 FFT는 이산 푸리에 역변환(IDFT) 및 이산 푸리에 변환(DFT)을 각각 수행하는 디지털 신호 처리에 의해 제공된다. 따라서, OFDM 변조의 특성화 특징은 송신 채널 내의 다수의 대역에 대해 직교 반송파들이 생성된다는 것이다. 변조된 신호들은 비교적 낮은 송신 레이트를 갖고 그들 각각의 대역들 내에 머무를 수 있는 디지털 신호들이다. 개별 반송파들은 디지털 신호들에 의해 직접 변조되지 않는다. 대신에, 모든 반송파들이 IFFT 처리에 의해 동시에 변조된다.

[0023] 동작시에, OFDM은 적어도 기지국들(14)로부터 무선 단말기들(16)로의 다운링크 송신에 바람직하게 사용된다. 각각의 기지국(14)은 "n"개의 송신 안테나(28)(n>=1)를 구비하고, 각각의 무선 단말기(16)는 "m"개의 수신 안테나(40)(m>=1)를 구비한다. 특히, 각각의 안테나들은 적절한 듀플렉서들 또는 스위치들을 이용하는 수신 및 송

신에 사용될 수 있으며, 단지 명료화를 위해 그렇게 라벨링된다.

[0024] 중계국들(15)이 사용될 때, OFDM은 기지국들(14)로부터 중계국들(15)로의 그리고 중계국들(15)로부터 무선 단말기들(16)로의 다운링크 송신에 바람직하게 사용된다.

[0025] 도 4를 참조하면, 중계국(15)의 일례가 도시되어 있다. 기지국(14) 및 무선 단말기(16)와 유사하게, 중계국(15)은 제어 시스템(132), 베이스밴드 프로세서(134), 송신 회로(136), 수신 회로(138), 다수의 안테나(130) 및 중계 회로(142)를 포함할 것이다. 중계 회로(142)는 중계국(15)이 기지국(14)과 무선 단말기들(16) 사이의 통신들을 지원할 수 있게 한다. 수신 회로(138)는 하나 이상의 기지국들(14) 및 무선 단말기들(16)로부터 정보를 포함하는 무선 주파수 신호들을 수신한다. 저잡음 증폭기 및 필터(도시되지 않음)가 협력하여, 처리를 위해 신호를 증폭하고 신호로부터 광대역 간섭을 제거할 수 있다. 이어서, 하향 변환 및 디지털화 회로(도시되지 않음)가 필터링된 수신 신호를 중간 또는 베이스밴드 주파수 신호로 하향 변환한 후에 하나 이상의 디지털 스트림들로 디지털화한다.

[0026] 베이스밴드 프로세서(134)는 디지털화된 수신 신호를 처리하여, 수신 신호 내에서 운반된 정보 또는 데이터 비트들을 추출한다. 이러한 처리는 통상적으로 복조, 디코딩 및 여러 정정 동작들을 포함한다. 베이스밴드 프로세서(134)는 일반적으로 하나 이상의 디지털 신호 프로세서(DSP) 및 주문형 집적 회로(ASIC) 내에 구현된다.

[0027] 송신을 위해, 베이스밴드 프로세서(134)는 제어 시스템(132)으로부터 음성, 비디오, 데이터 또는 제어 정보를 나타낼 수 있는 디지털화된 데이터를 수신하고, 전송을 위해 인코딩한다. 인코딩된 데이터는 송신 회로(136)로 출력되고, 변조기가 이 데이터를 이용하여, 원하는 송신 주파수 또는 주파수들을 갖는 하나 이상의 캐리어 신호들을 변조한다. 전력 증폭기(도시되지 않음)가 변조된 캐리어 신호들을 전송에 적합한 레벨로 증폭하고, 변조된 캐리어 신호를 매칭 네트워크(도시되지 않음)를 통해 안테나들(130)로 전송할 것이다. 전술한 바와 같이, 직접 또는 중계국을 통해 간접적으로 무선 단말기와 기지국 사이에 신호를 전송하기 위해 이 분야의 기술자들이 이용 가능한 다양한 변조 및 처리 기술들이 이용된다.

[0028] 도 5를 참조하여, 논리적인 OFDM 송신 아키텍처가 설명된다. 먼저, 기지국 제어기(10)는 다양한 무선 단말기들(16)로 전송될 데이터를 직접 또는 중계국(15)의 도움으로 기지국(14)으로 전송할 것이다. 기지국(14)은 무선 단말기들과 관련된 CQI(Channel Quality Indicators)들을 이용하여, 송신을 위해 데이터를 스케줄링하는 것은 물론, 스케줄링된 데이터를 전송하기 위해 적절한 코딩 및 변조를 선택할 수 있다. CQI들은 아래에 더 상세히 설명되는 바와 같이 제어 신호들을 이용하여 발견된다. 그러나, 일반적으로, 각각의 무선 단말기(16)에 대한 CQI들은 채널 진폭(또는 응답)이 OFDM 주파수 대역에 걸쳐 변하는 정도의 함수이다.

[0029] 비트들의 스트림인 스케줄링된 데이터(44)는 데이터 스크램블링 논리(46)를 이용하여 데이터와 관련된 퍼크 대평균 전력 비를 줄이는 방식으로 스크램블링된다. 스크램블링된 데이터에 대한 순환 중복 검사(CRC)가 CRC 추가 논리(48)를 이용하여 결정되고, 스크램블링된 데이터에 첨부될 수 있다. 이어서, 채널 인코더 논리(50)를 이용하여 채널 코딩을 수행하여, 데이터에 중복을 효과적으로 추가함으로써, 무선 단말기(16)에서의 복원 및 여러 정정을 용이하게 한다. 게다가, 특정 무선 단말기(16)에 대한 채널 코딩은 CQI에 기초할 수 있다. 일부 구현들에서, 채널 인코더 논리(50)는 공지된 터보 인코딩 기술들을 이용한다. 이어서, 레이트 매칭 논리(52)가 인코딩된 데이터를 처리하여, 인코딩과 관련된 데이터 팽창을 보상한다.

[0030] 비트 인터리버 논리(54)가 인코딩된 데이터 내의 비트들을 체계적으로 재배열하여, 연속 데이터 비트들의 순서를 최소화한다. 결과적인 데이터 비트들은 맵핑 논리(56)에 의해 선택된 변조 스킴에 따라 대응 심벌들로 체계적으로 맵핑된다. 바람직하게는, 예를 들어 직교 진폭 변조(QAM), 또는 직교 위상 시프트 키(QPSK) 변조가 사용될 수 있다. 특정 무선 단말기에 대한 CQI에 기초하여 변조의 정도가 바람직하게 선택된다. 심벌 인터리버 논리(58)를 이용하여, 심벌들을 체계적으로 재배열하여 주파수 선택 페이딩에 의해 유발되는 주기적인 데이터 순서에 대한 전송 데이터의 면역성을 더 강화할 수 있다.

[0031] 이 시점에서, 비트들의 그룹들은 진폭 및 위상 성상도 내의 위치들을 나타내는 심벌들로 맵핑되었다. 이어서, 공간 다이버시티가 필요할 때, 공간-시간 블록 코드(STC) 인코더 논리(60)가 심벌들의 블록들을 처리하여, 전송 신호들이 간섭에 더 강하고, 무선 단말기(16)에서 더 쉽게 디코딩되게 하는 방식으로 심벌들을 변경한다. STC 인코더 논리(60)는 들어오는 심벌들을 처리하여, 기지국(14)에 대한 송신 안테나들(28)의 수에 대응하는 "n"개의 출력을 제공할 것이다. 도 5와 관련하여 전술한 바와 같은 제어 시스템(20) 및/또는 베이스밴드 프로세서(22)는 STC 인코딩을 제어하기 위한 맵핑 제어 신호를 제공할 것이다. 이 시점에서, "n"개의 출력에 대한 심벌들은 전송되어 무선 단말기(16)에 의해 복원될 수 있는 데이터를 나타내는 것으로 가정한다.

[0032]

본 예에서는, 기지국(14)이 2개의 안테나(28)(n=2)를 갖고, STC 인코더 논리(60)가 심벌들의 2개의 출력 스트림을 제공하는 것으로 가정한다. 따라서, STC 인코더 논리(60)에 의해 출력되는 심벌 스트림들의 각각은 이해의 편의를 위해 별개로 도시된 대응하는IFFT 프로세서(62)로 전송된다. 이 분야의 기술자들은 하나 이상의 프로세서를 이용하여 그러한 디지털 신호 처리를 단독으로 또는 본 명세서에서 설명되는 다른 처리와 함께 제공할 수 있다는 것을 인식할 것이다. IFFT 프로세서들(62)은 각각의 심벌들에 대해 바람직하게 작용하여, 푸리에 역변환을 제공할 것이다. IFFT 프로세서들(62)의 출력은 시간 도메인에서 심벌들을 제공한다. 시간 도메인 심벌들은 프레임들로 그룹화되며, 이 프레임들은 프리픽스 삽입 논리(64)에 의해 프리픽스와 연관된다. 결과적인 신호들의 각각은 대응하는 디지털 상향 변환(DUC) 및 디지털/아날로그(D/A) 변환 회로(66)를 통해 디지털 도메인에서 중간 주파수로 상향 변환되고, 아날로그 신호로 변환된다. 이어서, 결과적인 (아날로그) 신호들은 RF 회로(68) 및 안테나들(28)을 통해 원하는 RF 주파수로 동시에 변조되고, 증폭되고, 전송된다. 특히, 의도된 무선 단말기(16)에 의해 알려진 파일럿 신호들이 서브캐리어들 사이에 분산된다. 더 자세히 후술되는 무선 단말기(16)는 채널 추정을 위해 파일럿 신호들을 이용할 수 있다.

[0033]

이제, 무선 단말기(16)가 기지국(14)으로부터 직접 또는 중계국(15)의 도움으로 전송 신호들을 수신하는 것을 도시하는 도 6을 참조한다. 무선 단말기(16)의 안테나들(40) 각각에 전송 신호들이 도달할 때, 각각의 신호들은 대응하는 RF 회로(70)에 의해 복조 및 증폭된다. 간명화를 위해, 2개의 수신 경로 중 하나만이 상세히 설명되고 도시된다. 아날로그/디지털 변환기(ADC) 및 하향 변환 회로(72)가 디지털 처리를 위해 아날로그 신호를 디지털화하고 하향 변환한다. 자동 이득 제어 회로(AGC)(74)가 결과적인 디지털화된 신호를 이용하여, 수신 신호 레벨에 기초하여 RF 회로(70) 내의 증폭기들의 이득을 제어할 수 있다.

[0034]

먼저, 디지털화된 신호가 동기화 논리(76)에 제공되며, 이 동기화 논리는 대략 동기화 논리(78)를 포함하고, 이 대략 동기화 논리는 여러 개의 OFDM 심벌을 베퍼링하고, 2개의 연속하는 OFDM 심벌 간의 자동 상관을 계산한다. 상관 결과의 최대치에 대응하는 결과적인 시간 인덱스가 정밀 동기화 검색 윈도를 결정하며, 정밀 동기화 논리(80)는 이 윈도를 이용하여, 헤더들에 기초하여 정확한 프레이밍(framing) 시작 위치를 결정한다. 정밀 동기화 논리(80)의 출력은 프레임 정렬 논리(84)에 의한 프레임 취득을 용이하게 한다. 후속 FFT 처리가 시간 도메인으로부터 주파수 도메인으로의 정확한 변환을 제공하기 위해서는 적절한 프레이밍 정렬이 중요하다. 정밀 동기화 알고리즘은 헤더들에 의해 운반된 수신 파일럿 신호들과 공지된 파일럿 데이터의 국지적 사본 사이의 상관에 기초한다. 프레임 정렬 취득이 발생하면, 프리픽스 제거 논리(86)에 의해 OFDM 심벌의 프리픽스가 제거되고, 결과적인 샘플들이 주파수 오프셋 상관 논리(88)로 전송되며, 이 논리는 송신기 및 수신기 내의 매칭되지 않은 국지적 발진기들에 의해 유발되는 시스템 주파수 오프셋을 보상한다. 바람직하게, 동기화 논리(76)는 주파수 오프셋 및 클럭 추정 논리(82)를 포함하며, 이 논리는 헤더들에 기초하여, 전송 신호 상의 그러한 효과들을 추정하고, 그러한 추정치들을 상관 논리(88)에 제공하여 OFDM 심벌들을 적절히 처리하는 것을 돋는다.

[0035]

이 시점에서, 시간 도메인의 OFDM 심벌들은 FFT 처리 논리(90)를 이용하여 주파수 도메인으로 변환될 준비가 되어 있다. 그 결과들은 주파수 도메인 심벌들이며, 이들은 처리 논리(92)로 전송된다. 처리 논리(92)는 분산 파일럿 추출 논리(94)를 이용하여 분산 파일럿 신호를 추출하고, 채널 추정 논리(96)를 이용하여 추출 파일럿 신호에 기초하여 채널 추정치를 결정하며, 채널 재구성 논리(98)를 이용하여 모든 서브캐리어들에 대한 채널 응답들을 제공한다. 서브캐리어들 각각에 대한 채널 응답을 결정하기 위하여, 본질적으로 파일럿 신호는 시간 및 주파수 양자에서 공지된 패턴으로 OFDM 서브캐리어들을 통해 데이터 심벌들 사이에 분산되는 다수의 파일럿 심벌이다. 도 6에서 계속하면, 처리 논리는 수신된 파일럿 심벌들을 소정 시간들에 소정 서브캐리어들에서 예측되는 파일럿 심벌들과 비교하여, 파일럿 심벌들을 전송한 서브캐리어들에 대한 채널 응답을 결정한다. 그 결과들은 파일럿 심벌들을 제공하지 않은 나머지 서브캐리어들 중 전부는 아니더라도 대부분에 대한 채널 응답을 추정하기 위해 보간된다. 실제 및 보간된 채널 응답들은 전체 채널 응답을 추정하는 데 사용되며, 이 전체 채널 응답은 OFDM 채널 내의 서브캐리어들 중 전부는 아니더라도 대부분에 대한 채널 응답들을 포함한다.

[0036]

각각의 수신 경로에 대한 채널 응답들로부터 도출된 주파수 도메인 심벌들 및 채널 재구성 정보는 STC 디코더(100)에 제공되며, 이 디코더는 양 수신 경로에 대해 STC 디코딩을 제공하여 전송 심벌들을 복원한다. 채널 재구성 정보는 각각의 주파수 도메인 심벌들을 처리할 때 전송 채널의 영향들을 제거하기에 충분한 등화 정보를 STC 디코더(100)에 제공한다.

[0037]

복원된 심벌들은 송신기의 심벌 인터리버 논리(58)에 대응하는 심벌 디인터리버 논리(102)를 이용하여 순서대로 다시 배치된다. 이어서, 디인터리빙된 심벌들은 디맵핑 논리(104)를 이용하여 대응하는 비트 스트림으로 복조 또는 디맵핑된다. 이어서, 비트들은 송신기 아키텍처의 비트 인터리버 논리(54)에 대응하는 비트 디인터리버 논리(106)를 이용하여 디인터리빙된다. 이어서, 디인터리빙된 비트들은 레이트 디매칭 논리(108)에 의해 처리

되고, 최초 스크램블링된 데이터 및 CRC 체크섬을 복원하기 위해 채널 디코더 논리(110)에 제공된다. 따라서, CRC 논리(112)는 CRC 체크섬을 제거하고, 스크램블링된 데이터를 전통적인 방식으로 체크하고, 이를 디스크램블링 논리(114)에 제공하며, 이 디스크램블링 논리는 공지된 기지국 디스크램블링 코드를 이용하여 디스크램블링 하여 최초 전송 데이터(116)를 복원한다.

[0038] 데이터(116)를 복원함과 동시에, CQI, 또는 적어도, 기지국(14)에서 CQI를 생성하기에 충분한 정보가 결정되고, 기지국(14)으로 전송된다. 전술한 바와 같이, CQI는 캐리어 대 간섭 비(CR)는 물론, OFDM 주파수 대역 내의 다양한 서브캐리어들에 걸쳐 채널 응답이 변하는 정도의 함수일 수 있다. 이 실시예에 있어서, 정보를 전송하는데 사용되는 OFDM 주파수 대역 내의 각각의 서브캐리어에 대한 채널 이득을 서로 비교하여, OFDM 주파수 대역에 걸쳐 채널 이득이 변하는 정도를 결정할 수 있다. 변화의 정도를 측정하기 위해 다양한 기술들이 이용 가능하지만, 하나의 기술은 데이터를 전송하는 데 사용되는 OFDM 주파수 대역 전반에서의 각각의 서브캐리어에 대한 채널 이득의 표준 편차를 계산하는 것이다. 일부 실시예들에서, 중계국은 하나의 라디오만을 이용하여 시분할 방식으로 동작하거나, 대안으로서 다수의 라디오를 포함할 수 있다.

[0039] 도 1 내지 6은 본원의 실시예들을 구현하는 데 사용될 수 있는 통신 시스템의 하나의 특정 예를 제공한다. 본원의 실시예들은 그러한 특정 예와 다르지만 본 명세서에서 설명되는 바와 같은 실시예들의 구현과 일관된 방식으로 동작하는 아키텍처들을 갖는 통신 시스템들을 이용하여 구현될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0040] 본 출원의 도 7-13은 IEEE 802.16m-08/003r1의 도 1-7에 대응한다.

[0041] IEEE 802.16m-08/003r1의 이들 도면에 대한 설명은 본원에 참고로 포함된다.

[0042] 아래 설명되는 실시예들은 이 기술분야의 통상의 기술자들이 발명을 실시하고 발명을 실시하는 최상의 모드를 예시할 수 있게 하는 데 필요한 정보를 표현한다. 첨부하는 도면에 비추어 다음의 설명을 읽으면, 이 기술분야의 통상의 기술자는 발명의 개념들을 이해할 것이고 본원에서 특정하게 다뤄지지 않은 이들 개념들의 응용들을 인식할 것이다. 이들 개념들 및 응용들은 개시 및 첨부하는 청구항들의 범위 내에 있다는 것을 이해해야 한다.

[0043] 본 발명의 실시예들은 일부 경우들에서, 다중 입력 다중 출력(multiple-input multiple-output; MIMO) 통신 시스템들의 성능을 향상시키는 데 이용될 수 있다. 도 14에 도시된 바와 같이, MIMO 송신기(202)는 복수의 송신 안테나(204)를 갖고, 이로부터 MIMO 신호들이 MIMO 통신 채널을 통해 MIMO 수신기(206)에 송신된다. MIMO 신호들은 임의의 공간적으로 다양한 신호들 또는 공간적으로 다중화된 신호들인 것으로 정의되는 시공간 코드화(space-time coded; STC) 신호들일 수 있다. 이와 같이, 상이한 송신 안테나(204)로부터 송신되는 신호들은 동일한 또는 상이한 신호들일 수 있다. MIMO 신호들은 복수의 수신 안테나(208)에 의해 MIMO 수신기에서 수신된다.

[0044] 폐루프 MIMO(CL-MIMO)에서, 채널 매트릭스는 이동국과 같은 수신기에서 결정되고, 이것은 미리 정의된 코드북 내의 코드워드로 양자화되고, 코드워드 인덱스가 기지국과 같은 송신기에 피드백된다. 도 15에 예시된 것과 같은 이러한 코드북(C)은 MIMO 수신기(206)뿐만 아니라 MIMO 송신기(202)에 제공된다. 코드북(C)은 M개의 코드워드들(c_i)을 포함할 것이고, i 는 각각의 코드워드(c_i)에 대한 고유 코드워드 인덱스이다. 인덱스는 단순히 코드워드의 임의의 식별자이다. 관심 있는 코드워드 그 자체로 송신하기보다는, 관심 있는 코드워드의 인덱스가 송신될 수 있고, 통신의 양단은 코드워드들과 인덱스들 사이의 맵핑에 대해 알고 있다고 가정하면, 관심 있는 코드워드가 회복(recover)될 수 있다.

[0045] 수신기로부터 송신기로 코드워드 인덱스들을 전달하는 데 요구되는 시그널링의 양을 줄이기 위해 이용될 수 있는 접근법이 제공된다. 접근법은, 대개, 채널 매트릭스가 결정되고 정의된 코드워드로부터의 새로운 코드워드가 선택될 때마다, 채널 매트릭스 및 연관된 코드워드는 이전의 채널 매트릭스 및 연관된 코드워드에 비교적 가까울 것이라는 기대에 기초한다. 그러나, 본원에 설명된 접근법들은 다른 타입의 정보를 전달하는 데 이용될 수 있다는 것을 명백히 이해해야 한다.

[0046] 다음의 상세한 예들에서, 인덱스들은 단순히 정수들이고, 인덱스들의 이전 표현들이 전송된다고 가정하지만, 다른 형태의 인덱스들이 활용될 수 있다. 이 예에서는, 64개의 코드워드 c_i ($M=64$)가 존재하고, 코드워드 인덱스들은 단순히 0 내지 $M-1$ 의 범위를 갖는 정수들 i 이다.

[0047] 일부 실시예들에서, 각각의 코드워드는 MIMO 신호들에 적용할 각종 인자들을 정의하고, MIMO 송신기(202)의 각각의 안테나들(204)로부터 송신 전에 MIMO 신호들에 적용할 채널 매트릭스들 또는 벡터들에 대응할 수 있다. 일부 실시예들에서, 각각의 코드워드는 MIMO 송신기(202)에 적용될 프리 코딩(pre-coding)을 정의하였다.

- [0048] 이제 도 16을 참조하면, 예를 들어 MIMO 수신기에 의한 실행 방법이 설명될 것이다. 방법은 전체 코드북의 복수의 코드워드들 및 복수의 코드워드 서브세트들에 기초하여 수행되고, 각각의 코드워드 서브세트는 전체 코드북의 각자의 복수의 코드워드들을 포함한다. 단계들(500, 504, 506)은 예를 들어 각각이 각자의 MIMO 채널 퍼드백 인스턴스에 관련할 수 있는, 복수의 기간(period) 각각에 대해 반복적으로 수행된다.
- [0049] 전체 코드북으로부터의 최상의 코드워드가 단계(500)에서 결정된다. 다음으로, 단계(502)에서, 임계값 기준에 기초하여, a) 가장 최근에 선택된 현재의 코드워드 서브세트와 b) 전체 코드북으로부터의 최상의 코드워드를 포함하는 다른 코드워드 서브세트 사이에서 선택함으로써 복수의 코드워드 서브세트들 중의 코드워드 서브세트가 현재의 코드워드 서브세트인 것으로 적응적으로 선택된다. 단계(504)에서, 적응적으로 선택하는 것이 현재의 코드워드 서브세트의 변화를 일으키면, 현재의 코드워드 서브세트의 표시가 송신된다. 단계(506)에서, 복수의 코드워드 서브세트들의 현재의 코드워드 서브세트 내의 코드워드의 인덱스가 송신된다.
- [0050] 일부 실시예들에서, 적응적으로 선택하는 것은, 전체 코드북으로부터의 최상의 코드워드가 또한 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트에 속하는지를 결정하고, 그러한 경우, 가장 최근에 선택된 현재의 코드워드 서브세트를 현재의 코드워드 서브세트인 것으로 선택하는 것을 수반한다.
- [0051] 일부 실시예들에서, 적응적으로 선택하는 것은, (옵션으로 오직 전체 코드북으로부터의 최상의 코드워드가 또한 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트에 속하지 않는 경우):
- [0052] 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트로부터 최상의 코드워드를 선택하는 것;
- [0053] 가장 최근에 선택된 코드워드 서브세트로부터의 최상의 코드워드 및 전체 코드북으로부터의 최상의 코드워드가 함께 임계값 기준을 만족하는 경우, 현재의 코드워드 서브세트를 가장 최근에 선택된 현재의 코드워드 서브세트인 것으로 선택하고, 그렇지 않은 경우, 현재의 코드워드 서브세트를 전체 코드북으로부터의 최상의 코드워드를 포함하는 코드워드 서브세트인 것으로 선택하는 것을 더 수반한다.
- [0054] 일부 실시예들에서, 가장 최근에 선택된 현재의 코드워드 서브세트로부터의 최상의 코드워드와 전체 코드북으로부터의 최상의 코드워드 사이의 상관이 정의된 임계값보다 높을 때 가장 최근에 선택된 현재의 코드워드 서브세트로부터의 최상의 코드워드 및 전체 코드북으로부터의 최상의 코드워드가 함께 임계값 기준을 만족한다.
- [0055] 일부 실시예들에서, 각각의 코드워드 서브세트는 대응하는 고유 식별자를 갖고, 현재의 코드워드 서브세트의 표시를 송신하는 것은 현재의 코드워드 서브세트와 연관되는 고유 식별자를 송신하는 것을 포함한다. 헤더 코드워드들을 활용하지 않는 아래 설명되는 실시예들은 이것의 예들이다.
- [0056] 일부 실시예들에서, 각각의 코드워드 서브세트에 대하여, 전체 코드북 또는 전체 코드워드의 코스 서브세트(coarse subset)에 속하는 연관된 헤더 코드워드가 존재한다. 현재의 코드워드 서브세트의 표시를 송신하는 것은 전체 코드북 또는 코스 서브세트 내의 현재의 코드워드 서브세트의 연관된 헤더 코드워드의 인덱스를 송신하는 것을 포함한다. 헤더 코드워드들을 활용하는 아래 설명되는 실시예들은 이것의 예들이다.
- [0057] 일부 실시예들에서, 도 17에 예시된 바와 같이, 전체 코드북(C)의 각각의 코드워드(c_i)에 대해 각자의 코드워드 서브세트(S_i)가 생성된다. 코드워드 서브세트(S_i)의 코드워드들은 코드워드 서브세트(S_i)마다 상이할 것이다. 다른 실시예에서, 전체 코드북(C)의 각각 및 모든 코드워드(c_i)에 대해 코드워드 서브세트(S_i)를 생성하기보다는, 전체 코드북의 코스 서브세트의 각각의 코드워드(c_i)에 대해 각자의 코드워드 서브세트(S_i)가 생성된다. 어느 경우에도, 연관된 코드워드 서브세트가 존재하는 코드워드가 본원에서 헤더 코드워드로 지칭된다. 코스 서브세트는 전체 코드북(C)의 코드워드들의 전부가 아니라 일부를 포함한다. 특정 예에서, 코스 서브세트는 전체 코드북의 M개의 코드워드 중 N개를 포함할 수 있다. N은 예를 들어, $1/8 \times M$ 일 수 있다.
- [0058] 코드워드(c_i)에 대한 코드워드 서브세트(S_i)는 코드북(C)의 코드워드들 전부로부터 선택되는 L개의 코드워드(c_j)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 코드워드 서브세트(S_i)의 코드워드들(c_j)은 상관 기준에 의해 정의되는 바와 같이 코드워드(c_i)와 최상으로 상관되는 전체 코드북으로부터의 L개의 코드워드이다. 각각의 코드워드 서브세트의 코드워드들은 각자의 서브세트 인덱스들을 이용하여 인덱싱된다. 모든 코드워드는 전체 코드북(C)(또는 코스 서브세트)의 모든 다른 코드북들 중에서 코드워드를 고유하게 식별하는 전체 코드북(C)(또는 코스 서브세트)의 인덱스, 및 코드워드 서브세트의 다른 코드워드들 중에서 코드워드를 고유하게 식별하는 코드워드가 속하는 코드워드 서브세트에 대한 서브세트 인덱스를 갖는다. 전체 코드북(C)(또는 코스 서브세트)의 코드워드의

각각의 인덱스는 효율적으로 각자의 코드워드 서브세트를 가리킨다.

[0059] 제1 예에서, 16개의 코드워드를 갖는 전체 코드북, 전체 코드북으로부터의 4개의 코드워드들을 포함하는 코스 코드북, 전체 코드북의 4개의 코드워드를 포함하는 각각의 코드워드 서브세트를 가리키는 코스 코드북의 각자의 코드워드를 고려한다. 전체 코드북은 16개의 코드워드 CA0, CA1, CA2, CA3, CB1, CB2, CB3, CC0, CC1, CC2, CC3, CD0, CD1, CD2, CD3을 포함한다. 코스 서브세트는 전체 코드북으로부터 4개의 코드워드, 즉 CA1, CB1, CC1 및 CD1을 포함하고, 연관된 코드워드 서브세트들은 다음과 같이 정의될 수 있다:

CA1에 대한 코드워드 서브세트: CA0 내지 CA3

CB1에 대한 코드워드 서브세트: CB0 내지 CB3

CC1에 대한 코드워드 서브세트: CC0 내지 CC3

CD1에 대한 코드워드 서브세트: CD0 내지 CD3.

[0064] 코스 서브세트의 코드워드의 인덱스가 송신될 때, CA1, CB1, CC1, CD1 사이에서 선택하기 위해 2개의 비트가 이용될 수 있다. 코드북 서브세트의 코드워드의 인덱스가 송신될 때, 현재의 코드워드 서브세트, 즉, 인덱스가 가장 최근에 송신된 코스 코드워드와 연관된 코드워드 서브세트로부터의 코드워드를 선택하기 위해 2개의 비트가 이용될 수 있다. 예를 들어, 가장 최근의 코스 코드워드가 CA1이었다면, CA0, CA1, CA2, CA3 사이에서 선택하기 위해 2개의 비트가 이용될 수 있다.

[0065] 제2 예는 이제 도 18을 참조하여 설명될 것이다. 코드워드(c_7)에 대응하는 코드워드 서브세트(S_7)가 $L=8$ 코드워드들(c_j)을 포함하도록 정의된다. L 개의 코드워드는 각자의 서브세트 코드워드 인덱스들 $0, \dots, 7$ 을 갖는다. 코드워드 서브세트(S_7)의 코드워드들(c_j)은 상관 기준에 의해 정의되는 바와 같이 코드워드(c_7)와 최상으로 상관되는 8개의 코드워드이다. 이 예에서, 코드워드(c_7)와 연관되는 코드워드 서브세트(S_7)는 코드워드들($c_3, c_{13}, c_{16}, c_{25}, c_{37}, c_{41}, c_{49}$, 및 c_{60})을 포함하도록 정의된다.

[0066] 일부 실시예들에서, 제1 예의 경우와 같이, 연관된 코드워드 서브세트가 정의되는 전체 코드북(또는 코스 서브세트)의 각각의 코드워드는 연관된 코드워드 서브세트에 포함된다. 제1 예에서, CA1은 코드워드들 CA0, CA1, CA2, CA3을 포함하는 연관된 코드워드 서브세트를 갖고, CA1은 연관된 코드워드 서브세트에 포함된다.

[0067] 일부 실시예들에서, 제2 예의 경우와 같이, 연관된 코드워드 서브세트가 정의되는 전체 코드북(또는 코스 서브세트)의 각각의 코드워드는 반드시 연관된 코드워드 서브세트에 포함되지는 않는다. 구체적으로, c_7 은 연관된 코드워드 서브세트 $c_3, c_{13}, c_{16}, c_{25}, c_{37}, c_{41}, c_{49}$, 및 c_{60} 을 갖고, c_7 은 연관된 코드워드 서브세트에 포함되지 않는다.

[0068] 위에서 표시한 바와 같이, 일부 실시예들에서, 코드워드 서브세트들(S_i)은 일부 상관 기준에 의해 정의되는 바와 같이 코드워드(c_i)와 최상으로 상관되는 L 개의 코드워드(c_j)를 식별함으로써 생성된다. 이 기술분야의 통상의 기술자들은 가장 높은 상관들을 갖는 코드워드들(c_i, c_j)을 결정하기 위한 다양한 기법들을 인식할 것이다. 예를 들어, 가장 높은 상관들을 갖는 코드워드들(c_i, c_j)을 식별하는 것은 다음과 같이 정의되는 정규화 인터프로덕트 기준(normalized interproduct criterion)을 이용하여 결정될 수 있다.

$$\langle c_i, c_j \rangle = \frac{\dot{c_i} \dot{c_j}}{\|c_i\| * \|c_j\|}$$

[0069] 일부 실시예들에서, 각각의 코드북 서브세트가 전체 코드북의 모든 코드워드에 대해 정의되는 경우, 코드워드 서브세트(S_i)의 코드워드들(c_j) 각각을 식별하는 데 이용되는 서브세트 인덱스는 $\log_2(L)$ 비트들을 요구할 것이고, 반면 전체 코드북 인덱스는 $\log_2(M)$ 비트들을 요구한다. L 이 M 보다 얼마나 더 작은지에 대한 함수인 코드워드 인덱스를 피드백하는 데 요구되는 비트의 양에 대하여 절감이 존재한다.

[0071] 일 실시예에서, 각자의 코드북 서브세트가 전체 코드북의 M 개의 코드워드 중에서 N 개의 코드워드를 갖는 코스 서브세트의 모든 코드워드에 대해 정의되는 경우, 코드워드 서브세트(S_i)의 코드워드들(c_j) 각각을 식별하는 데

이용되는 서브세트 인덱스는 $\log_2(L)$ 비트들을 요구할 것이고, 반면 코스 서브세트 인덱스는 $\log_2(N)$ 비트들을 요구한다.

[0072] 전술한 예에서, 코드워드 서브세트의 코드워드들의 수(L)는 전체 코드북(C)의 코드워드들의 수(M)보다 8배 적다. 코드워드 서브세트들을 포함하는 코드북(C)은 MIMO 수신기(206)뿐만 아니라 MIMO 송신기(202)에 제공된다. 코드북(C)은 실질적으로 고정된 채로 유지할 것이고, MIMO 송신기(202)의 코드북(C)에 대한 변화가 존재하는 경우, 코드북들(C)이 동일하게 유지되도록 보장하기 위해 MIMO 수신기(206)에서의 대응하는 변화들이 존재해야 한다.

[0073] 일부 실시예들에서, MIMO 수신기(206)는 처음에 MIMO 채널의 채널 상태들을 식별하고 전체 코드북(C)의 최상의 코드워드인 MIMO 채널의 채널 상태들에 기초하여 제1 코드워드에 대한 전체 코드북(C)을 검색할 것이다. MIMO 수신기(206)는 그 다음에 피드백으로서 MIMO 송신기(202)에 전체 코드북의 제1 코드워드의 코드워드 인덱스를 송신할 것이다. MIMO 송신기(202)는 MIMO 수신기(206)에 송신될 MIMO 신호들을 가중 및/또는 프리 코딩할 때 활용하기 위해 제1 코드워드를 식별하는 데 코드워드 인덱스를 이용할 것이다. 후속하는 피드백 인스턴스들에 대해, MIMO 수신기는 인덱스가 가장 최근에 송신된 전체 코드북(또는 코스 코드북)의 코드워드에 대응하는 코드워드 서브세트의 선택된 코드워드에 대응하는 인덱스, 또는 전체 코드북(C)(또는 코스 코드북)의 검색으로부터 결정되는 새로 선택된 코드워드에 대응하는 인덱스를 송신할 것이다. 처음에, 인덱스가 가장 최근에 송신된 전체 코드북(또는 코스 코드북)의 코드워드에 대응하는 코드워드 서브세트는 제1 코드워드의 코드워드 서브세트일 것이다. 그러나, 가끔, MIMO 수신기에 의해 수행된 적응에 의해 결정되는 바와 같이, 전체 코드북(C)(또는 코스 코드북)의 검색으로부터 결정되는 새로 선택된 코드워드의 인덱스가 송신된다. 전체 코드북(C)(또는 코스 코드북)으로부터의 가장 최근에 선택된 코드워드의 코드워드 서브세트는 서브세트 코드워드의 인덱스를 송신할 때 이용된다.

[0074] 다음의 접근법은 코드워드 서브세트의 선택된 코드워드에 대응하는 인덱스를 전송할지 또는 전체 코드북(C)(또는 코스 서브세트)으로부터의 코드워드의 인덱스를 전송할지를 결정하기 위해 취해진다. 이것은 현재의 코드워드 서브세트 내의 코드워드의 인덱스가 송신되면, 가장 최근에 선택된 현재의 코드워드 서브세트가 (다시) 현재의 코드워드 서브세트로서 선택된다는 의미에서 도 16의 단계(502)의 특정 예라는 것에 주목한다. 대신 전체 코드북(또는 코스 서브세트)의 코드워드의 인덱스이면, 현재의 코드워드 서브세트는 전체 코드북으로부터의 최상의 코드워드를 포함하는 다른 코드워드 서브세트의 코드워드 서브세트인 것으로 선택된다.

[0075] 채널 상태 업데이트

[0076] 우선, MIMO 수신기(206)는 MIMO 채널에 대한 채널 상태들을 다시 식별할 것이다.

[0077] 전체 코드북(또는 코스 서브세트)으로부터의 코드워드 식별

[0078] 전체 코드북(C)(또는 코스 코드북)이 검색되고, 코드북(C)의 M개의 코드워드(또는 코스 서브세트의 N개의 코드워드)로부터, MIMO 수신기(206)는 최상의 코드워드, 이하 "제2 코드워드"를 선택할 것이다. 전체 코드북(또는 코스 서브세트)의 제2 코드워드의 인덱스는 피드백으로서 MIMO 송신기(202)에 전송을 위해 이용가능하다. 그러나, 후술하는 바와 같이, 그것은 실제로 송신될 수 있거나 송신되지 않을 수 있다.

[0079] 코드워드 서브세트로부터의 코드워드 식별

[0080] MIMO 수신기(206)는 인덱스가 가장 최근에 송신된 전체 코드북(또는 코스 서브세트)의 코드워드와 연관되는 코드워드 서브세트에 속하는 최상의 코드워드에 대한 검색을 수행한다.

[0081] 코드워드 서브세트의 L개의 코드워드로부터, MIMO 수신기(206)는 최상의 코드워드, 이하 "제3 코드워드"를 선택할 것이다. 코드워드 서브세트의 제3 코드워드의 인덱스는 피드백으로서 MIMO 송신기(202)에 전송을 위해 이용가능하다. 그러나, 후술하는 바와 같이, 이 인덱스는 실제로 송신될 수 있거나 송신되지 않을 수 있다.

[0082] 코드워드 서브세트 내의 코드워드의 인덱스가 송신되는 경우, MIMO 송신기(202)는 전체 코드북(또는 코스 서브세트)의 코드워드의 가장 최근에 송신된 코드워드와 연관되는 코드워드 서브세트로부터의 제2 코드워드를 식별하기 위해 인덱스를 이용할 것이다. 일단 제3 코드워드가 획득되면, 대응하는 가중 인자들/프리 코딩이 MIMO 송신기(202)로부터 MIMO 수신기(206)에 송신되는 MIMO 신호들에 제공된다.

[0083] 임계값 기준 적용

[0084] 다음으로, 제2 코드워드 또는 제3 코드워드를 선택하기 위해 제2 코드워드 및 제3 코드워드에 임계값 기준이 적

용된다. 이것은 예를 들어, 제2 코드워드 및 제3 코드워드에 임계값 기준을 적용하는 것을 수반할 수 있다. 예를 들어, 상관 기준과 같은 적절한 임계값 기준에 의해 정의된 바와 같이, 그것들이 충분히 유사하면, 제3 코드워드가 선택되고 현재의 코드워드 서브세트(즉, 인덱스가 가장 최근에 송신된 전체/코스 코드북의 코드워드와 연관되는 코드워드 서브세트)의 제3 코드워드의 인덱스가 송신되고, 그렇지 않으면, 제2 코드워드가 선택되고, 송신되고 있는 인덱스가 전체 코드북(또는 코스 서브세트)으로부터 온 것이고, 그 때문에 인덱스가 가장 최근에 송신된 전체 코드북(또는 코스 서브세트)으로부터의 코드워드가 제2 코드워드인 것으로 업데이트되어야 하고, 따라서 현재의 코드워드 서브세트가 제2 코드워드와 대응하는 서브세트인 것으로 전환되어야 한다는 표시뿐만 아니라, 전체/코스 코드북의 제2 코드워드의 인덱스가 송신된다.

[0085] 특정 예에서, 제1 플레이스에서의 코드워드 서브세트들을 선택하기 위해 이용된 것과 동일한 상관 메트릭이 이용된다. 위에 주어진 특정 예에서, 상관 메트릭은 아래와 같이 정의되는 정규화 인터프로덕트 기준이었다.

$$\langle c_i, c_j \rangle = \frac{c_i^* c_j}{\|c_i\| * \|c_j\|}$$

[0086] [0087] 제2 코드워드 및 제3 코드워드의 정규화 인터프로덕트가 임계값을 초과하면, 임계값 기준은 만족되고, 코드워드 서브세트의 제3 코드워드의 인덱스는 송신되고, 그렇지 않으면, 전체 코드북(또는 코스 서브세트)의 제2 코드워드의 인덱스가 송신된다.

[0088] 대안적으로, 상관 기준과 같은 적절한 기준에 의해 정의되는 바와 같이, 그것들이 충분히 같지 않으면, 제2 코드워드가 선택되고 전체/코스 코드북의 제2 코드워드의 인덱스가 송신되고, 그렇지 않으면, 제3 코드워드가 선택되고 현재의 코드워드 서브세트(즉, 인덱스가 가장 최근에 송신된 전체/코스 코드북의 코드워드와 연관되는 코드워드 서브세트)의 제3 코드워드의 인덱스가 송신된다. 제2 코드워드의 인덱스가 송신되면, 송신되고 있는 인덱스가 전체 코드북(또는 코스 코드북)으로부터 온 것이라는 표시가 또한 전송되고, 이것은 또한 인덱스가 가장 최근에 송신된 전체/코스 코드북으로부터의 코드워드가 제2 코드워드인 것으로 업데이트되어야 하고, 따라서 현재의 코드워드 서브세트가 제2 코드워드와 대응하는 서브세트인 것으로 재설정되어야 한다는 것을 표시한다.

[0089] 특정 예에서, 제1 플레이스에서의 코드워드 서브세트들을 선택하기 위해 이용된 것과 동일한 상관 메트릭이 이용된다. 위에 주어진 특정 예에서, 상관 메트릭은 아래와 같이 정의되는 정규화 인터프로덕트 기준이었다.

$$\langle c_i, c_j \rangle = \frac{c_i^* c_j}{\|c_i\| * \|c_j\|}$$

[0090] [0091] 제2 코드워드 및 제3 코드워드의 정규화 인터프로덕트가 임계값 아래이면, 임계값 기준은 만족되고, 전체 코드북(또는 코스 서브세트)의 제2 코드워드의 인덱스가 송신되고, 그렇지 않으면, 현재의 코드워드 서브세트의 제3 코드워드의 인덱스는 송신된다.

[0092] 동일한 인덱스가 송신되게 하지만, 검색 시간이 약간 감소되게 하는 다른 실시예에서, (전체 또는 코스 코드북의) 제2 코드워드가 계산되고, 그 코드워드가 현재의 코드워드 서브세트에 속하면, 정의상, 검색이 현재의 코드워드 서브세트에 대해 수행되었다면 동일한 코드워드가 선택될 것이고, 이와 같이, 현재의 코드워드 서브세트를 검색하는 것이 필요하지 않다. 오히려, 현재의 코드워드 서브세트 내의 제2 코드워드의 인덱스가 색인되고 피드백으로서 송신된다. 통상적으로, 현재의 코드워드 서브세트의 제2 코드워드의 인덱스는 전체 또는 코스 코드북의 제2 코드워드의 인덱스와 상이할 것이다. 제2 코드워드가 현재의 코드워드 서브세트(S_i)에 속하지 않으면, 방법은 앞서 설명한 실시예에서와 같이 코드워드 서브세트의 코드워드의 결정, 및 제2 코드워드와 제3 코드워드 사이에서 선택하기 위한 임계값 기준의 적용을 계속한다.

[0093] 도 19를 참조하면, 발명의 실시예에 의해 제공되는 방법을 예시하는 흐름도가 도시된다. 이것은 예를 들어 MIMO 수신기, 예를 들어 MIMO 수신기(206)에서 MIMO 수신기에 정보를 피드백하도록 구현될 수 있다. 더욱 일반적으로, 이 방법들은 코드워드의 아이덴티티(identity)가 인덱스들의 이용을 통해 통신될 때마다 활용될 수 있다. 흐름도 및 설명은 전체 코드북의 각각의 코드워드가 연관된 코드워드 서브세트를 갖는다고 가정한다. 그러나, 이 방법은 또한 코스 코드워드 코드북과도 적용될 수 있다. 동작은 전체 코드북 검색으로부터 제1 코드워드의 선택으로 시작한다(단계 252). 이것은 예를 들어, 채널 추정들(channel estimates)에 기초할 수 있지만, 더욱 일반적으로, 그것은 임의의 적절한 선택 기준에 기초하여 선택될 수 있다. 제1 코드워드의 코드워드 인덱스가 그 다음에 송신된다(단계 254). 방법은 전체 코드북 검색으로부터의 제2 코드워드의 선택을 계

속한다(단계 256). 다음으로, 현재의 코드워드 서브세트의 검색이 제3 코드워드에 대해 행해진다(단계 262). 제2 코드워드에 대해 검색할 때 적용되었던 것과 동일한 선택 기준이 제3 코드워드에 대해 검색시에 적용된다. 다음으로, 전체 코드북의 제2 코드워드의 인덱스를 송신할지, 또는 현재의 코드워드 서브세트의 제3 코드워드의 인덱스를 송신할지를 적응적으로 결정한다(단계 264). 이 다음에, 결정에 의존하여, 현재의 코드워드 서브세트의 제3 코드워드의 인덱스가 송신되거나(단계 266), 또는 전체 코드북의 제2 코드워드의 인덱스가 송신된다(단계 268). 특정 예에서, 단계 264는 제2 코드워드와 제3 코드워드를 비교하는 것을 수반하고, 그것들이 충분히 유사하면, 현재의 코드워드 서브세트의 제3 코드워드의 인덱스가 송신되고(단계 266), 그렇지 않으면, 전체 코드북의 제2 코드워드의 인덱스가 송신된다(단계 268). 또한, 현재의 코드워드 서브세트는 새로운 전체 코드북 인덱스가 페드되어 송신될 때까지 변하지 않을 것이다. 전체 코드북 인덱스가 송신될 때(그리고 전체 코드북의 코드워드의 가장 최근에 송신된 인덱스가 될 때), 현재의 코드북 서브세트는 그에 따라 업데이트된다(단계 270). 방법 단계들 466, 270 중 어느 하나 다음에, 방법은 단계 256에서 계속된다.

[0094] 도 20을 참조하면, 발명의 실시예에 의해 제공되는 방법을 예시하는 흐름도가 도시된다. 이것은 예를 들어 MIMO 수신기, 예를 들어 MIMO 수신기(206)에서 MIMO 수신기에 정보를 페드백하도록 구현될 수 있다. 더욱 일반적으로, 이 방법들은 코드워드의 아이덴티티가 인덱스들의 이용을 통해 통신될 때마다 활용될 수 있다. 흐름도 및 설명은 전체 코드북의 각각의 코드워드가 연관된 코드워드 서브세트를 갖는다고 가정한다. 그러나, 이 방법은 또한 코스 코드워드 코드북과도 적용될 수 있다. 동작은 전체 코드북 검색으로부터 제1 코드워드의 선택으로 시작한다(단계 302). 이것은 예를 들어, 채널 추정들에 기초할 수 있지만, 더욱 일반적으로, 그것은 임의의 적절한 선택 기준에 기초하여 선택될 수 있다. 제1 코드워드의 코드워드 인덱스가 그 다음에 송신된다(단계 304). 방법은 전체 코드북 검색으로부터의 제2 코드워드의 선택을 계속한다(단계 306). 다시, 이것은 예를 들어, 채널 추정들에 기초할 수 있지만, 더욱 일반적으로, 그것은 임의의 적절한 선택 기준에 기초하여 선택될 수 있다. 제2 코드워드가 현재의 코드워드 서브세트(즉, 인덱스가 가장 최근에 송신된 전체 코드북의 코드워드와 연관되는 코드워드 서브세트)에 속하면('예' 경로, 단계 308), 현재의 코드워드 서브세트의 제2 코드워드의 인덱스가 결정되고 송신된다(단계 310). 제2 코드워드가 현재의 코드워드 서브세트에 속하지 않으면('아니오' 경로, 단계 308), 현재의 코드워드 서브세트의 검색이 제3 코드워드에 대해 행해진다(단계 312). 제2 코드워드에 대해 검색할 때 적용되었던 것과 동일한 선택 기준이 제3 코드워드에 대해 검색시에 적용된다. 다음으로, 전체 코드북의 제2 코드워드의 인덱스를 송신할지, 또는 현재의 코드워드 서브세트의 제3 코드워드의 인덱스를 송신할지를 적응적으로 결정한다(단계 314). 이 다음에, 결정에 의존하여, 현재의 코드워드 서브세트의 제3 코드워드의 인덱스가 송신되거나(단계 316), 또는 전체 코드북의 제2 코드워드의 인덱스가 송신된다(단계 318). 특정 예에서, 단계 314는 제2 코드워드와 제3 코드워드를 비교하는 것(단계 314)을 수반하고, 그것들이 충분히 유사하면, 현재의 코드워드 서브세트의 제3 코드워드의 인덱스가 송신되고(단계 316), 그렇지 않으면, 전체 코드북의 제2 코드워드의 인덱스가 송신된다(단계 318). 또한, 현재의 코드워드 서브세트는 새로운 전체 코드북 인덱스가 페드되어 송신될 때까지 변하지 않을 것이다. 전체 코드북 인덱스가 송신될 때(그리고 전체 코드북의 코드워드의 가장 최근에 송신된 인덱스가 될 때), 현재의 코드북 서브세트는 그에 따라 업데이트된다(단계 320). 방법 단계들 310, 316, 320 중 어느 하나 다음에, 방법은 단계 308에서 계속된다.

[0095] 도 21을 참조하면, 발명의 실시예에 의해 제공되는 다른 방법의 흐름도가 이제 설명될 것이다. 흐름도 및 설명은 전체 코드북의 각각의 코드워드가 연관된 코드워드 서브세트를 갖는다고 가정한다. 그러나, 이 방법은 또한 코스 서브세트와도 적용될 수 있다. 특정 예에서, 이 방법은 MIMO 송신기(202)와 같은 MIMO 송신기에서 구현될 수 있다. 더욱 일반적으로, 이 방법들은 코드워드의 아이덴티티가 인덱스들의 이용을 통해 통신될 때마다 활용될 수 있다. 동작은 전체 코드북(C)의 코드워드에 대한 코드워드 인덱스의 수신으로 시작한다(단계 400). 코드워드 인덱스에 기초하여 전체 코드북(C)으로부터의 코드워드가 획득된다(단계 402). 코드워드들이 MIMO 송신기에 의해 송신될 MIMO 신호들에 적용될 가중 또는 프리 코딩을 표현하는 실시예들에서, MIMO 송신기는 그 다음에 MIMO 수신기에 송신될 MIMO 신호들에 코드워드를 적용할 것이다(단계 403). 다음으로, 추가의 코드워드 인덱스가 수신된다(단계 404). 인덱스가 현재의 코드워드 서브세트(즉, 인덱스가 가장 최근에 송신된 전체 코드세트의 코드워드와 연관되는 코드워드 서브세트)의 코드워드의 인덱스이면('예' 경로, 단계 406), 현재의 코드워드 서브세트가 컨설팅되고(consulted), 인덱스를 이용하여, 적절한 코드워드가 획득된다(단계 408). 인덱스가 현재의 코드워드 서브세트 내의 코드워드의 인덱스가 아니면('아니오' 경로, 단계 406), 그것은 전체 코드북의 인덱스이고, 인덱스는 전체 코드북으로부터 적절한 코드워드를 획득하는 데 이용된다(단계 410). 또한, 현재의 코드북 서브세트는 그에 따라 획득된 코드워드와 연관된 것으로 재설정된다(단계 412). 단계 412 또는 418 후에, 코드워드들이 MIMO 송신기에 의해 송신될 MIMO 신호들에 적용될 가중 또는 프리 코딩을 표현하는 실시예들에서, MIMO 송신기는 그 다음에 MIMO 수신기(206)에 송신될 MIMO 신호들에 코드워드를 적용할 것이다(단

계 416). 방법은 단계 404로 돌아가서 다른 코드워드 인덱스의 수신을 계속한다.

[0096] 이 기술분야의 통상의 기술자들은 코드워드들이 다양한 구성들을 가질 수 있다는 것을 인식할 것이지만, 임의의 경우에 MIMO 송신기(202)의 다양한 안테나(204)로부터 송신될 MIMO 신호들에 적용하기 위해 메트릭들, 벡터들 등의 형태로 각종 인자들을 효과적으로 정의할 것이다.

[0097] 또한, OFDM 시스템들에서, 코드워드 서브세트들은 시간 및 주파수에 의해 배열될 수 있다. 이와 같이, 서브세트 인덱스들이 관련될 수 있고 OFDM 스펙트럼에서 시간 또는 주파수 방향으로 최상의 상관들을 갖는 코드북 코드워드들로부터 선택될 수 있다.

[0098] 서브세트 전환 메커니즘 - 전체 코드북

[0099] 전술한 실시예들 중 일부에서, 시간의 일부에서 MIMO 수신기는 전체 코드북으로부터의 코드워드(또는 인덱스)를 송신하고, 다른 시간들에서 MIMO는 인덱스가 가장 최근에 송신된 전체 코드북의 코드워드와 연관되는 코드워드 서브세트로부터의 코드워드의 인덱스를 송신한다. 전체 코드북으로부터의 코드워드의 인덱스가 송신된 후에, 현재의 코드워드 서브세트는 전체 코드북의 코드워드와 연관되는 코드워드 서브세트인 것으로 전환된다.

[0100] 일부 실시예들에서, 제1 인덱스 길이(비트 단위)가 코드워드 서브세트의 코드워드를 인덱싱하기 위해 이용되고, 제2 인덱스 길이(비트 단위)가 전체 코드북의 코드워드를 인덱싱하기 위해 이용된다. 코드워드 서브세트에 더 적은 코드워드들이 존재하기 때문에, 제1 길이는 제2 길이보다 작게 만들어질 수 있다. 예를 들어, p -비트 인덱스가 코드워드 서브세트의 코드워드에 대해 송신될 수 있고, m -비트 인덱스가 전체 코드북의 코드워드에 대해 송신될 수 있다.

[0101] 수신기(더욱 일반적으로 코드워드들을 인코딩하는 디바이스)는 그것으로부터 주어진 인덱스가 현재의 코드워드 서브세트 내의 코드워드의 인덱스와 달리 전체 코드북의 코드워드의 인덱스인지에 대해 결정이 행해질 수 있는 정보를 송신할 것이다. 일부 실시예들에서, 이것은 전체 코드북의 코드워드의 인덱스가 송신될 때마다 전송되지만, 다른 구현들이 가능하고, 그것들은 덜 효율적일 수 있다. 예를 들어, 단일 비트가 어떤 타입의 인덱스인지, 즉 전체 코드북의 인덱스인지 또는 코드북 서브세트의 인덱스인지를 표시하는 모든 인덱스와 송신될 수 있다.

[0102] p -비트 인덱스가 코드워드 서브세트에 대해 이용되면, 2^p 개의 고유한 p -비트 인덱스들이 존재한다. 일부 실시예들에서, 코드워드 서브세트가 $(2^p-1$ 개의 인덱스들을 이용하여) 2^p-1 개의 코드워드까지 포함하도록 정의되고, 나머지 p -비트 인덱스는 다음 인덱스가 전체 코드북으로부터의 코드워드의 인덱스임을 표시하기 위해 이용된다. 이것은 예를 들어, 모두 0인 인덱스, 또는 임의의 다른 미리 정의된 인덱스일 수 있다. 전체 코드북으로부터의 코드워드의 인덱스가 그 다음에 송신되고, 현재의 코드북 서브세트가 그 코드워드와 연관된 코드북 서브세트인 것으로 업데이트된다.

[0103] 특정 예에서, 코드워드 서브세트에서 전환을 표시하기 위해서, 수신기는 나머지 p -비트 인덱스, 플러스 코드워드의 정상 인코딩(normal encoding)이 전체 코드북에 속함을 표현하는 m -비트 인덱스를 포함하는 피드백을 송신하고, 여기서 전체 코드북은 2^m 개의 코드워드까지 포함한다고 가정한다.

[0104] 이 메커니즘은 동적 또는 적응적 재설정에 적용될 수 있다. 동적 재설정에 의하면, 코드워드 서브세트는 전체 코드워드로부터의 최상의 코드워드가 현재의 코드워드 서브세트에 속하지 않을 때마다 전환된다.

[0105] 서브세트 전환 메커니즘 - 코스 코드북

[0106] 전술한 실시예들 중 일부에서, 시간의 일부에서 MIMO 수신기는 전체 코드북의 코스 서브세트로부터의 코드워드를 송신하고, 다른 시간들에서 MIMO는 인덱스가 가장 최근에 송신된 전체 코드북의 코스 서브세트의 코드워드와 연관되는 코드워드 서브세트로부터의 코드워드의 인덱스를 송신한다. 코스 코드북으로부터의 코드워드의 인덱스가 송신된 후에, 현재의 코드워드 서브세트는 코스 코드북의 코드워드와 연관되는 코드워드 서브세트인 것으로 전환된다.

[0107] 일부 실시예들에서, 제1 인덱스 길이(비트 단위)가 코드워드 서브세트의 코드워드를 인덱싱하기 위해 이용되고, 제2 인덱스 길이(비트 단위)가 전체 코드북의 코드워드를 인덱싱하기 위해 이용된다. 코스 서브세트에서보다 코드워드 서브세트에 더 적은 코드워드들이 존재할 수 있거나 존재하지 않을 수 있다. 예를 들어, p -비트 인덱스가 코드워드 서브세트의 코드워드에 대해 송신될 수 있고, k -비트 인덱스가 코스 서브세트의 코드워드에 대해

송신될 수 있다.

[0108] 수신기(더욱 일반적으로 코드워드들을 인코딩하는 디바이스)는 그것으로부터 주어진 인덱스가 현재의 코드워드 서브세트 내의 코드워드의 인덱스와 달리 코스 코드북의 코드워드의 인덱스인지에 대해 결정이 행해질 수 있는 정보를 송신할 것이다. 일부 실시예들에서, 이것은 전체 코드북의 코드워드의 인덱스가 송신될 때마다 전송되지만, 다른 구현들이 가능하고, 그것들은 덜 효율적일 수 있다. 예를 들어, 단일 비트가 어떤 타입의 인덱스인지, 즉 코스 코드북의 인덱스인지 또는 코드북 서브세트의 인덱스인지를 표시하는 모든 인덱스와 송신될 수 있다.

[0109] p -비트 인덱스가 코드워드 서브세트에 대해 이용되면, 2^p 개의 고유한 p -비트 인덱스들이 존재한다. 일부 실시예들에서, 코드워드 서브세트가 (2^p -1개의 인덱스들을 이용하여) 2^p -1개의 코드워드까지 포함하도록 정의되고, 나머지 p -비트 인덱스는 다음 인덱스가 코스 코드북으로부터의 코드워드의 인덱스임을 표시하기 위해 이용된다. 이것은 예를 들어, 모두 0인 인덱스, 또는 임의의 다른 미리 정의된 인덱스일 수 있다. 전체 코드북으로부터의 코드워드의 인덱스가 그 다음에 송신되고, 현재의 코드북 서브세트가 그 코드워드와 연관된 코드북 서브세트인 것으로 업데이트된다.

[0110] 특정 예에서, 코드워드 서브세트에서 전환을 표시하기 위해서, 수신기는 나머지 p -비트 인덱스, 플러스 코드워드의 정상 인코딩이 코스 코드북에 속함을 표현하는 k -비트 인덱스를 포함하는 피드백을 송신하고, 여기서 코스 코드북은 2^k 코드워드까지 포함한다고 가정한다.

[0111] 이 메커니즘은 동적 또는 적응적 재설정에 적용될 수 있다. 동적 재설정에 의하면, 코드워드 서브세트는 전체 코드워드로부터의 최상의 코드워드가 현재의 코드워드 서브세트에 속하지 않을 때마다 전환된다.

[0112] 전술한 실시예들에서, 수신기로부터 피드백된 모든 인덱스는 전체 코드북으로부터의 코드워드와 연관된다. 인덱스는 전체 코드북/코스 코드북의 인덱스이거나, 인덱스는 현재의 코드워드 서브세트의 인덱스이다. 송신된 인덱스가 전체 코드북/코스 코드북의 코드워드의 인덱스일 때마다, 현재의 코드워드 서브세트는 전체 코드북/코스 코드북의 코드워드와 연관되는 코드워드 서브세트인 것으로 전환된다. 코스 서브세트 실시예들에 대해, 코스 서브세트의 각각의 코드워드는 연관된 코드워드 서브세트에 대해 헤더 코드워드로서 보여질 수 있다. 코드워드 서브세트가 전체 코드북의 모든 코드워드에 대해 정의되는 경우에, 전체 코드북의 각각의 코드워드는 연관된 코드워드 서브세트에 대해 헤더 코드워드로서 보여질 수 있다. 두 타입의 실시예들은 헤더 코드워드들을 활용하는 실시예들로서 총체적으로 지칭될 수 있다.

[0113] 다른 종류의 실시예들에서, 헤더 코드워드들은 활용되지 않는다. 오히려, 코드워드 서브세트들의 세트는 예를 들어 앞서 정의된 상관 기준을 이용하여 주어진 서브세트의 코드워드들이 서로 비교적 가깝도록 정의된다. 수신기는 전체 코드북으로부터 최상의 코드워드를 고르고, 이것이 속하는 코드워드 서브세트를 결정한다. 그 다음에, 수신기는 이용되고 있는 코드북 서브세트의 표시를 송신기에 피드백한다. 그 자체로(on its own) 표시는 코드북 서브세트의 임의의 특정 코드워드의 표시가 아니지만, 단순히 코드북 서브세트를 전체로서 표시한다. 이것은 "현재의 코드북 서브세트"가 된다. 수신기는 그 다음에 현재의 코드북 서브세트의 최상의 코드워드의 인덱스를 송신기에 피드백한다. 다음으로, 다음번 피드백이 수행되고, 전체 코드북으로부터의 최상의 코드워드가 선택되고 현재의 코드워드 서브세트로부터의 최상의 코드워드가 선택된다. 현재의 코드워드 서브세트로부터의 최상의 코드워드가 전체 코드북으로부터의 최상의 코드워드에 충분히 가까우면, 임계값 기준에 의해 정의된 바와 같이, 현재의 코드워드 서브세트의 최상의 코드워드의 인덱스가 송신된다. 그렇지 않으면, 수신기는 새로운 현재의 코드북 서브세트, 즉, 전체 코드북으로부터 선택된 최상의 코드워드가 속하는 코드북 서브세트가 될 상이한 코드북 서브세트의 표시를 피드백하고, 그 다음에 새로운 현재의 코드북 서브세트의 최상의 코드워드의 인덱스를 피드백한다.

[0114] 일부 이러한 실시예들에서, 코드북 서브세트들의 인덱스들을 송신할 때, 다음 피드백이 현재의 코드북 서브세트의 전환과 관련한다는 것을 표시하기 위해 특정 인덱스가 예비된다. 대안적으로, 이것은 일부 다른 방식으로 전달될 수 있다.

[0115] 예를 들어, 2^{N1+N2} 코드워드를 갖는 코드북을 가정하면, 이것은 상관 기준을 통해 2^N 개의 코드워드 서브세트들로 분할될 수 있고, 각각은 2^N 개의 멤버들을 갖는다. $N1$ 비트들은 특정 현재의 코드워드 서브세트를 시그널링하는 데 이용될 수 있고, $N2$ 비트들은 현재의 코드워드 서브세트 내의 특정 코드워드를 인덱싱하는 데 이용될 수 있다. 이러한 접근법에 의하면, $N1+N2$ 비트들은 함께 전체 코드워드로부터 특정 코드워드를 식별한다.

N1 비트들은 코드 인덱스(coarse index)로서 보여질 수 있고, N2 비트들은 차이 인덱스로서 보여질 수 있다.

[0116] 이를 실시예들에 대한 코드워드 서브세트들 사이에 전환하기 위한 임계값 기준은 헤더 코드워드들을 이용하는 실시예들에 대해 앞서 설명한 것과 동일할 수 있다. 예를 들어, 전환은 전체 코드북으로부터의 최상의 코드워드가 현재의 코드워드 서브세트로부터의 최상의 코드워드와 임계값 양보다 많이 상이할 때 행해질 수 있거나, 역으로 전환은 전체 코드북으로부터의 최상의 코드워드가 예를 들어 임계값을 초과하는 상관 기준에 의해 정의되는 바와 같이 현재의 코드워드 서브세트로부터의 최상의 코드워드와 충분히 유사할 때 행해지지 않을 수 있다.

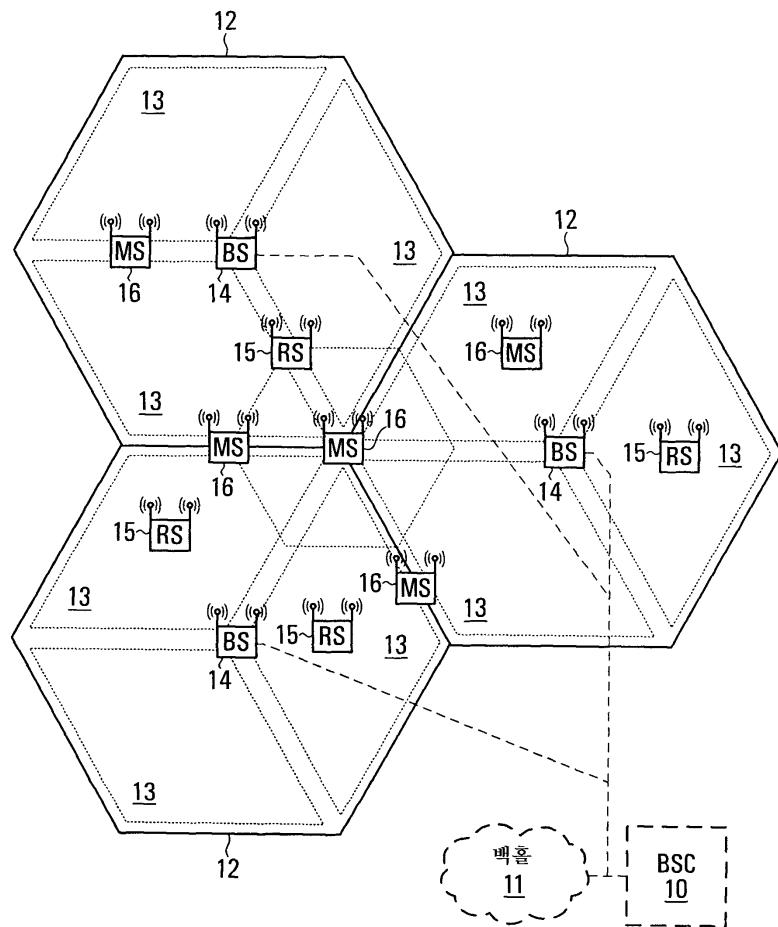
[0117] 명령어들을 실행하는 본원에 예시된 임의의 모듈, 컴포넌트, 또는 디바이스는 저장 매체, 컴퓨터 저장 매체, 또는 예를 들어, 자기 디스크들, 광학 디스크들, 또는 테이프와 같은 데이터 저장 디바이스들(분리 가능 및/또는 분리 불가능)과 같은 컴퓨터 판독 가능한 매체를 포함할 수 있거나 그렇지 않으면 그에 대한 액세스를 가질 수 있다는 것을 알 것이다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독 가능한 명령어들, 데이터 구조들, 프로그램 모듈들, 또는 다른 데이터와 같은 정보의 저장을 위해 임의의 방법 또는 기술로 구현되는 회발성 및 불회발성, 분리 가능 및 분리 불가능 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체의 예들은 RAM, ROM, EEPROM, 플래시 메모리 또는 다른 메모리 기술, CD-ROM, DVD(digital versatile disk) 또는 다른 광학 저장소, 자기 카세트, 자기 테이프, 자기 디스크 저장소 또는 다른 자기 저장 디바이스들, 또는 원하는 정보를 저장하는 데 이용될 수 있고 애플리케이션, 모듈, 또는 둘다에 의해 액세스될 수 있는 임의의 다른 매체를 포함한다. 임의의 이러한 컴퓨터 저장 매체는 디바이스의 부분일 수 있거나 거기에 액세스 가능 또는 접속가능할 수 있다. 본원에 설명된 임의의 애플리케이션 또는 모듈은 이러한 컴퓨터 판독 가능한 매체에 의해 저장 또는 달리 유지될 수 있는 컴퓨터 판독 가능한/실행 가능한 명령어들을 이용하여 구현될 수 있다.

[0118] 도 22는 600으로 일반적으로 표시되는 수신기의 블록도이다. 수신기(600)는 적어도 하나의 안테나(602) 및 적어도 하나의 무선 액세스 라디오(604)를 갖는다. 수신기는 본원에 설명된 실시예들 중 임의의 것에 따라 코드북 서브세트들(608)을 포함하는 메모리(606)를 갖는다. 수신기는 예를 들어, 본원에 설명된 방법들 중 하나를 이용하여, 임계값 기준에 기초하여 서브세트 선택을 수행하는 서브세트 선택자(610)를 갖는다.

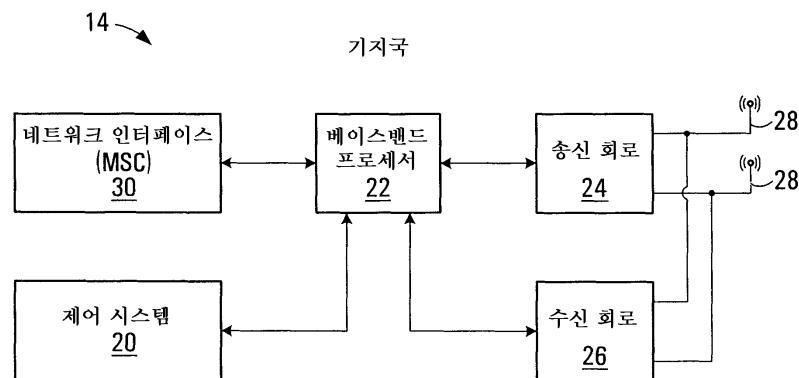
[0119] 본 개시의 다수의 수정들 및 변형들은 위의 교시에 비추어 가능하다. 따라서 첨부된 청구항들의 범위 내에서, 개시는 본원에서 구체적으로 설명되어 있는 바와 달리 실시될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

도면

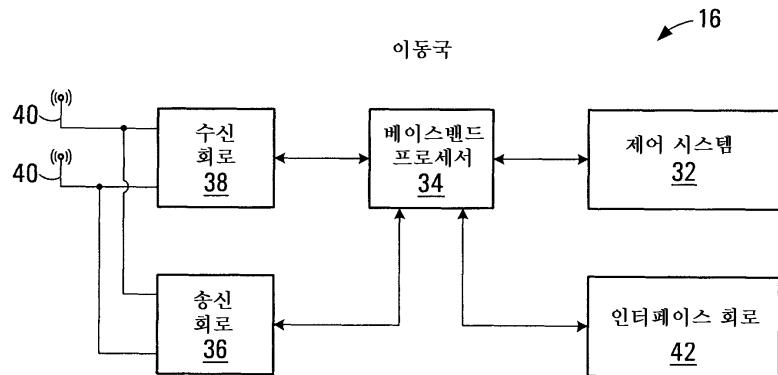
도면1



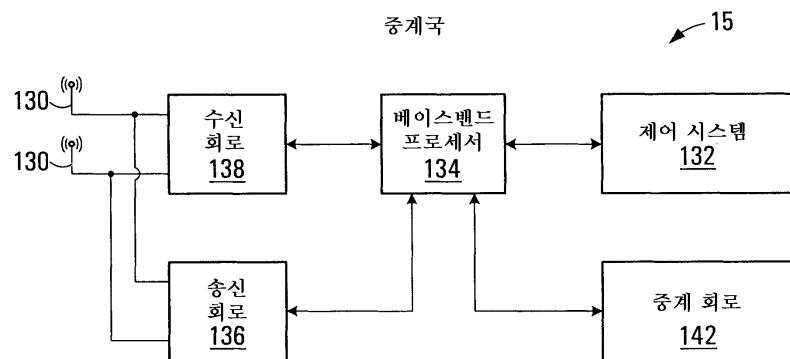
도면2



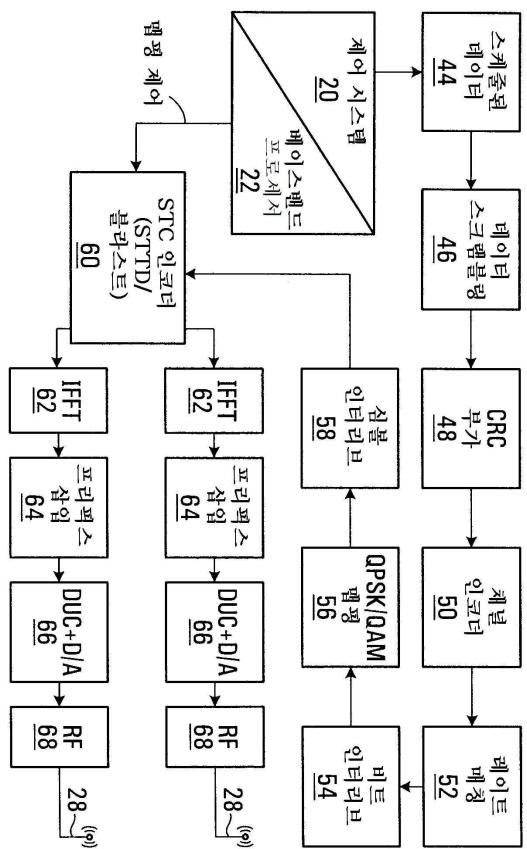
도면3



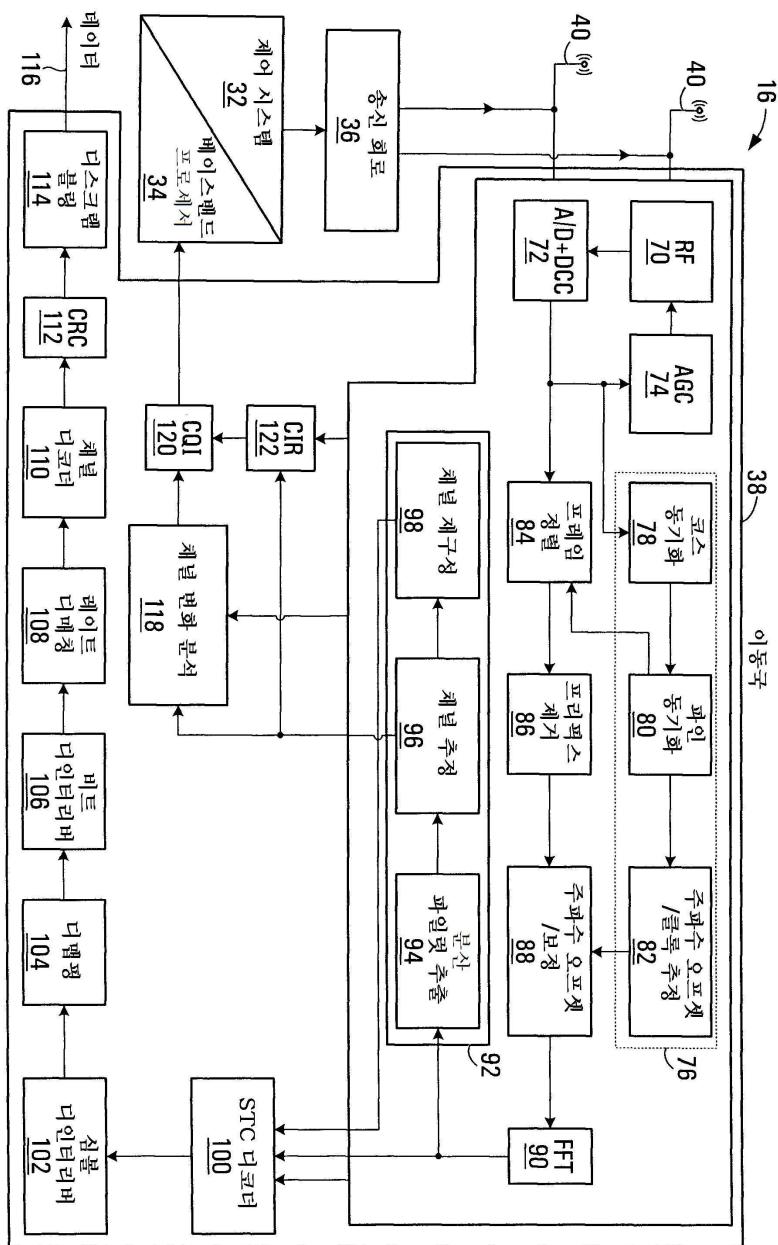
도면4



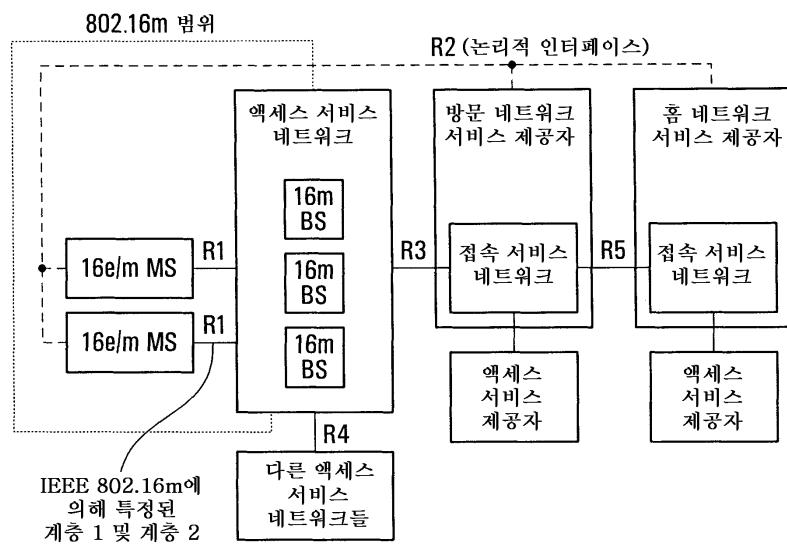
도면5



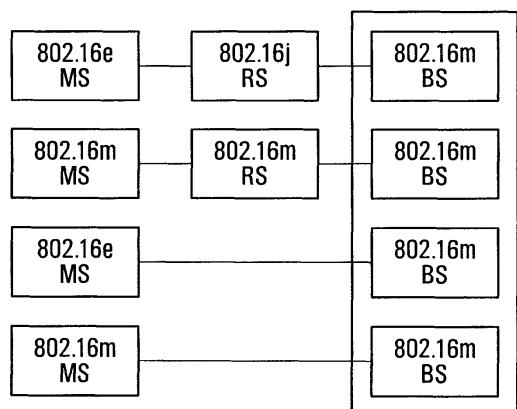
도면6



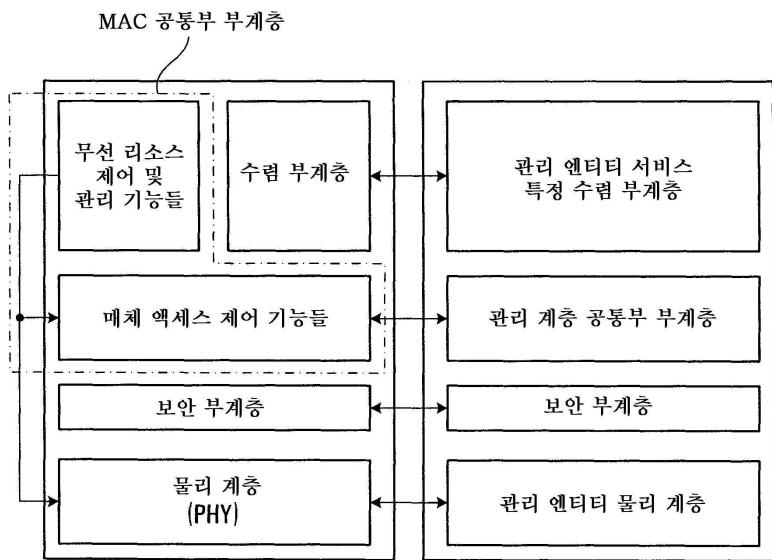
도면7



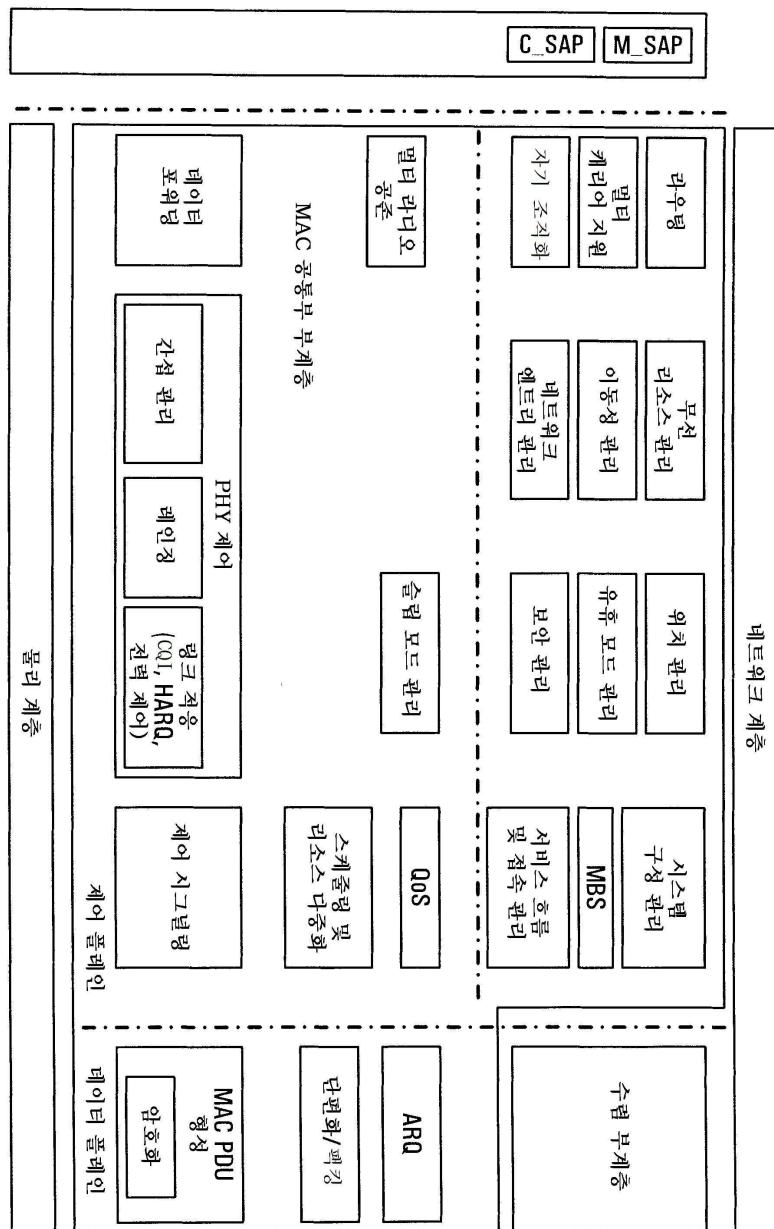
도면8



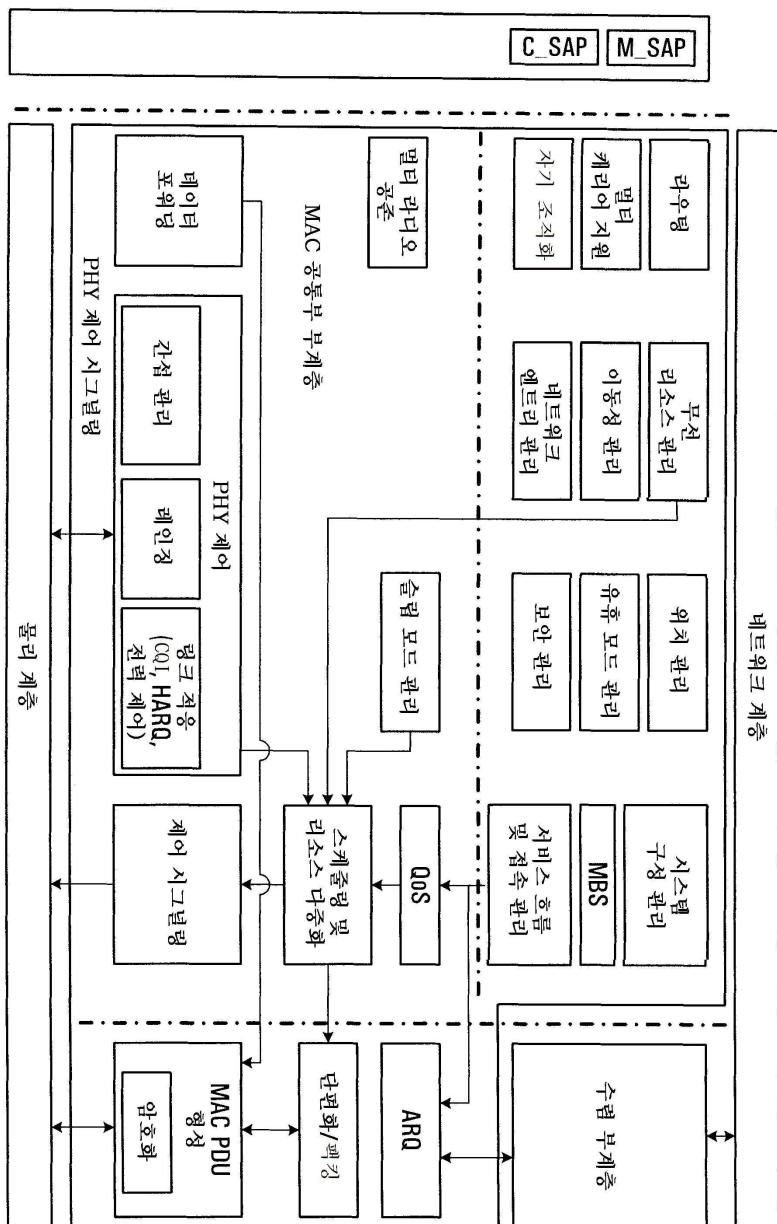
도면9



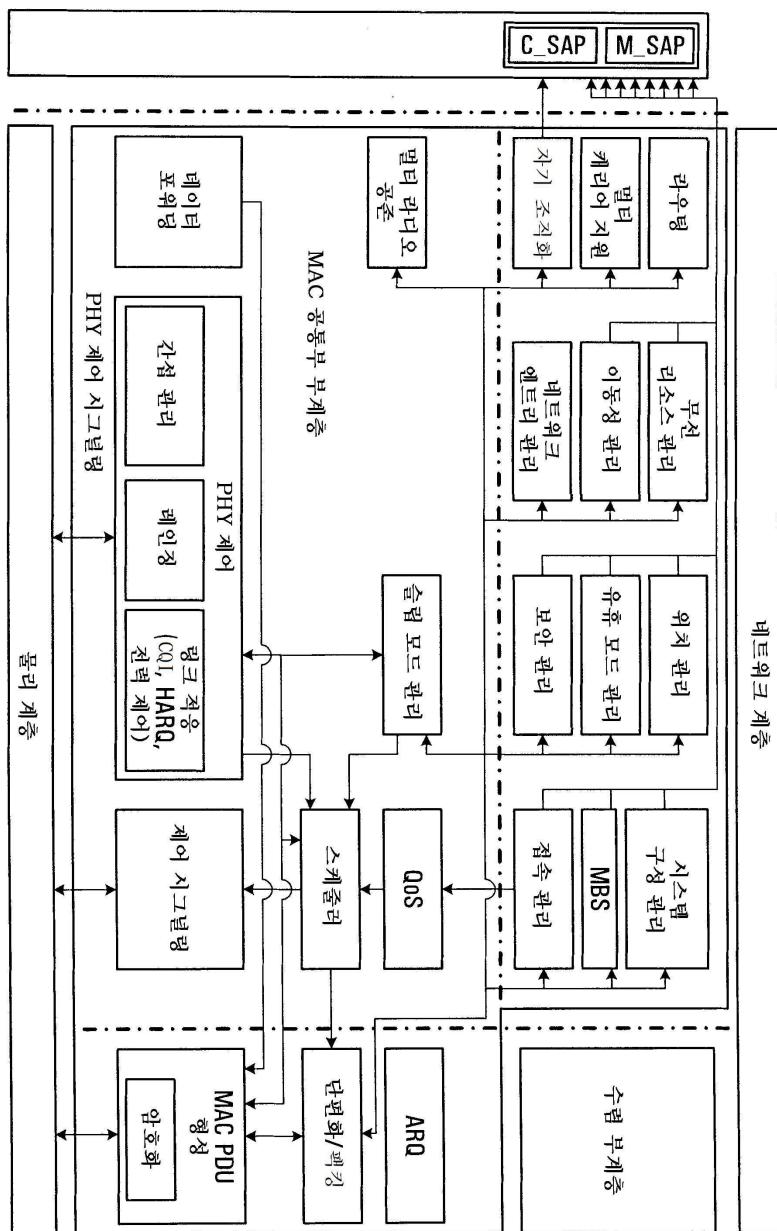
도면10



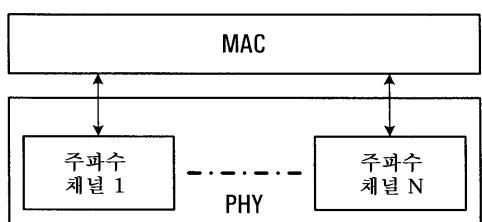
도면11



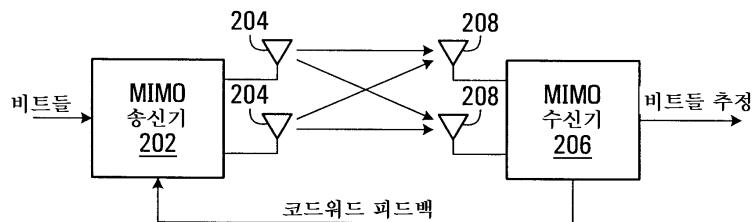
도면12



도면13



도면14

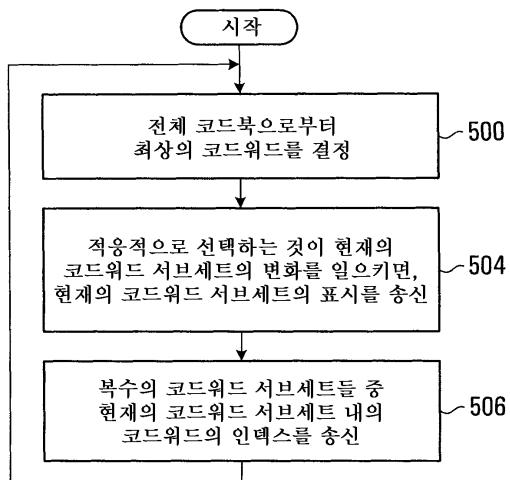


도면15

코드북 C	
코드워드 인덱스 i	코드워드 C _i
0	C ₀
1	C ₁
2	C ₂
3	C ₃
4	C ₄
⋮	⋮
59	C ₅₉
60	C ₆₀
61	C ₆₁
62	C ₆₂
63	C ₆₃

$$i = 0, 1, 2, \dots, M-1; M=64$$

도면16



도면17

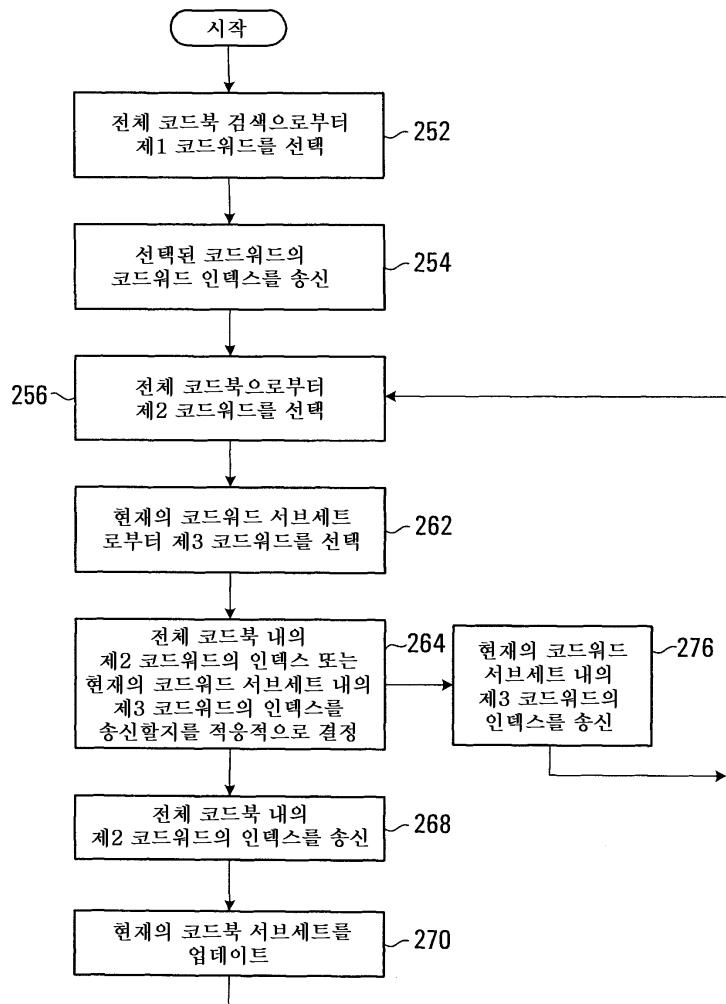
코드북 C		
코드워드 인덱스 i	코드워드 C_i	코드워드 서브세트 S_i
0	C_0	S_0
1	C_1	S_1
2	C_2	S_2
3	C_3	S_3
4	C_4	S_4
⋮	⋮	⋮
59	C_{59}	S_{59}
60	C_{60}	S_{60}
61	C_{61}	S_{61}
62	C_{62}	S_{62}
63	C_{63}	S_{63}

$i = 0, 1, 2, \dots, M-1; M=64$

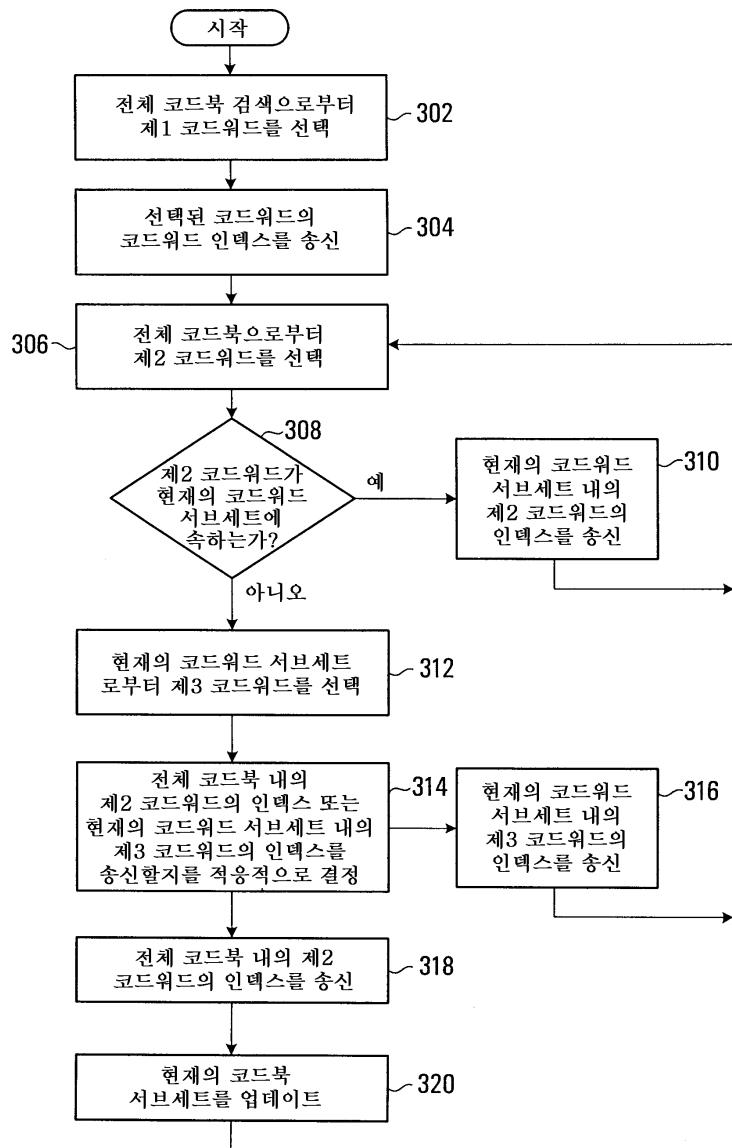
도면18

코드북 C	
코드워드 인덱스	코드워드 C_i
0	C_3
1	C_{13}
2	C_{16}
3	C_{25}
4	C_{37}
5	C_{41}
6	C_{49}
7	C_{60}

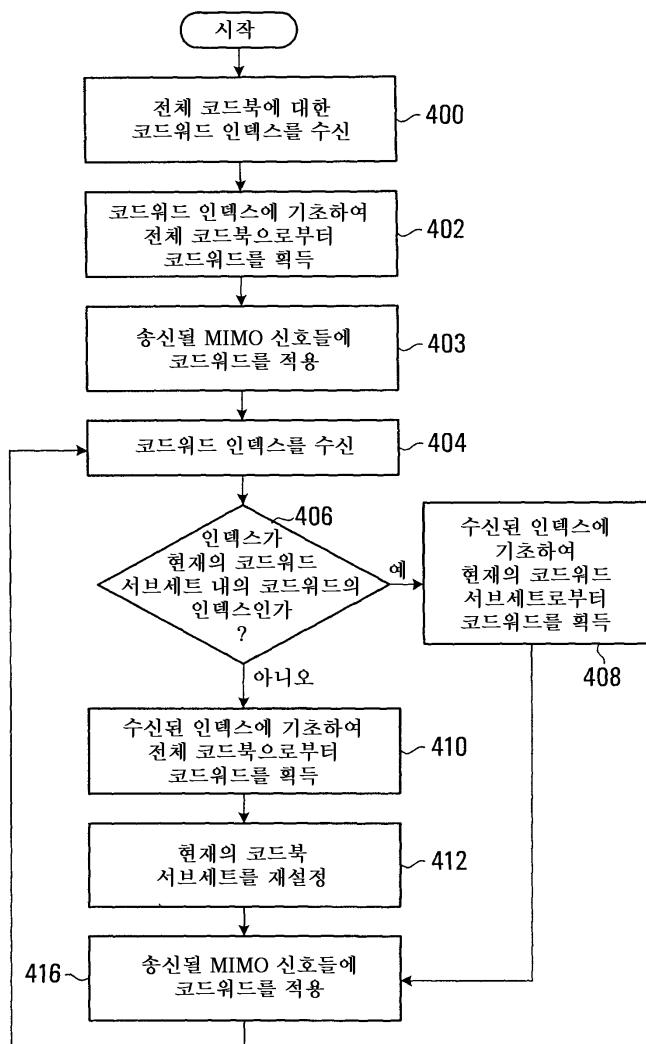
도면19



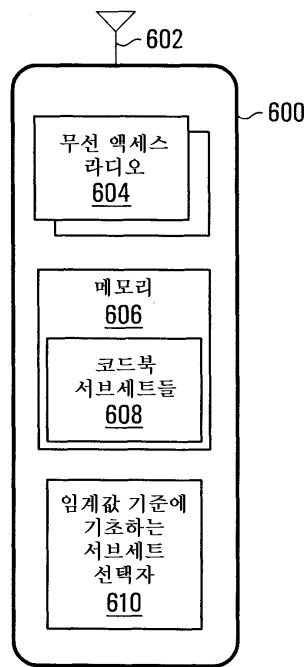
도면20



도면21



도면22



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 15항

【변경전】

상기 코드북 코드워드들은

【변경후】

상기 코드북의 코드워드들은