



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년06월07일
 (11) 등록번호 10-1627890
 (24) 등록일자 2016년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04B 7/14 (2006.01) H04B 7/04 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-7001987
 (22) 출원일자(국제) 2010년07월27일
 심사청구일자 2015년04월07일
 (85) 번역문제출일자 2012년01월26일
 (65) 공개번호 10-2012-0052941
 (43) 공개일자 2012년05월24일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2010/004770
 (87) 국제공개번호 WO 2011/013355
 국제공개일자 2011년02월03일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2009-175688 2009년07월28일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 US06370185 B1*
 US20040192204 A1*
 US20080056175 A1*
 3GPP Document, R1-050903, (2005.08.25)*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 파나소닉 인텔렉추얼 프로퍼티 코퍼레이션 오브
 아메리카
 미국 캘리포니아 (우편번호 90503) 토렌스 마리너
 애비뉴 20000 스위트 200
 (72) 발명자
 미요시 겐이치
 일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006
 반치 파나소닉 주식회사 내
 이마무라 다이치
 일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006
 반치 파나소닉 주식회사 내
 사이트 요시코
 일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006
 반치 파나소닉 주식회사 내
 (74) 대리인
 제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 신상길

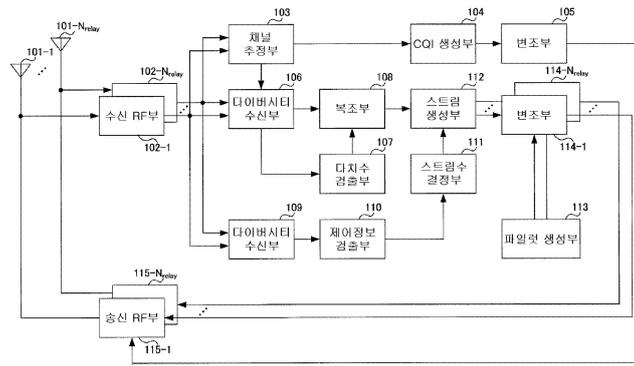
(54) 발명의 명칭 **무선 중계 장치 및 무선 중계 방법**

(57) 요약

무선 송신 장치의 안테나 및 무선 수신 장치의 안테나의 어느것의 수를 증가시키는 일 없이, 무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이의 스트림 다중수를 증가시킬 수 있는 무선 중계 장치. 무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이에서 신호를 중계 송신하는 무선 중계 장치(100)는 N_{relay} 개(N_{relay} 는 2이상의 자연수)의 안테나 포트를 가지고, 다이버시티 수신부(106)는 무선 송신 장치로부터 송신되는, M (단, $M \leq N_{\text{relay}} \times 2$)의 변조 다차수로 변조된 신호를, N_{relay} 개의 안테나 포트에 다이버시티 수신하고, 스트림 생성부(112)는 신호를 분할해서 N_{relay} 개의 스트림을 생성하고, 변조부(114-1)~(114- N_{relay})는 N_{relay} 개의 스트림을 QPSK 변조하고, 송신 RF부(115-1)~(115- N_{relay})는 변조 후의 N 개의 스트림을 N_{relay} 개의 안테나 포트에 무선 수신 장치에 송신한다.

대표도

100



- | | |
|--------------------|----------------|
| 102-1 수신 RF부 | 104 CQI 생성부 |
| 115-1 송신 RF부 | 112 스트림 생성부 |
| 103 채널 추정부 | 111 스트림수 결정부 |
| 106, 109 다이버시티 수신부 | 105, 114-1 변조부 |
| 108 복조부 | 113 파일럿 생성부 |
| 107 디지털 신호 처리부 | |
| 110 채널정보 결정부 | |

명세서

청구범위

청구항 1

무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이에서 신호를 중계 송신하는 무선 중계 장치로서,
 N개(N는 2이상의 자연수)의 안테나 포트를 가지고,
 상기 무선 송신 장치로부터 송신되는, M(단, $M \leq N \times K$, K는 1이상의 자연수)의 변조 다치수를 갖는 다치 변조 방식으로 변조된 상기 신호를, 상기 N개의 안테나 포트에 수신하는 수신 수단과,
 상기 신호를 분할하여 N개의 스트림을 생성하는 생성 수단과,
 상기 N개의 스트림을 상기 K의 변조 다치수(단, $M > K$)로 변조하는 변조 수단과,
 변조 후의 상기 N개의 스트림을 멀티패스 다중하여 상기 N개의 안테나 포트에 상기 무선 수신 장치에 송신하는 송신 수단
 을 구비하는 무선 중계 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 K는 2이고,
 상기 변조 수단은, 상기 N개의 스트림을 QPSK 변조하는,
 무선 중계 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 K는 1이고,
 상기 변조 수단은, 상기 N개의 스트림을 BPSK 변조하는,
 무선 중계 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 수신 수단은, 상기 무선 송신 장치로부터 송신되는, 확산 계열로 구성되는 파일럿 신호를 이용해서 추정되는 채널 추정값을 이용하여, 상기 신호를 상기 N개의 안테나 포트에 다이버시티 수신하는,
 무선 중계 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 송신 수단은, ZAC 계열로 구성되는 파일럿 신호를 상기 N개의 안테나 포트에 상기 무선 수신 장치에 송신

하는,
무선 중계 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 생성 수단은, 상기 M의 변조 다치수로 변조된 상기 신호의 각 심볼을 구성하는 M개의 비트 중, 보다 상위 비트를, 상기 N개 스트림 중 회선 품질이 보다 좋은 스트림에 배치하는,
무선 중계 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 생성 수단은, 상기 M의 변조 다치수로 변조된 상기 신호의 각 심볼을 구성하는 M개의 비트 중, 보다 하위의 비트를, 상기 N개의 스트림 중 회선 품질이 보다 좋은 스트림에 배치하는,
무선 중계 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 생성 수단은, 자장치(自裝置)와 상기 무선 수신 장치 사이에서 다중 가능한 스트림수가 상기 N보다 적은 경우, 상기 N개 스트림을 상기 다중 가능한 스트림수의 스트림에 모으고,
상기 변조 수단은, 상기 다중 가능한 스트림수의 스트림을 QPSK 변조하는
무선 중계 장치.

청구항 9

N개(N은 2이상의 자연수)의 안테나 포트를 가지고, 무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이에서 신호를 중계 송신하는 무선 중계 장치에 있어서의 무선 중계 방법으로서,
상기 무선 송신 장치로부터 송신되는, M(단, $M \leq N \times K$, K는 1이상의 자연수)의 변조 다치수를 갖는 다치 변조 방식으로 변조된 상기 신호를, 상기 N개의 안테나 포트로 수신하고,
상기 신호를 분할해서 N개의 스트림을 생성하고,
상기 N개의 스트림을 상기 K의 변조 다치수(단, $M > K$)로 변조하고,
변조 후의 상기 N개의 스트림을 멀티패스 다중하여 상기 N개의 안테나 포트로 상기 무선 수신 장치에 송신하는
무선 중계 방법.

청구항 10

제1 통신 장치에 의한 중계를 경유하여 제2 통신 장치와 통신을 행하는 통신 장치로서,
상기 제1 통신 장치로부터 상기 제2 통신 장치로의 통신 구간에 있어서의 다중 가능한 스트림수를 상기 제1 통신 장치 또는 상기 제2 통신 장치로부터 수신하는 수신부와,
상기 수신한 다중 가능한 스트림수에 기초하여 결정한 변조 다치수로 신호를 변조하는 변조부와,
상기 변조된 신호를, 상기 제1 통신 장치에 송신하는 송신부

를 구비하되,
 상기 변조 다치수는 $L \times K \times N_r$ 로부터 결정되고,
 단, L은 상기 통신 구간에 있어서의 멀티패스수를 나타내고, K는 상기 제1 통신 장치가 신호를 변조할 때의 변조 다치수를 나타내며, N_r 은 상기 제2 통신 장치의 안테나 포트수를 나타내는 통신 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

제1 통신 장치에 의한 중계를 경유하여 제2 통신 장치와 통신을 행하는 통신 장치로서,
 자장치(自裝置)로부터 상기 제1 통신 장치로의 통신 구간에 있어서의 통신 품질 정보를 수신하는 수신부와,
 상기 수신한 통신 품질 정보에 기초하여 결정되는, 변조 다치수와 상기 제1 통신 장치로부터 상기 제2 통신 장치로의 통신 구간에 있어서의 스트림수를 이용해서, 신호를 변조하는 변조부와,
 상기 변조된 신호를, 상기 제1 통신 장치에 송신하는 송신부를 구비하되,
 상기 변조 다치수는 $L \times K \times N_r$ 로부터 결정되고,
 상기 스트림수는 $L \times N_r$ 로부터 결정되며,
 단, L은 상기 제1 통신 장치로부터 상기 제2 통신 장치로의 통신 구간에 있어서의 멀티패스수를 나타내고, K는 상기 제1 통신 장치가 신호를 변조할 때의 변조 다치수를 나타내며, N_r 은 상기 제2 통신 장치의 안테나 포트수를 나타내는 통신 장치.

청구항 13

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 무선 중계 장치 및 무선 중계 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 대용량 데이터 통신을 가능하게 하는 기술로서 MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) 시스템이 주목되고 있다. MIMO 시스템에서는, 무선 송신 장치는, 복수의 송신 안테나 포트로부터 각각 송신 데이터(스트림)를 공간 다중해서 송신하고, 무선 수신 장치는, 전파로상에서 복수의 송신 데이터가 서로 혼합된 수신 데이터를 원래의 송신 데이터로 공간 분리해서 수신한다(예를 들면, 비특허 문헌 1 참조).

[0003] MIMO 시스템에 있어서, 송신 안테나 포트수를 N_{tx} 라 하고, 수신 안테나 포트수를 N_{rx} 라 할 경우, 다중 가능한 스트림수는, 다음식(1)로 얻어진다.

수학식 1

[0004] $\min(N_{tx}, N_{rx}) \dots (1)$

[0005] 여기서, 함수 $\min(x, y)$ 는, x 및 y 중 작은 값을 돌려주는 함수이다. 즉, 다중 가능한 스트림수는, 송신 안테나 포트수 N_{tx} 및 수신 안테나 포트수 N_{rx} 중 적은 쪽의 수가 된다. 또, 실제로 다중 가능한 스트림수는, 송신 안테나 포트 및 수신 안테나 포트의 채널 행렬의 랭크수로 결정된다. 여기서, 송신 안테나 포트간의 채널 상관 및 수신 안테나 포트간의 채널 상관이 높을수록 채널 행렬의 랭크수는 적어지고, 송신 안테나 포트간의 채널 상관 및 수신 안테나 포트간의 채널 상관이 낮을수록 채널 행렬의 랭크수는 많아진다.

[0006] 또, MIMO 시스템의 확장 방식으로서, 송신 안테나 포트수가 수신 안테나 포트수보다 많은 경우에, 전파로에 있어서 발생하는 멀티패스를 이용하여 스트림수를 증가시키는 멀티패스 다중 방식이 제안되어 있다(예를 들면, 비특허 문헌 2 참조). 구체적으로는, 송신 안테나 포트수를 N_{tx} 라 하고, 수신 안테나 포트수를 N_{rx} 라 하고, 패스수를 L 이라고 할 경우, 다중 가능한 스트림수는, 다음 식(2)로 얻어진다.

수학식 2

[0007] $\min(N_{tx}, N_{rx} \times L) \dots (2)$

[0008] 또, 전술한 MIMO 시스템과 마찬가지로, MIMO 시스템의 확장 방식에 있어서도, 실제로 다중 가능한 스트림수는, 송신 안테나 포트 및 수신 안테나 포트의 채널 행렬의 랭크수로 결정된다. 즉, 송신 안테나 포트간의 채널 상관 및 수신 안테나 포트간의 채널 상관이 높을수록 채널 행렬의 랭크수는 적어지고, 송신 안테나 포트간의 채널 상관 및 수신 안테나 포트간의 채널 상관이 낮을수록 채널 행렬의 랭크수는 많아진다.

[0009] (선행 기술 문헌)

[0010] (비특허 문헌)

[0011] (비특허 문헌 1) "On Limits of Wireless Communications in a Fading Environment when Using Multiple Antennas", "Wireless Personal Communications 6:pp.311-335" "1998" "G.J.FOSCHINI and M.J.GANS"

[0012] (비특허 문헌 2) 아다치(安達), 아다치(安達), 코지마(小島), 타케다(武田), 「주파수 선택성 채널에 있어서의 MIMO 채널 용량의 고찰」, 2008년 전자 정보통신 학회 종합 대회 BS-1-4, 2008(F.Adachi, K.Adachi, Y.Kojima, K.Takeda, "Study on MIMO Channel Capacity in A Frequency-selective Channel", IEICE General Conference, BS-1-4, March 2008)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 일반적으로, 식(2)에 있어서 N_{tx} 는 $(N_{rx} \times L)$ 보다 적게 되기 때문에, 송신 안테나수 N_{tx} 가 증가하지 않으면 다중 가능한 스트림수는 증가하지 않는다. 즉, 다중 가능한 스트림수는, 송신 안테나수 N_{tx} 에 의해 제약을 받는다. 이때, 스트림 다중수 N_{tx} 를 달성하기 위해서는, 송신 안테나의 채널 행렬의 랭크수가 최대, 즉, 채널 행렬의 랭크수가 N_{tx} 가 되도록, 안테나간의 채널 상관이 낮은 송신 안테나를 실장(實裝)하는 것이 필요하다.

[0014] 여기서, 예를 들면, 운용 주파수가 2 GHz~5 GHz등에서는, 전파의 파장 λ 은 6 cm(5 GHz)~15 cm(2 GHz)가 된다. 일반적으로 MIMO 시스템에 있어서, 채널 상관이 낮은 안테나를 설치하기 위해서는, 파장 λ 의 몇배의 거리만큼 띄워 안테나를 설치할 필요가 있다. 예를 들면, 파장 λ 의 5배의 거리를 띄워 안테나를 설정하기 위해서는, 30 cm~75 cm만큼 띄워 안테나를 설치할 필요가 있다.

[0015] 그렇지만, 휴대전화 시스템 또는 무선 LAN 시스템 등의 무선통신 시스템에서는, 무선통신 단말장치(예를 들면, 상술한 무선 송신 장치 및 무선 수신 장치)는 소형화되는 것이 희망된다. 따라서, 상기 무선통신 시스템에서는, 무선 송신 장치의 송신 안테나수 N_{tx} 를 증가시키는 것은 곤란하다. 즉, 다중 가능한 스트림수를 증가시키는 것이 곤란하게 된다.

[0016] 또, 송신 안테나마다 무선 송신 처리를 행하는 무선 송신 회로가 필요하게 된다. 무선 송신 처리에서는, 아날로그 신호 처리를 행할 필요가 있으므로 LSI 등으로의 집적화가 곤란하게 된다. 즉, 송신 안테나수 N_{tx} 를 증가시킬수록, 무선 송신 회로의 회로 규모가 증대해 버린다. 또, 무선 송신 회로는 전력 효율이 50%이하로 낮기 때문에, 무선 송신 장치에서는 발열이 크게 되어 버린다.

[0017] 이상으로부터, 무선통신 단말장치에 있어서는, 채널 상관이 낮은 송신 안테나수 N_{tx} 를 증가시키는 것이 곤란하기 때문에, 다중 가능한 스트림수를 증가시키는 것은 매우 곤란하다.

[0018] 본 발명의 목적은, 무선 송신 장치의 안테나 및 무선 수신 장치의 안테나의 어느것의 수도 증가시키는 일 없이, 무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이의 스트림 다중수를 증가시킴으로써, 무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이의 전송 레이트 및 커패시티(Capacity)를 증가시킬 수 있는 무선 중계 장치 및 무선 중계 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0019] 본 발명의 무선 중계 장치는, 무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이에서 신호를 중계 송신하는 무선 중계 장치이며, N개(N은 2이상의 자연수)의 안테나 포트를 가지고, 상기 무선 송신 장치로부터 송신되는, M(단, $M \leq N \times 2$)의 변조 다차수로 변조된 상기 신호를, 상기 N개의 안테나 포트에 다이버시티 수신하는 수신 수단과, 상기 신호를 분할하여 N개의 스트림을 생성하는 생성 수단과, 상기 N개의 스트림을 QPSK 변조하는 변조 수단과, 변조 후의 상기 N개의 스트림을 상기 N개의 안테나 포트에 송신하는 송신 수단을 구비하는 구성을 취한다.

[0020] 본 발명의 무선 중계 방법은, N개(N은 2이상의 자연수)의 안테나 포트를 가지고, 무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이에서 신호를 중계 송신하는 무선 중계 장치에 있어서의 무선 중계 방법이며, 상기 무선 송신 장치로부터 송신되는, M(단, $M \leq N \times 2$)의 변조 다차수로 변조된 상기 신호를, 상기 N개의 안테나 포트에 다이버시티 수신하는 수신 스텝과, 상기 신호를 분할해서 N개의 스트림을 생성하는 생성 스텝과, 상기 N개의 스트림을 QPSK 변조하는 변조 스텝과, 변조 후의 상기 N개의 스트림을 상기 N개의 안테나 포트에 송신하는 송신 스텝을 구비하도록 했다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 의하면, 무선 송신 장치의 안테나 및 무선 수신 장치의 안테나의 어느것의 수를 증가시키는 일 없이, 무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이의 스트림 다중수를 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 실시형태 1에 따른 무선 중계 장치의 구성을 나타내는 블록도.
- 도 2는 본 발명의 실시형태 1에 따른 각 변조 방식 및 수신 안테나수에 있어서의 평균 수신 SNR과 PER의 관계를 나타내는 도면.
- 도 3은 본 발명의 실시형태 1에 따른 무선 중계 장치에 있어서의 중계 처리를 나타내는 도면.
- 도 4는 본 발명의 실시형태 3에 따른 무선 중계 장치에 있어서의 중계 처리를 나타내는 도면.
- 도 5는 본 발명의 실시형태 3에 따른 각 스트림의 수신 품질의 일례를 나타내는 도면.
- 도 6은 본 발명의 실시형태 3에 따른 무선 송신 장치에 있어서의 데이터 신호의 송신 처리를 나타내는 도면.

도 7은 본 발명의 실시형태 4에 따른 무선 중계 장치에 있어서의 중계 처리를 나타내는 도면.

도 8은 본 발명에 따른 멀티패스 정보의 생성 처리를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 본 발명의 실시형태에 대해서, 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0024] 이하의 설명에서는, 무선 송신 장치와, 무선 중계 장치와, 무선 수신 장치를 가지는 무선통신 시스템에 대해서 설명한다. 또, 이하의 설명에서는, 무선 송신 장치 및 무선 수신 장치는, 각각 1개의 안테나를 가지고, 무선 중계 장치는, N_{relay} 개(단, N_{relay} 는 2이상의 자연수)의 안테나를 가진다. 이 무선통신 시스템에서는, 무선 송신 장치는, 무선 수신 장치로의 신호를 무선 중계 장치에 송신한다. 무선 중계 장치는, 무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이에서 신호를 중계 송신한다. 무선 수신 장치는, 무선 중계 장치로부터 송신된 신호를 수신한다.
- [0025] 단, 무선 송신 장치는, $N_{\text{relay}} \times 2$ 의 변조 다치수로 변조한 신호를 무선 중계 장치로 송신하고, 무선 중계 장치는, 무선 송신 장치로부터 송신된 신호를, N_{relay} 개의 안테나로 다이버시티 수신한다.
- [0026] 한편, 무선 중계 장치는, 수신한 신호를 N_{relay} 개의 스트림으로 분할하여, N_{relay} 개의 스트림을 생성한다. 그리고, 무선 중계 장치는, N_{relay} 개의 스트림을 QPSK 변조한다. 그리고, 무선 중계 장치는, 수확식(2)에 따라, $\min(N_{\text{relay}}, L)$ 개의 다중 가능한 스트림을 멀티패스 다중하여 무선 수신 장치에 중계 송신한다. 무선 수신 장치는, 멀티패스 다중된 복수의 스트림을 결합하여, 수신 신호를 얻는다.
- [0027] (실시형태 1)
- [0028] 본 실시형태에 따른 무선 중계 장치(100)의 구성을 도 1에 나타낸다.
- [0029] 도 1에 나타내는 무선 중계 장치(100)에 있어서, 수신 RF부(102-1~102- N_{relay}), 변조부(114-1~114- N_{relay}) 및 송신 RF부(115-1~115- N_{relay})는, 안테나(101-1~101- N_{relay})에 각각 대응해서 구비된다.
- [0030] 도 1에 나타내는 무선 중계 장치(100)에 있어서, 수신 RF부(102-1~102- N_{relay})는, 무선 송신 장치로부터 송신된 신호, 또는, 무선 수신 신호로부터 송신된 제어 정보를 안테나(101-1)~ 안테나(101- N_{relay})를 각각 경유해서 수신한다. 그리고, 수신 RF부(102-1~102- N_{relay})는, 수신한 신호 또는 제어 정보에 대해서 다운 컨버트, A/D변환 등의 수신 처리를 행한다. 그리고, 수신 RF부(102-1~102- N_{relay})는, 수신 처리 후의 신호를 채널 추정부(103) 및 다이버시티 수신부(106)에 각각 출력하고, 수신 처리한 제어 정보를 다이버시티 수신부(109)에 각각 출력한다. 또한, 무선 송신 장치로부터 송신된 신호에는, 데이터 신호, 파일럿 신호(참조 신호(Reference Signal)라고도 불림), 및, 데이터 신호의 변조 처리에 이용된 변조 다치수(多値數)를 나타내는 다치수 정보가 포함된다. 또, 무선 수신 장치로부터 송신된 제어 정보에는, 무선 수신 장치에서 검출된 멀티패스수 L 및 무선 수신 장치에서 설정된 수신 가능한 안테나수 N_{rx} 를 나타내는 정보가 포함된다.
- [0031] 채널 추정부(103)는, 수신 RF부(102-1~102- N_{relay})로부터 각각 입력되는 신호에 포함되는 파일럿 신호를 이용하여, 무선 송신 장치의 안테나와, 안테나(101-1~101- N_{relay}) 각각과의 사이의 각 전파로(채널)를 추정한다. 그리고, 채널 추정부(103)는, 안테나마다의 추정 결과(채널 추정값)를 CQI(Channel Quality Indicator) 생성부(104) 및 다이버시티 수신부(106)에 출력한다.
- [0032] CQI 생성부(104)는, 채널 추정부(103)로부터 입력되는 안테나마다의 채널 추정값을 이용하여 CQI를 생성한다. 그리고, CQI 생성부(104)는, 생성한 CQI를 변조부(105)에 출력한다.
- [0033] 변조부(105)는, CQI 생성부(104)로부터 입력되는 CQI를 변조하고, 변조 후의 CQI를 송신 RF부(115-1)에 출력한다.
- [0034] 다이버시티 수신부(106)는, 채널 추정부(103)로부터 입력되는, 무선 송신 장치의 안테나와 안테나(101-1~101- N_{relay}) 각각과의 사이의 채널 추정값을 이용하여, 수신 RF부(102-1~102- N_{relay})로부터 각각 입력되는 신호에 대

해서 다이버시티 수신 처리를 행한다. 즉, 다이버시티 수신부(106)는, 무선 송신 장치로부터 송신되는, $N_{\text{relay}} \times 2$ 의 변조 다치수로 변조된 데이터 신호를, N_{relay} 개의 안테나(101-1~101- N_{relay})로 다이버시티 수신한다. 그리고, 다이버시티 수신부(106)는, 다이버시티 수신 처리 후의 신호를 다치수 검출부(107) 및 복조부(108)에 출력한다.

[0035] 다치수 검출부(107)는, 다이버시티 수신부(106)로부터 입력되는 신호로부터 다치수 정보를 검출한다. 그리고, 다치수 검출부(107)는, 검출한 다치수 정보에 표시되는 변조 다치수(여기에서는, $N_{\text{relay}} \times 2$)를 복조부(108)에 출력한다.

[0036] 복조부(108)는, 다치수 검출부(107)로부터 입력되는 변조 다치수(여기에서는, $N_{\text{relay}} \times 2$)를 이용하여, 다이버시티 수신부(106)로부터 입력되는 신호에 포함된 데이터 신호를 복조한다. 그리고, 복조부(108)는, 복조 후의 데이터 신호(데이터 비트)를 스트림 생성부(112)에 출력한다. 또한, 복조부(108)는, 데이터 신호에 대해서 오류정정 처리를 실시해도 좋다. 또, 복조부(108)는, 복조 후의 데이터 신호(데이터 비트)를 연관정 값으로서 출력해도 좋다.

[0037] 다이버시티 수신부(109)는, 수신 RF부(102-1~102- N_{relay})로부터 각각 입력되는 제어 정보(무선 수신 장치로부터 송신되는 제어 정보)에 대해서 다이버시티 수신 처리를 행한다. 그리고, 다이버시티 수신부(109)는, 다이버시티 수신 처리 후의 제어 정보를 제어 정보 검출부(110)에 출력한다.

[0038] 제어 정보 검출부(110)는, 다이버시티 수신부(109)로부터 입력되는 제어 정보로부터, 무선 수신 장치로 수신 가능한 안테나수 N_{rx} 및 멀티패스수 L 을 나타내는 정보를 검출한다. 그리고, 제어 정보 검출부(110)는, 검출한 안테나수 N_{rx} 및 멀티패스수 L 을 스트림수 결정부(111)에 출력한다.

[0039] 스트림수 결정부(111)는, 제어 정보 검출부(110)로부터 입력되는 안테나수 N_{rx} 및 멀티패스수 L 에 기초하여, 다중 스트림수를 결정한다. 예를 들면, 스트림수 결정부(111)는, 식(2)에 따라, $(N_{\text{rx}} \times L)$ 개 이하의 다중 스트림수(여기에서는, N_{relay} 개)를 결정한다. 그리고, 스트림수 결정부(111)는, 결정한 다중 스트림수를 스트림 생성부(112)에 출력한다.

[0040] 스트림 생성부(112)는, 복조부(108)로부터 입력되는 데이터 신호(데이터 비트)를 분할하여, 스트림수 결정부(111)로부터 입력되는 다중 스트림수(여기서는, N_{relay} 개)의 스트림 데이터를 생성한다. 그리고, 스트림 생성부(112)는, 생성한 복수(N_{relay} 개)의 스트림 데이터를, 대응하는 변조부(114-1~114- N_{relay})에 각각 출력한다.

[0041] 파일럿 생성부(113)는, 안테나(101-1~101- N_{relay})로부터 무선 수신 장치에 각각 송신되는 복수의 파일럿 신호를 생성하고, 생성한 복수의 파일럿 신호를, 대응하는 변조부(114-1~114- N_{relay})에 각각 출력한다. 또한, 파일럿 생성부(113)에서 생성되는 파일럿 신호는, 무선 수신 장치에 있어서, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이에 있어서의 멀티패스수를 검출하기 위한 신호이다.

[0042] 변조부(114-1~114- N_{relay})는, 스트림 생성부(112)로부터 입력되는 스트림 데이터, 및, 파일럿 생성부(113)로부터 입력되는 파일럿 신호를 QPSK(즉, 변조 다치수=2) 변조한다. 그리고, 변조부(114-1~114- N_{relay})는, 변조 후의 스트림 데이터 및 파일럿 신호를 송신 RF부(115-1~115- N_{relay})에 출력한다.

[0043] 송신 RF부(115-1~115- N_{relay})는, 변조부(114-1~114- N_{relay})로부터 입력되는 스트림 데이터 및 파일럿 신호, 및, 변조부(105)로부터 입력되는 CQI에 대해서, D/A변환, 증폭 및 업 컨버트 등의 송신 처리를 행한다. 그리고, 송신 RF부(115-1~115- N_{relay})는, 스트림 데이터 및 파일럿 신호를 N_{relay} 개의 안테나(101-1~101- N_{relay})로부터 무선 수신 장치에 송신한다. 또한, 무선 중계 장치(100)에서는, 안테나(101-1~101- N_{relay})로부터 각각 송신되는 스트림 데이터에 대해서, 멀티패스(*multipath*)수를 N_{relay} 으로 설정하는 웨이트(weight)인 프리코딩 행렬을 이용하여 프리코딩이 실시된다. 이것에 의해, N_{relay} 개의 스트림 데이터가 공간 다중되어 무선 수신 장치에 송신되고, 무선 수신 장치에서는, N_{relay} 개의 멀티패스로 N_{relay} 개의 스트림 데이터를 수신할 수 있다. 또, 송신 RF부(115-1)는, CQI를 안테나(101-1)로부터 무선 송신 장치에 송신한다.

- [0044] 또, 무선 수신 장치는, 무선 중계 장치(100)의 안테나(101-1~ 101- N_{relay})로부터 각각 송신되는 파일럿 신호를 이용해, 멀티패스 마다의 전파로(채널)를 추정한다. 또, 무선 수신 장치는, 추정 결과인 채널 추정값을 이용해서, 멀티패스수 L 을 검출한다. 여기서, 무선 수신 장치는, $N_{\text{rx}} \times L$ 의 스트림을, 공간 영역 및 시간 영역의 2 차원으로 분리한다. 단, 여기에서는, $N_{\text{rx}}=1$ 이므로 모든 스트림이 시간 영역에 다중된다. 따라서, 무선 수신 장치는, 채널 추정값 및 멀티패스수 L 에 기초하여, 멀티패스를 분리하여 N_{relay} 개의 스트림 데이터를 얻는다. 그리고, 무선 수신 장치는, N_{relay} 개의 스트림을 결합하고, 결합 후의 데이터를 수신 데이터로서 얻는다. 또, 무선 수신 장치는, 검출한 멀티패스수 L 및 수신 가능 안테나수 N_{rx} (여기서는 1)를 포함한 제어 정보를 무선 중계 장치(100)에 송신한다.
- [0045] 다음에, 본 실시형태에 따른 무선 중계 장치(100)에 있어서의 중계 처리의 상세한 것에 대해서 설명한다.
- [0046] 우선, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이의 통신에 대해 설명한다.
- [0047] 무선 중계 장치(100)의 안테나수는 N_{relay} 개이고, 무선 수신 장치의 안테나수 N_{rx} 는 1개이다. 따라서, 다중 가능한 스트림수는, 수학식(2)에 따라 $\min(N_{\text{relay}}, L(=L \times 1))$ 개가 된다. 여기서, 이동 통신 시스템에서는, 멀티패스 L 가 충분히 발생하는 것이 알려져 있다. 즉, 상술한 식(2)에 있어서, 멀티패스수 $L > N_{\text{relay}}$ 가 될 가능성이 높아진다. 따라서, 무선 수신 장치의 안테나수 N_{rx} 가 1개밖에 없는 경우라도, 멀티패스수 L 이 N_{relay} 이상이면(즉, $L \geq N_{\text{relay}}$), 다중 가능한 스트림수는, N_{relay} 개가 된다.
- [0048] 즉, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이에서는, 멀티패스수 L 이 무선 중계 장치(100)의 안테나수 N_{relay} 이상일 경우에는, 무선 중계 장치(100)의 안테나수 N_{relay} 를 늘릴수록, 다중 가능한 스트림수를 보다 증가시킬 수 있다. 구체적으로는, $L \geq N_{\text{relay}}$ 을 만족시키는 경우에는, 다중 가능한 스트림수는, 안테나수 N_{relay} 의 증가에 비례해서 증가한다. 그래서, 무선 중계 장치(100)는, N_{relay} 개의 안테나를 가지고, 무선 송신 장치로부터의 데이터 신호를 분할하여, N_{relay} 개의 스트림 데이터를 생성한다. 이것에 의해, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이에서는, N_{relay} 개의 스트림 데이터를 공간 다중하는 것이 가능하게 된다.
- [0049] 그리고, 무선 중계 장치(100)는, N_{relay} 개의 스트림 데이터를 QPSK로 변조하여 병렬로 전송한다. 여기서, 비트당 수신 SNR 특성, 즉, E_b/N_0 특성에 가장 뛰어난 변조 방식인 QPSK로 변조된 스트림 데이터의 다중수를 변화시키면, 비트당 수신 SNR에 비례한 전송 레이트가 얻어진다. 즉, QPSK 변조된 스트림 데이터를 병렬해서 송신 가능한 스트림수, 즉, 무선 중계 장치(100)의 안테나수 N_{relay} 를 증가시킬수록, 안테나수 N_{relay} 에 비례한 전송 레이트의 증대가 전망된다. 이와 같이, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이에 있어서, 비트당 수신 SNR 특성에 가장 뛰어난 QPSK를 이용함으로써, 멀티패스 다중에 의한 전송 레이트를 최대한으로 증가시킬 수 있다.
- [0050] 여기서, 본 실시형태에 있어서, 종래의 송신 다이버시티 기술과 본질적으로 다른 효과는, 무선 수신 장치에 있어서의 수신 전력이 K 배가 되면 전송 레이트를 K 배로 증가시킬 수 있는, 즉, 무선 수신 장치에 있어서의 수신 전력에 비례해서 전송 레이트를 증가시킬 수 있다고 하는 점이다.
- [0051] 본 발명에서는, 무선 수신 장치에 있어서의 무선 수신 전력을 K 배로 하기 위해, 무선 중계 장치(100)(중계국)의 특성을 이용한다. 즉, 본 발명에서는, 무선 중계 장치(100)(중계국)의 특성으로서 무선 중계 장치(100)가, 안정적으로 전원에 접속되어 있고, 이동 통신 단말장치와 비교해 케이스를 크게 할 수 있다는 점에 착안했다. 이것에 의해, 무선 중계 장치(100)에서는, 이동 통신 단말장치보다 큰 전력으로 신호의 송신이 가능한 점을 이용하고 있다.
- [0052] 또, 이동 통신 단말장치에서는 실장(實裝)이 매우 곤란한 「채널 상관(공간 상관)이 낮은 송신 안테나 설치」에 관해서도, 무선 중계 장치(100)(중계국)의 특성을 이용하고 있다. 즉 무선 중계 장치(100)의 특성으로서, 이동 통신 단말장치와 비교해서 케이스가 크기 때문에, 안테나의 간격을 띄워서 복수의 안테나를 설치할 수 있는 점을 이용하고 있다.
- [0053] 여기서, 새년의 전송로 용량은 다음식(3)으로 표현할 수 있다. 식(3)에 있어서, B 는 대역폭이고, S 는 신호 전

력이며, N은 잡음 전력이다.

수학식 3

$$B \log_2(1+S/N) \quad \dots (3)$$

[0054]

[0055]

[0056]

[0057]

[0058]

[0059]

[0060]

[0061]

[0062]

[0063]

식(3)에 나타내는 채널의 전송로 용량의 식에서는, 신호 전력 S의 대수값(\log_2)의 증가에 수반하여 전송 레이트(즉 전송로 용량)가 증가하는데 비해서, 본 발명에서는, 상술한 것처럼, 신호 전력에 비례해서 전송 레이트(즉 전송로 용량)가 증가한다. 이와 같이, 본 발명에서는, 신호 전력에 비례해서 전송 레이트(즉 전송로 용량)를 증가시킬 수 있다.

왜냐하면, 무선 중계 장치(100)(중계국)는, N_{relay} 개의 안테나마다 이동 통신 단말장치(1개 안테나)의 송신 전력과 동일한 송신 전력으로 송신 가능하고, 무선 중계 장치(100)의 각각의 송신 안테나로 식(3)의 커패시티를 실현할 수 있기 때문이다. 즉, 무선 중계 장치(100)에서는, 1개 안테나로의 송수신과 비교해서 커패시티를 N_{relay} 배(N_{relay} 에 비례해서)로 증가시킬 수 있기 때문이다.

또, 무선 중계 장치(100)에서는, 안테나 간격을 띄워 놓음으로써 안테나간의 채널 상관을 낮게 할 수 있다. 이 때문에, 무선 중계 장치(100)에서는, 채널 행렬에 있어서의 고유값을 최대한 이용함으로써, 커패시티를 한층 더 증가시킬 수 있다.

다음에, 무선 송신 장치와 무선 중계 장치(100) 사이의 통신에 대해 설명한다.

상술한 바와 같이, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이의 통신에서는, 무선 중계 장치(100)가 QPSK 변조한 N_{relay} 개의 스트림 데이터를 멀티패스 다중하여 송신함으로써, 전송 레이트를 증가시키는 것이 가능하다. 그래서, 무선 송신 장치와 무선 중계 장치(100) 사이에서도, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이에 있어서의 전송 레이트의 증가에 대응시켜, 전송 레이트를 증가시킬 필요가 있다. 여기서, 무선 송신 장치의 안테나 수(1개)를 증가시키는 일 없이, 또, 송신 대역을 확대하는 일없이 전송 레이트를 증가시키는 방식으로, 다치 변조(多値變調) 방식이 있다. 다치 변조 방식에서는, 1심볼당의 비트수를 증가시킴으로써, 전송 레이트를 증가시킬 수 있다.

그러나, 다치 변조 방식에서는, 변조 다치수가 클수록, 1심볼로 송신할 수 있는 비트수는 많아지지만, 1심볼로 송신되는 복수의 비트간의 오류율에 편차가 발생한다. 구체적으로는, 1심볼로 송신되는 복수의 비트 중, 하위 비트일수록 오류가 발생하기 쉽게 된다. 따라서, 변조 다치수가 클수록, 비트당 수신 SNR에 대한 패킷 오류율(PER: Packet Error Rate)은 보다 높아진다. 그 때문에, 변조 다치수가 커질수록, 임의의 오류율(소망 PER)을 만족시키는 소요 수신 전력(소요 수신 SNR)은 보다 높아진다. 그 때문에, 다치 변조 방식에서는, 변조 다치수가 커질수록(즉, 비트당 수신 전력(수신 SNR)이 높아질수록), 수신 전력(수신 SNR)에 비례한 전송 레이트를 얻지 못하게 된다.

그렇지만, 무선 중계 장치(100)는, 무선 수신 장치로의 데이터 신호를 멀티패스 다중 송신할 때에 다중가능한 스트림수를 증가시키기 위해, N_{relay} 개의 안테나를 가지고 있다. 따라서, 무선 중계 장치(100)는, 송신용 안테나 및 수신용 안테나를 공용하는 경우에는, 무선 송신 장치로부터의 다치 변조된 데이터 신호를, N_{relay} 개의 안테나를 이용해서 다이버시티 수신하는 것이 가능하게 된다.

여기서, 평균 수신 SNR(평균 수신 전력)에 대한 PER 특성을 도 2에 나타낸다. 도 2에 나타내는 바와 같이, 수신측(여기서는 무선 중계 장치(100))의 안테나수가 1개, 변조 방식이 256 QAM(8비트/심볼)일 경우에 소망 PER를 얻기 위해 필요한 평균 수신 SNR(소요 수신 SNR)은, 수신측의 안테나수가 1개, 변조 방식이 QPSK(2비트/심볼)일 경우에 소망 PER를 얻기 위해 필요한 평균 수신 SNR(소요 수신 SNR)보다 높게 된다.

이것에 비해, 수신측의 안테나수가 4개, 변조 방식이 256 QAM일 경우에 소망 PER를 얻기 위해 필요한 평균 수신 SNR은, 수신측의 안테나수가 1개, 변조 방식이 QPSK일 경우에 소망 PER를 얻기 위해 필요한 평균 수신 SNR보다 충분히 낮다. 즉, 무선 중계 장치(100)가 N_{relay} 개의 안테나를 이용해서, 무선 송신 장치로부터의 데이터 신호(다치 변조된 데이터 신호)를 다이버시티 수신함으로써, 다치 변조를 이용했을 때의 소요 수신 SNR의 증가를,

안테나수의 증가를 이용해 억제할 수 있다. 즉, 무선 중계 장치(100)가 N_{relay} 개의 안테나를 이용해 다이버시티 수신함으로써, 도 2에 나타내는 수신 다이버시티 계인을 얻을 수 있다. 이와 같이, 무선 송신 장치로부터의 데이터 신호의 변조 다치수를 크게 해도, 무선 중계 장치(100)가 안테나수 N_{relay} 을 가짐으로써, 소모 수신 SNR을 억제하면서, 전송 대역폭을 증가시키는 일 없이 전송 레이트를 증가시킬 수 있다.

[0064] 이와 같이, 본 실시형태에 따른 무선 중계 장치(100)는, N_{relay} 개의 안테나를 가지고, 무선 송신 장치로부터의 다차 변조된 데이터 신호를 다이버시티 수신하는 한편, 다이버시티 수신한 데이터 신호를 분할하여, N_{relay} 개의 스트림 데이터를 생성하고, N_{relay} 개의 스트림 데이터를 멀티패스 다중하여 무선 수신 장치에 송신한다. 즉, 무선 중계 장치(100)는, 데이터 신호의 중계 송신 때에, 데이터 신호의 수신시의 통신 방식과 데이터 신호의 송신시의 통신 방식을 변환한다. 이 통신 방식의 변환은, FDD(Frequency Division Duplex : 주파수 분할복신) 시스템에 있어서 주파수 영역에서 행해지고, TDD(Time Division Duplex : 시간 분할복신) 시스템에 있어서는 시간 영역에서 행해진다. 또, FDD 및 TDD 이외의 다른 듀플렉스 방식에 있어서는 듀플렉스(복신)하는 영역으로 통신 방식을 전환한다. 이것에 의해, 1개의 안테나밖에 갖지 않는 무선 송신 장치는, 다차 변조 방식을 이용함으로써, 높은 전송 레이트로 데이터 신호를 송신하는 것이 가능하게 된다. 또, 1개의 안테나밖에 갖지 않는 무선 수신 장치는, 멀티패스 다중 방식을 이용함으로써, 높은 전송 레이트로 데이터 신호를 수신하는 것이 가능하게 된다. 다시말하면, 무선 송신 장치 및 무선 수신 장치는, 서로 1개의 안테나밖에 갖지 않음에도 불구하고, 무선 중계 장치(100)의 안테나수 N_{relay} 에 비례해서 스트림 다중수를 증가시키는 것이 가능하게 된다.

[0065] 또한, 무선 중계 장치(100)가 N_{relay} 개의 안테나를 가지는 경우에는, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이에는 N_{relay} 개의 스트림 데이터를 다중할 수 있다. 또, 각 스트림 데이터는, QPSK(2비트/심볼)에 의해 변조된다. 따라서, 무선 중계 장치(100)는, N_{relay} 개의 스트림 데이터(2비트/심볼)를 병렬로 전송함으로써, QPSK에 있어서의 전송 레이트의 N_{relay} 배의 전송 레이트를 얻을 수 있다.

[0066] 한편, 무선 송신 장치와 무선 중계 장치(100) 사이의 통신에서는, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이의 전송 레이트(2비트/심볼의 N_{relay} 배)에 대응시켜, 1 심볼당 ($N_{\text{relay}} \times 2$) 비트의 정보를 송신할 수 있는 변조 방식을 이용하여 데이터 신호를 다차 변조할 수 있다.

[0067] 다음에, 도 3에 나타내는 것처럼, 무선 중계 장치(100)의 안테나수를 $N_{\text{relay}}=4$ 로 하는 경우를 일례로서 설명한다. 즉, 무선 중계 장치(100)는, 안테나(101-1~101-4)를 가진다. 이 경우, 무선 송신 장치는, 256 QAM(변조 다치수 : $8(=N_{\text{relay}} \times 2)$)을 이용해서 데이터 신호를 변조한다. 여기서, 변조 다치수란, 1 심볼로 전송하는 비트의 수이다.

[0068] 그리고, 도 3에 나타내는 것처럼, 무선 중계 장치(100)의 다이버시티 수신부(106)는, 안테나(101-1~101-4)로 각각 수신된 데이터 신호에 대해서 다이버시티 수신 처리를 행한다. 이것에 의해, 다이버시티 수신부(106)는, 도 3에 나타내는 것처럼, 256 QAM으로 변조된 데이터 신호(1 심볼당 8비트의 정보를 포함한 데이터 신호)를 얻는다. 그리고, 복조부(108)는, 다이버시티 수신 처리에 의해 얻어진 데이터 신호를, 256 QAM으로 복조함으로써, 1 심볼당 $8(=N_{\text{relay}} \times 2)$ 비트의 데이터 비트 (여기서는, $i_1, q_1, i_2, q_2, i_3, q_3, i_4, q_4$)를 얻는다.

[0069] 그 다음에, 도 3에 나타내는 것처럼, 스트림 생성부(112)는, 복조부(108)에서 얻어진 데이터 비트를 분할하여, $4(=N_{\text{relay}})$ 개의 스트림(여기에서는, 스트림 #1~#4)을 생성한다. 도 3에서는, 예를 들면, 비트 i_1, q_1 가 스트림 #1에 배치되고, 비트 i_2, q_2 가 스트림 #2에 배치된다. 스트림 #3 및 #4에 대해서도 마찬가지이다.

[0070] 그리고, 도 3에 나타내는 것처럼, 변조부(114-1~114-4)(도 1)는, 각각 대응하는 스트림 데이터(스트림 #1~#4)를, QPSK를 이용하여 변조한다. 즉, 1 심볼당 2비트의 정보를 포함한 스트림 데이터가 얻어진다.

[0071] 그리고, 무선 중계 장치(100)는, 안테나(101-1~101-4)를 경유하여, 스트림 #1~#4를 동시에 송신한다.

[0072] 한편, 무선 수신 장치는, $4(=N_{\text{relay}})$ 개의 멀티패스를 각각 분리함으로써, 4개의 스트림 데이터(도 3에 나타내는 스트림 #1~#4)를 수신할 수 있다.

[0073] 이와 같이 하여, 1개의 안테나만을 가지는 무선 송신 장치는, 무선 중계 장치(100)가 가지는 N_{relay} 개의 안테나에

의한 다이버시티 수신을 고려하여, 다차 변조(변조 다차수= $N_{\text{relay}} \times 2$)한 데이터 신호를 송신할 수 있다. 또, 1개의 안테나만을 가지는 무선 수신 장치는, 무선 중계 장치(100)가 가지는 안테나수 N_{relay} 만큼 다중되는, QPSK 변조(변조 다차수=2)된 N_{relay} 개의 스트림 데이터를 수신할 수 있다. 즉, 무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이에서는, 양쪽이 각각 1개의 안테나밖에 갖지 않음에도 불구하고, 멀티패스 다중되는 스트림 데이터의 다중수를, 무선 중계 장치(100)의 안테나수 N_{relay} 에 비례해서 증가시킬 수 있다.

[0074] 이와 같이, 본 실시형태에 의하면, 무선 송신 장치 및 무선 수신 장치의 안테나가 각각 1개일 경우에도, 무선 중계 장치(100)의 안테나수 N_{relay} 을 증가시킴으로써, 무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이의 다중 가능한 스트림수를 증가시킬 수 있다. 따라서, 본 실시형태에 의하면, 무선 송신 장치의 안테나 및 무선 수신 장치의 안테나의 어느것의 수를 증가시키는 일 없이, 무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이의 스트림 다중수를 증가시키는 효과를 얻을 수 있다.

[0075] 본 발명에서는, 무선 중계 장치(중계국)의 특성, 즉, 이동 통신 단말장치보다 케이스를 크게 설계할 수 있는 점, 전원이 안정되어 있어 송신 전력을 늘릴 수 있는 점, 또, 그러한 점에 의해 채널 상관이 낮은 안테나를 복수 설치해서 각 안테나로부터 큰 전력으로 송신할 수 있는 점에 착안하여, 상기 효과는 그 특성을 이용함으로써 얻을 수 있다.

[0076] 또, 상기 효과는, 무선 중계 장치가 복수의 스트림을 그저 중계하는 것이 아니라, 각 스트림을 QPSK 변조라고 하는 E_b/N_0 특성(비트당의 수신 SNR 특성)에 뛰어난 변조 방식으로 변환하여 복수의 안테나로부터 송신함으로써 얻어지는 효과이다. 이 효과는, 종래의 무선 중계 장치(중계국), 예를 들면 스트림을 멀티 안테나로 그저 중계하는 무선 중계 장치(중계국), 또는, MIMO 신호를 멀티 안테나로 그저 중계하는 무선 중계 장치(중계국)에서는 얻지못한다.

[0077] 또한, 본 실시형태에서는, 무선 중계 장치가 무선 수신 장치로부터의 제어 정보(제어 채널)를 수신하여 무선 중계 장치로부터 무선 수신 장치까지의 채널로 다중가능한 스트림수에 관한 정보를 얻어, 또, 생성한 CQI를 무선 송신 장치에 통지함으로써, 무선 송신 장치로부터 무선 중계 장치에 송신하는 신호의 변조 다차수가 결정되는 경우에 대해서 설명했다. 그러나, 본 발명에서는, 무선 송신 장치에 있어서의 변조 다차수의 결정은 이 방법에 한정되지 않는다. 예를 들면, 무선 수신 장치로부터의 제어 정보를 무선 송신 장치가 직접 수신하고, 무선 송신 장치가, 수신한 제어 정보에 기초하여 무선 중계 장치에 송신하는 신호의 변조 다차수를 결정해도 좋다. 예를 들면, 본 실시형태에서는, 무선 송신 장치가, 무선 수신 장치로부터의 멀티패스수(지연과 수) L 을 나타내는 제어 정보를 직접 수신함으로써, $(L \times 2)$ 의 변조 다차수로 신호를 변조해서 무선 중계 장치에 송신해도 좋다.

[0078] (실시형태 2)

[0079] 상술한 바와 같이, 무선 송신 장치와 무선 중계 장치 사이에서는, 다차 변조된 데이터 신호의 송수신이 행해진다. 이 때, 무선 중계 장치는, 무선 송신 장치로부터 송신되는 파일럿 신호를 이용해서 추정되는 채널 추정값에 기초하여, 다차 변조된 데이터 신호에 대해서, 다이버시티 수신 처리를 행한다.

[0080] 그 때문에, 무선 송신 장치와 무선 중계 장치 사이에서 사용되는 파일럿 신호로서는, 무선 중계 장치에 있어서, 다차 변조된 데이터 신호의 판정(신호점 판정)을 정확하게 행할 수 있는 파일럿 신호를 이용하는 것이 바람직하다. 다시 말하면, 무선 송신 장치와 무선 중계 장치 사이에서 사용되는 파일럿 신호로서는, 무선 중계 장치에 있어서, 신호의 위상 및 진폭(전력)을 정확하게 검출할 수 있는 파일럿 신호를 이용하는 것이 바람직하다.

[0081] 한편, 무선 중계 장치와 무선 수신 장치 사이에서는, 멀티패스 다중된 복수의 스트림 데이터의 송수신이 행해진다. 이 때, 무선 수신 장치는, 무선 중계 장치로부터 송신되는 파일럿 신호를 이용해 추정되는 채널 추정값을 이용하여, 멀티패스 다중된 복수의 스트림 데이터를 멀티패스마다 분리한다.

[0082] 그 때문에, 무선 중계 장치와 무선 수신 장치 사이에서 사용되는 파일럿 신호로서는, 무선 수신 장치에 있어서, 멀티패스 분리를 정확하게 행할 수 있는 파일럿 신호, 즉, 멀티패스 분해능(分解能)이 뛰어난 파일럿 신호를 이용하는 것이 바람직하다.

[0083] 그래서, 본 실시형태에서는, 무선 중계 장치가 무선 송신 장치로부터 수신하는 파일럿 신호로서, 전력 최대점을 이용한 확산 계열을 사용하여, 무선 중계 장치가 무선 수신 장치에 송신하는 파일럿 신호로서 자기 상관 특성이 양호한 ZAC(Zero Auto Correlation) 계열을 사용한다.

[0084] 즉, 본 실시형태에 따른 무선 중계 장치(100)의 채널 추정부(103)(도 1)는, 무선 송신 장치로부터 송신되는 확

산 계열로 구성되는 파일럿(이하, 확산 계열 파일럿이라고 함)을 이용하여, 무선 송신 장치의 안테나와 안테나(101-1~101-N_{relay}) 각각과의 사이의 각 채널을 추정한다.

- [0085] 그리고, 다이버시티 수신부(106)는, 확산 계열 파일럿을 이용해 추정된 채널 추정값을 이용하여, 데이터 신호를, N_{relay}개의 안테나(101-1~101-N_{relay})로 다이버시티 수신한다.
- [0086] 여기서, 확산 계열 파일럿은, 전력 최대점, 즉, 전력이 큰 심볼(예를 들면, QAM 심볼의 최상위점(最上位点))을 이용한 파일럿 신호이다. 그 때문에, 채널 추정부(103)는, 확산 계열 파일럿을 이용함으로써, 신호의 위상 및 진폭(전력)에 관한 정보를 정확하게 추정할 수 있다. 이와 같이, 확산 계열 파일럿은, 신호의 진폭 및 위상의 검출에 우수하다.
- [0087] 한편, 무선 중계 장치(100)의 파일럿 생성부(113)는, 안테나(101-1~101-N_{relay})로부터 송신되는 파일럿 신호로서 ZAC 계열의 일종인 CAZAC(Constant Amplitude and Zero Auto-correlation Code) 계열의 파일럿(이하, CAZAC 계열 파일럿)을 생성한다.
- [0088] 그리고, 송신 RF부(115-1~115-N_{relay})는, 변조부(114-1~ 114-N_{relay})에서 각각 변조된 CAZAC 계열 파일럿을 N_{relay}개의 안테나(101-1~101-N_{relay})로부터 무선 수신 장치에 송신한다.
- [0089] 여기서, CAZAC 계열은, 신호의 진폭에 편차가 없고, 자기 상관 특성이 양호한 계열이다. 그 때문에, 무선 중계 장치(100)가 CAZAC 계열 파일럿을 무선 수신 장치에 송신함으로써, 무선 수신 장치는, 타이밍이 다른 파일럿 신호를 확실하게 검출할 수 있다. 즉, 무선 수신 장치는, CAZAC 계열 파일럿을 이용해 채널 추정을 행함으로써, 각 패스의 도달시간에 관한 정보를 정확하게 추정할 수 있기 때문에, 멀티패스를 확실하게 분리할 수 있다. 이와 같이, CAZAC 계열 파일럿은, 멀티패스 분해능이 우수하다.
- [0090] 이와 같이 하여, 본 실시형태에 의하면, 무선 송신 장치와 무선 중계 장치 사이에서 사용하는 파일럿 신호, 및, 무선 중계 장치와 무선 수신 장치 사이에 사용하는 파일럿 신호로서 각 통신 방식에 적절한 특성을 가지는 파일럿 신호를 이용한다. 이것에 의해, 무선 중계 장치는, 무선 송신 장치로부터의 다차 변조된 데이터 신호를 정확하게 판정하는 것이 가능하게 되고, 무선 수신 장치는, 멀티패스를 정확하게 분리하여, 무선 중계 장치로부터의 다중된 복수의 스트림 데이터를 정확하게 분리하는 것이 가능하게 된다. 따라서, 본 실시형태에 의하면, 통신 방식에 따라 파일럿을 구분해서 사용함으로써, 실시형태 1과 동일한 효과를 얻으면서, 또, 각 통신로에 있어서의 데이터 신호의 오류율 특성을 개선할 수 있기 때문에, 시스템 스루풋을 한층 더 향상시킬 수 있다.
- [0091] 또한, 본 실시형태에서는, 일례로서 무선 송신 장치와 무선 중계 장치 사이에서 사용되는 파일럿 신호를 확산 계열 파일럿으로 하고, 무선 중계 장치와 무선 수신 장치 사이에서 사용되는 파일럿 신호를 CAZAC 계열 파일럿으로 했을 경우에 대해서 설명했다. 그러나, 본 발명에서는, 무선 송신 장치와 무선 중계 장치 사이에서 사용되는 파일럿 신호는, 확산 계열 파일럿에 한하지 않고, 신호의 위상 및 진폭(전력)을 정확하게 검출할 수 있는 파일럿 신호이면 된다. 또, 본 발명에서는, 무선 중계 장치와 무선 수신 장치 사이에서 사용되는 파일럿 신호는, CAZAC 계열 파일럿에 한하지 않고, 멀티패스 분해능이 뛰어난 파일럿 신호이면 된다.
- [0092] (실시형태 3)
- [0093] 1심볼로 송신되는 비트간의 수신 품질은 서로 다르다. 구체적으로는, 1 심볼로 송신되는 복수의 비트 중, 상위 비트일수록 수신 품질은 양호하고, 하위 비트일수록 수신 품질은 열악하다. 예를 들면, 256 QAM에서는, 1 심볼로 8비트(예를 들면, 상위 비트로부터 차례로 i₁, q₁, i₂, q₂, i₃, q₃, i₄, q₄)가 송신된다. 이 때, 최상위 비트인 비트 i₁, q₁의 수신 품질이 가장 높게 되고, 최하위 비트인 i₄, q₄의 수신 품질이 가장 낮게 된다.
- [0094] 또, N_{relay}개의 무선 중계 장치의 안테나와, 무선 수신 장치와의 각각의 사이의 전파로(채널)의 전파로 특성은 서로 다르기 때문에, N_{relay}개의 안테나로부터 각각 송신되는 N_{relay}개의 스트림의 수신 품질은 서로 다르다.
- [0095] 그래서, 본 실시형태에서는, 무선 중계 장치는, 스트림의 수신 품질에 따라, 무선 송신 장치로부터 송신되는 데이터 신호의 각 심볼을 구성하는 각 비트를, 각 스트림에 배치한다.
- [0096] 이하, 구체적으로 설명한다. 본 실시형태에 따른 무선 중계 장치(100)의 다이버시티 수신부(109)(도 1)는, 무선 수신 장치로부터 송신된 제어 정보를 다이버시티 수신한다. 또한, 무선 수신 장치로부터 송신된 제어 정보

에는, 무선 수신 장치에서 결정된 멀티패스수L 및 무선 수신 장치에서 설정된 수신 가능한 안테나수 N_{rx} 를 나타내는 정보에 추가하여, 무선 중계 장치(100)의 안테나(101-1~101- N_{relay}) 각각과 무선 수신 장치의 안테나와의 사이의 채널 품질(즉, 각 스트림의 품질)을 나타내는 채널 정보도 포함된다.

[0097] 제어 정보 검출부(110)는, 다이버시티 수신부(109)로부터 입력되는 제어 정보로부터, 무선 수신 장치에서 수신 가능한 안테나수(N_{rx}), 멀티패스수(L) 및 채널 정보를 검출한다. 그리고, 제어 정보 검출부(110)는, 검출한 안테나수(N_{rx}) 및 멀티패스수(L)를 스트림수 결정부(111)에 출력하고, 채널 정보를 스트림수 결정부(111)를 경유하여 스트림 생성부(112)에 출력한다.

[0098] 스트림 생성부(112)는, 제어 정보 검출부(110)에서 검출된 채널 정보에 나타나는 각 스트림의 수신 품질에 기초하여, 복조부(108)로부터 입력되는 데이터 신호(데이터 비트)를 분할하여, N_{relay} 개의 스트림 데이터를 생성한다. 구체적으로는, 스트림 생성부(112)는, 데이터 신호(데이터 비트)의 각 심볼을 구성하는 복수의 비트 중, 상위 비트를 수신 품질이 양호한 스트림에 배치하고, 하위 비트를 수신 품질이 열악한 스트림에 배치한다.

[0099] 한편, 무선 수신 장치는, 무선 중계 장치(100)의 각 안테나로부터 송신된 파일럿 신호를 이용하여, 각 안테나와 자장치 안테나와의 사이의 채널 품질을 추정한다. 그리고, 무선 수신 장치는, 추정한, 무선 중계 장치(100)의 각 안테나의 채널 품질을 나타내는 채널 정보를 포함한 제어 정보(실시형태 1과 마찬가지로, 검출한 안테나수 N_{rx} 및 멀티패스수L도 포함한 제어 정보)를 무선 중계 장치(100)에 송신한다.

[0100] 다음에, 본 실시형태에 따른 무선 중계 장치(100)에 있어서의 중계 처리의 상세한 것에 대해서 설명한다.

[0101] 이하의 설명에서는, 무선 중계 장치(100)의 안테나수를 4개($N_{relay}=4$)로 한다. 따라서, 무선 송신 장치는, 256 QAM(변조 다치수 : $N_{relay} \times 2$, 즉, 8비트/심볼)으로 변조한 데이터 신호를 무선 중계 장치(100)에 송신한다. 또, 도 4에 나타내는 것처럼, 256 QAM으로 변조된 데이터 신호의 각 심볼을 구성하는 8비트를, 상위 비트부터 차례로 $i_1, q_1, i_2, q_2, i_3, q_3, i_4, q_4$ 라고 나타낸다. 즉, 도 4에서는, i_1, q_1 의 수신 품질이 가장 높고(가장 오류되기 어렵고), i_4, q_4 의 수신 품질이 가장 낮다(가장 오류되기 쉽다). 또, 무선 수신 장치로부터 피드백되는 채널 정보에 나타나는 각 스트림의 수신 품질을 도 5에 나타낸다. 즉, 도 5에 나타내는 것처럼, 스트림#1의 수신 품질이 가장 높고, 스트림#4의 수신 품질이 가장 낮다.

[0102] 도 4에 나타내는 것처럼, 무선 중계 장치(100)의 스트림 생성부(112)는, 각 심볼을 구성하는 8비트 중 최상위 비트(상위로부터 1, 2비트째)인 i_1, q_1 를, 도 5에 있어서 수신 품질이 가장 높은 스트림#1에 배치한다. 마찬가지로 스트림 생성부(112)는, 각 심볼을 구성하는 8비트 중 최상위 비트의 다음 비트(상위로부터 3, 4비트째)인 i_2, q_2 를, 도 5에 있어서 수신 품질이 2번째로 높은 스트림#2에 배치한다. 또, 스트림 생성부(112)는, 각 심볼을 구성하는 8비트 중 최하위 비트(상위로부터 7, 8비트째)인 i_4, q_4 를, 도 5에 있어서 수신 품질이 가장 낮은 스트림#4에 배치한다. 스트림#3에 대해서도 마찬가지이다.

[0103] 따라서, 무선 중계 장치(100)에서는, 무선 송신 장치로부터 송신되는 데이터 신호를 복조해서 얻어지는 각 심볼을 구성하는 8비트($i_1, q_1 \sim i_4, q_4$)중, i_1, q_1 는 스트림#1로 송신되고, i_2, q_2 는 스트림#2로 송신되고, i_3, q_3 은 스트림#3으로 송신되고, i_4, q_4 는 스트림#4로 송신된다.

[0104] 이와 같이, 무선 중계 장치(100)는, 변조 다치수($N_{relay} \times 2$, 여기서는 8(256 QAM))로 변조된 데이터 신호의 각 심볼을 구성하는 복수($(N_{relay} \times 2)$ 개)의 비트 중, 보다 상위의 비트를, 다중 가능한 복수(N_{relay} 개)의 스트림 중 수신 품질이 보다 양호한 스트림에 배치한다. 다시말하면, 무선 중계 장치(100)는, 변조 다치수($N_{relay} \times 2$, 여기서는 8(256 QAM))로 변조된 데이터 신호의 각 심볼을 구성하는 복수($(N_{relay} \times 2)$ 개)의 비트 중, 보다 하위의 비트를, 다중 가능한 복수(N_{relay} 개)의 스트림 중 수신 품질이 보다 열악한 스트림에 배치한다.

[0105] 이것에 의해, 무선 수신 장치는, 무선 송신 장치로부터 송신된 데이터 신호에 있어서 오류되기 어려운 비트인 상위 비트를, 양호한 수신 품질의 스트림으로 수신하고, 무선 송신 장치로부터 송신된 데이터 신호에 있어서 오류되기 쉬운 비트인 하위 비트를, 열악한 수신 품질의 스트림으로 수신한다. 이 때문에, 무선 수신 장치에서는, 하위 비트(오류되기 쉬운 비트)의 오류율 특성과 비교해서, 상위 비트(오류되기 어려운 비트)의 오류율 특성을 한층 더 향상시킬 수 있다. 즉, 무선 수신 장치에서는, 무선 송신 장치로부터 송신된 데이터 신호

의 각 심볼을 구성하는 복수의 비트간의 오류율 특성의 차(差)가 보다 크게 된다.

- [0106] 이것에 의해, 예를 들면, 무선 중계 장치(100)는, 재송(再送) 비트 또는 제어 정보 등의 오류되기 어렵게 송신해야 할 정보를, 도 4에 나타내는 스트림#1(수신 품질이 양호한 스트림)에 배치하고, 패리티 정보 또는 패딩 비트 등의 오류되어도 시스템에 주는 영향이 적은 정보를, 도 4에 나타내는 스트림#4(수신 품질이 열악한 스트림)에 배치하면 된다. 이것에 의해, 수신 품질이 양호한 스트림으로 송신되는 정보 비트(상위 비트)일수록, 오류율 특성을 보다 향상시킬 수 있기때문에, 시스템 용량을 향상시킬 수 있다.
- [0107] 또, 예를 들면, 무선 중계 장치(100)는, 자장치와 무선 송신 장치 사이의 품질(CQI)을 무선 송신 장치에 통지하고, 무선 송신 장치는, 무선 중계 장치(100)로부터 통지되는 CQI에 기초하여, 변조 방식(변조 다치수) 및 스트림수를 결정해도 좋다. 예를 들면, 무선 송신 장치는, 도 6에 나타내는 것처럼, 무선 중계 장치(100)로부터의 CQI에 기초하여, 256 QAM(변조 다치수 : $8(=N_{\text{relay}} \times 2)$) 및 스트림수 $4(=N_{\text{relay}})$ 를 결정한다. 그리고, 무선 송신 장치는, 도 6에 나타내는 것처럼, 데이터 신호(정보 비트)를 $4(=N_{\text{relay}})$ 개의 스트림#1~#4에 대응시켜 분할한다. 그리고, 무선 송신 장치는, 도 6에 나타내는 것처럼, 스트림#1~#4에 각각 대응하는 정보 비트를 인터리브(interleave)한다. 구체적으로는, 무선 송신 장치는, 스트림#1에 대응하는 정보 비트를, 각 심볼을 구성하는 복수의 비트 중 상위로부터 1, 2비트째 i_1, q_1 로 하고, 스트림#2에 대응하는 정보 비트를, 각 심볼을 구성하는 복수의 비트 중 상위로부터 3, 4비트째 i_2, q_2 로 한다. 스트림#3, #4에 각각 대응하는 정보 비트에 대해서도 마찬가지이다. 즉, 무선 송신 장치는, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이에서 다중되는 4개의 스트림을 상정하고, 정보 비트를 인터리브 한다.
- [0108] 도 6에서는, 예를 들면, 스트림#1에 대응하는 정보 비트(각 심볼의 최상위 비트 i_1, q_1 에 배치되는 정보 비트)로서 재송 비트 또는 제어 정보 등을 할당하고, 스트림#4에 대응하는 정보 비트(각 심볼의 최하위 비트 i_4, q_4 에 배치되는 정보 비트)로서 패리티 비트 또는 패딩 비트 등을 할당하면 좋다.
- [0109] 그리고, 무선 송신 장치는, 도 6에 나타내는 것처럼, 인터리브 후의 정보 비트를 256 QAM으로 변조함으로써, 1 심볼당 8비트 $i_1, q_1, i_2, q_2, i_3, q_3, i_4, q_4$ 를 포함한 데이터 신호를 생성한다. 이것에 의해, 무선 중계 장치(100)는, 상술한 도 4에 나타내는 것처럼, 수신 품질이 가장 높은 스트림#1로 각 심볼의 최상위 비트 i_1, q_1 를 송신하는 한편, 수신 품질이 가장 나쁜 스트림#4로 각 심볼의 최하위 비트 i_4, q_4 를 송신한다.
- [0110] 이와 같이 하여, 본 실시형태에 의하면, 무선 중계 장치는, 스트림의 수신 품질에 따라, 무선 송신 장치로부터 송신되는 데이터 신호의 각 심볼을 구성하는 각 비트를, 각 스트림에 배치한다. 즉, 무선 중계 장치는, 무선 송신 장치로부터 송신된 데이터 신호의 각 심볼을 구성하는 복수의 비트 중, 상위 비트(오류되기 어려운 비트)일수록 수신 품질이 보다 양호한 스트림으로 송신하고, 하위 비트(오류되기 쉬운 비트)일수록 수신 품질이 보다 열악한 스트림으로 송신한다. 이것에 의해, 무선 중계 장치는, 수신 품질이 보다 양호한 스트림일수록, 오류를 적게할 수 있다. 이와 같이, 본 실시형태에 의하면, 실시형태 1과 동일한 효과를 얻으면서, 송신되는 데이터 신호의 각 심볼을 구성하는 복수의 비트간의 오류율 특성을 적절히 조정함으로써 시스템 용량을 향상시킬 수 있다.
- [0111] 또한, 본 실시형태에서는, 스트림마다의 수신 품질을 나타내는 채널 정보가 무선 수신 장치로부터 피드백되는 경우에 대해 설명했다. 그러나, 본 발명에서는, 예를 들면, 무선 수신 장치는, 스트림마다의 수신 품질에 기초하여, 수신 품질이 좋은 순서로 스트림의 우선순위(優先順位)를 붙이고, 우선순위를 나타내는 정보(예를 들면, 우선순위 번호)를 무선 중계 장치에 피드백해도 좋다. 그리고, 무선 중계 장치는, 무선 수신 장치로부터 피드백된 스트림의 우선순위에 따라, 우선순위가 보다 높은 스트림(수신 품질이 높은 스트림)으로 오류되기 어려운 비트(상위 비트)를 송신하고, 우선순위가 보다 낮은 스트림(수신 품질이 낮은 스트림)으로 오류되기 쉬운 비트(하위 비트)를 송신한다.
- [0112] 또, 본 실시형태에서는, 무선 중계 장치가, $(N_{\text{relay}} \times 2)$ 의 변조 다치수로 변조된 데이터 신호의 각 심볼을 구성하는 복수($(N_{\text{relay}} \times 2)$ 개)의 비트 중, 보다 상위의 비트를, N_{relay} 개의 스트림 중 수신 품질이 보다 높은 스트림에 배치하는 경우에 대해서 설명했다. 그러나, 본 발명에서는, 무선 중계 장치는, $(N_{\text{relay}} \times 2)$ 의 변조 다치수로 변조된 데이터 신호의 각 심볼을 구성하는 복수($(N_{\text{relay}} \times 2)$ 개)의 비트 중, 보다 하위의 비트를, N_{relay} 개의 스트림 중 수신 품질이 보다 높은 스트림에 배치해도 좋다. 이것에 의해, 1 심볼로 송신되는 모든 비트의 오류율 특성

을 평균화할 수 있다. 또한, 상술한, 1심볼로 송신되는 모든 비트의 오류율 특성을 평균화하는 방식은, 복수의 스트림에 걸쳐서 공통된 오류 정정 코드(ECC)(모든 스트림에서 공통된 오류 정정 코드(ECC)를 이용할 경우에는 싱글 코드 워드라고 호칭됨)가 적용되고 있는 케이스에 있어서 특히 효과적이다. 왜냐하면, 오류 정정 복호에 있어서, 수신 심볼 및 수신 비트의 우도(尤度) 편차가 적을수록 오류정정 복호가 양호하게 동작하므로 오류율 특성이 향상하고, 스루풋이 향상하고, 또, 커패시티가 증가하기 때문이다.

- [0113] (실시형태 4)
- [0114] 본 실시형태에서는, 무선 중계 장치와 무선 수신 장치 사이에서 발생하는 멀티패스수(즉, 무선 수신 장치에서 검출되는 멀티패스수)가, 무선 중계 장치의 안테나수 N_{relay} 보다 적은 경우에 대해서 설명한다.
- [0115] 이하, 구체적으로 설명한다. 이하의 설명에서는, 실시형태 3과 마찬가지로, 본 실시형태에 따른 무선 중계 장치(100)(도 1)의 안테나수를 4개($N_{\text{relay}}=4$)로 한다. 따라서, 무선 송신 장치는, 256 QAM(변조 다치수 : $N_{\text{relay}} \times 2$, 즉, 8비트/심볼)으로 변조한 데이터 신호를 무선 중계 장치(100)에 송신한다. 또, 실시형태 3에 나타내는 도 6 과 동일하게 하여, 무선 송신 장치는, 정보 비트를, N_{relay} 개의 스트림에 대응시켜 분할하고, 분할한 정보 비트를 인터리브한다. 그리고, 무선 송신 장치는, 인터리브 후의 정보 비트를, 256 QAM으로 변조하고, 데이터 신호(각 심볼을 구성하는 8비트를 상위 비트로부터 차례로 $i_1, q_1, i_2, q_2, i_3, q_3, i_4, q_4$ 라고 함)를 얻는다.
- [0116] 또, 무선 수신 장치가 검출한 멀티패스수 L 을 2라고 한다. 즉, 무선 수신 장치는, 멀티패스수 $L=2$ 및 안테나수 $N_{\text{rx}}=1$ 을 포함한 제어 정보를 무선 중계 장치(100)에 송신한다.
- [0117] 무선 중계 장치(100)의 복조부(108)는, 다이버시티 수신부(106)로부터 입력되는 데이터 신호를 복호하고, 데이터 비트(도 7에 나타내는 각 심볼을 구성하는 $i_1, q_1, i_2, q_2, i_3, q_3, i_4, q_4$)를 얻는다.
- [0118] 스트림수 결정부(111)는, 자장치의 송신 안테나수 N_{relay} , 무선 수신 장치로부터 송신된 제어 정보에 포함되는 멀티패스수 L 및 수신 안테나수 N_{rx} 를 이용하여, 식(2)에 따라, 다중 가능한 스트림수를 $2(\text{=min}(4, 2 \times 1))$ 로 결정한다. 즉, 여기에서는, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이에서 다중 가능한 스트림수는, 무선 중계 장치(100)의 안테나수 N_{relay} 보다 적다.
- [0119] 스트림 생성부(112)는, 도 7에 나타내는 것처럼, 복조부(108)에서 복조된 데이터 비트를, 무선 송신 장치에 있어서의 인터리브와 동일하게 하여, 디인터리브(deinterleave)함으로써 4개의 스트림 #1~#4를 생성한다. 구체적으로는, 스트림 생성부(112)는, 도 7에 나타내는 것처럼, 데이터 신호의 각 심볼을 구성하는 8비트의 데이터 비트 중, 최상위 비트 i_1, q_1 를, 스트림 #1에 배치한다. 마찬가지로, 스트림 생성부(112)는, 데이터 신호의 각 심볼을 구성하는 8비트의 데이터 비트 중, 최상위 비트의 다음 비트 i_2, q_2 를, 스트림 #2에 배치한다. 스트림 #3 및 #4에 대해서도 마찬가지이다.
- [0120] 단, 스트림수 결정부(111)로부터 입력되는 스트림수가 2(즉, 자장치가 가지는 안테나수 $N_{\text{relay}}=4$ 보다 적은 수)이므로, 스트림 생성부(112)는, 도 7에 나타내는 스트림 #1~#4 중, 스트림 #1 및 #2를, 변조부(114-1) 및 (114-2)의 어느것인가에 입력한다. 또, 스트림 생성부(112)는, 도 7에 나타내는 스트림 #1~#4 중, 스트림 #3 및 #4를, 변조부(114-3) 및 (114-4)의 어느것인가에 입력한다. 즉, 스트림 생성부(112)는, 자장치(自裝置)와 무선 수신 장치 사이에서 다중 가능한 스트림수(여기서는, 2개)가 안테나수 N_{relay} 보다 적은 경우, 생성한 N 개의 스트림을, 다중 가능한 스트림수의 스트림에 모은다.
- [0121] 그리고, 변조부(114-1) 및 (114-2) 중 어느것인가는, 도 7에 나타내는 것처럼, 스트림 #1을 구성하는 데이터 비트를, QPSK 심볼을 구성하는 2비트(i, q) 중, 비트 i 에 배치하고, 스트림 #2를 구성하는 데이터 비트를, QPSK 심볼을 구성하는 2비트(i, q) 중 비트 q 에 배치함으로써, 스트림 #1 및 #2를 QPSK 변조한다. 마찬가지로, 변조부(114-3) 및 (114-4) 중 어느것인가는, 도 7에 나타내는 것처럼, 스트림 #3을 구성하는 데이터 비트를, QPSK 심볼을 구성하는 2비트(i, q) 중 비트 i 에 배치하고, 스트림 #4를 구성하는 데이터 비트를, QPSK 심볼을 구성하는 2비트(i, q) 중 비트 q 에 배치함으로써, 스트림 #3 및 #4를 QPSK 변조한다. 즉, 변조부(114-1~114-4)는, 스트림 생성부(112)로부터 입력되는, 다중 가능한 스트림수(여기에서는, 2개)의 스트림을 QPSK 변조한다.
- [0122] 이것에 의해, 도 7에 나타내는 것처럼, 스트림 #1 및 #2의 정보를 포함한 QPSK 심볼, 및, 스트림 #3 및 #4의

정보를 포함한 QPSK 심볼이 얻어진다. 즉, 도 7에 나타내는 것처럼, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이에서 다중가능한 2개 스트림수분의 스트림 데이터(QPSK 심볼)가 얻어진다.

[0123] 그리고, 무선 중계 장치(100)는, 도 7에 나타내는 것처럼, 스트림 #1 및 #2의 정보를 포함한 QPSK 심볼을, 안테나(101-1) 및 안테나(101-2)를 이용해 다이버시티 송신하고, 스트림 #3 및 #4의 정보를 포함한 QPSK 심볼을, 안테나(101-3) 및 안테나(101-4)를 이용해 다이버시티 송신한다.

[0124] 이와 같이, 무선 중계 장치(100)는, 실시형태 1과 동일하게 하여, 무선 송신 장치로부터 송신된 데이터 신호를 분할하여, 자장치(自裝置)의 안테나수 N_{relay} 와 동일수의 N_{relay} 개의 스트림 #1~#4를 생성한다. 단, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이에 있어서 다중가능한 스트림수가 무선 중계 장치(100)의 안테나수 N_{relay} 보다 적은 경우에는, 무선 중계 장치(100)가 N_{relay} 개의 스트림을 공간 다중해서 송신하여도, 무선 수신 장치는, N_{relay} 개의 스트림을 분리할 수 없다. 이것에 비해, 본 실시형태에 따른 무선 중계 장치(100)는, 무선 중계 장치(100)와 무선 수신 장치 사이에 있어서 다중가능한 스트림수가 안테나수 N_{relay} 보다 적은 경우에는, 생성한 복수의 스트림을 1개의 스트림으로서 집약함으로써, 실제로 다중가능한 수의 스트림을 생성한다. 예를 들면, 도 7에서는, 무선 중계 장치(100)는, 스트림 #1 및 #2의 2개 스트림, 또는, 스트림 #3 및 #4의 2개 스트림을 각각 집약함으로써, 실제로 다중 가능한 2개의 스트림을 생성한다. 즉, 무선 중계 장치(100)는, 다중 가능한 스트림수(무선 수신 장치가 분리 가능한 스트림수)까지 스트림수를 줄인다. 이것에 의해, 무선 수신 장치는, 무선 중계 장치(100)가 송신한 복수의 스트림(도 7에서는 2개의 스트림)을 확실하게 수신할 수 있다.

[0125] 또, 다중 가능한 스트림수가 무선 중계 장치(100)의 안테나수 N_{relay} 보다 적은 경우에는, 무선 중계 장치(100)는, 잉여 안테나(도 7에서는, 안테나수 $N_{\text{relay}}=4$ 와 다중가능한 스트림수 2의 차(差), 즉, 2개의 안테나)를 송신 다이버시티로 이용할 수 있다. 따라서, 다중 가능한 스트림수가 무선 중계 장치(100)의 안테나수 N_{relay} 보다 적은 경우에는, 다중되는 스트림수는 감소하지만, 그 스트림이 다이버시티 송신된다. 이 때문에, 무선 수신 장치에서는, 각 스트림의 오류율 특성을 향상시킬 수 있고, 실시형태 1과 마찬가지로, 시스템 용량을 증가시킬 수 있다.

[0126] 또한, 송신 다이버시티 기술로서는, 예를 들면, 순환지연 다이버시티(CDD: Cyclic Delay Diversity) 기술 및 시공간 부호화(STC: Space Time Coding) 다이버시티(STC) 기술 등을 들 수 있다. 특히, 순환지연 다이버시티 기술에 의하면, 무선 수신 장치가 수신하는 멀티패스수를 증가시킬 수 있기때문에, 결과적으로, 무선 수신 장치에 있어서의 멀티패스수의 증가에 의해 다중 가능한 스트림수를 증가시킬 수 있다.

[0127] 또, 도 7에 나타내는 것처럼, 무선 중계 장치(100)는, 스트림 #1 및 #2를 집약하여 QPSK 변조하고, 스트림 #3 및 #4를 집약해서 QPSK 변조한다. 즉, 도 7에 나타내는 것처럼, 무선 중계 장치(100)에 있어서 공간 다중해서 송신되는 2개의 스트림에는, 스트림 #1~#4의 모든 정보 비트가 포함된다. 즉, 무선 중계 장치(100)는, 생성한 복수의 스트림을 집약하여 실제로 다중하는 스트림수를 감소시키는 경우에도, 생성한 각 스트림의 정보 비트를 균등하게 송신할 수 있다. 이것에 의해, 일부의 스트림만이 먼저 송신되고, 다른 스트림이 다음에 송신됨에 의한 지연을 억제할 수 있다.

[0128] 이와 같이 하여, 본 실시형태에 의하면, 다중 가능한 스트림수가 무선 중계 장치(100)의 안테나수 N_{relay} 보다 적은 경우에도, 무선 수신 장치에서 스트림을 확실히 분리할 수 있고, 또, 실시형태 1과 마찬가지로, 시스템 용량을 증가시킬 수 있다.

[0129] 또한, 본 실시형태에서는, 다중 가능한 스트림수가 무선 중계 장치의 안테나수보다 적은 경우에 대해 설명했다. 그러나, 본 발명에서는, 무선 중계 장치는, 예를 들면, 다중 가능한 스트림수가 무선 중계 장치의 안테나수와 동일한 경우에도, 무선 수신 장치에 있어서의 소망한 수신 품질을 만족시킬 수 없다고 판단했을 경우에는, 본 실시형태와 동일하게 하여, 스트림 다중수를 줄여도 좋다. 이것에 의해, 본 실시형태와 마찬가지로, 무선 중계 장치에서는 송신 다이버시티 기술을 이용할 수 있기때문에, 무선 수신 장치에서는, 소망의 수신 품질을 만족시키는 스트림을 수신할 수 있다.

[0130] 또, 본 실시형태에서는, 무선 중계 장치의 안테나를 송수신 안테나로서 이용하는 경우, 즉, 무선 중계 장치의 송신용 안테나의 수 및 수신용 안테나의 수가 동일한 경우에 대해서 설명했다. 그러나, 본 발명에서는, 무선 중계 장치의 송신용 안테나의 수와 수신용 안테나의 수가 서로 달라도 좋다.

[0131] 이상, 본 발명의 실시형태에 대해서 설명했다.

- [0132] 또한, 상기 실시형태에서는, 무선 송신 장치의 송신 안테나수를 1개로 하고, 무선 수신 장치의 수신 안테나수를 1개로 하는 경우에 대해 설명했다. 그러나, 본 발명에서는, 무선 송신 장치의 송신 안테나수 및 무선 수신 장치의 수신 안테나수는, 1개에 한정되지 않고 2개 이상이라도 좋다. 무선 중계 장치는, 무선 송신 장치의 송신 안테나 개수에 상관없이, 무선 송신 장치가 다차 변조를 이용해서 송신한 스트림의 수를 검출하고, 스트림을 분리하여 각각의 스트림을 QPSK를 이용해 변조하여 무선 수신 장치에 송신하는 것도 가능하다. 이 경우에도, 상기 실시형태와 마찬가지로, 무선 송신 장치 및 무선 수신 장치의 어느것의 안테나수를 증가시키는 일 없이, 무선 중계 장치의 안테나수를 증가시키는 것만으로 무선 송신 장치 및 무선 수신 장치의 데이터 전송 레이트를 향상시킬 수 있다.
- [0133] 또, 상기 실시형태에서는, 무선 중계 장치와 무선 수신 장치 사이의 통신 방식으로서 QPSK를 이용하는 경우에 대해서 설명했다. 상기 실시형태에 있어서, QPSK를 이용해서 설명한 이유는, QPSK가, Eb/No에 대한 오류율 특성이 뛰어난 변조 방식이기 때문이다. 그래서, 본 발명에서는, 무선 중계 장치와 무선 수신 장치 사이의 통신 방식으로서, QPSK와 동일한 Eb/No에 대한 오류율 특성을 가지는 BPSK를 이용해도 좋다. 이 경우에도, 상기 실시형태와 마찬가지로, 무선 송신 장치 및 무선 수신 장치의 어느것의 안테나수를 증가시키는 일 없이, 무선 중계 장치의 안테나수를 증가시키는 것만으로 무선 송신 장치 및 무선 수신 장치의 데이터 전송 레이트를 향상시킬 수 있다. 또, BPSK 및 QPSK를 복수의 안테나 간에서 조합해서 사용해도 좋다.
- [0134] 또, 상기 실시형태에서는, 무선 송신 장치가 QAM 방식(상기 실시형태에서는 256 QAM)을 이용하여 무선 중계 장치에 데이터를 송신하는 예를 설명했다. 그러나, 본 발명에서는, 무선 송신 장치로부터 무선 중계 장치로의 데이터 송신에 사용하는 통신 방식은, 송신 대역폭을 확대하는 일 없이 1심볼을 이용해서 복수 비트를 송신할 수 있는 방식이면 어느 방식이라도 좋다. 예를 들면, 본 발명에서는, 무선 송신 장치로부터 무선 중계 장치로의 데이터 송신에 사용하는 통신 방식으로서 PSK(Phase Shift Keying), FSK(Frequency Shift Keying) 또는 ASK(Amplitude Shift Keying) 등을 이용해도 좋고, 이러한 방식을 조합시킨 변조 방식을 이용해도 좋다.
- [0135] 또, 상기 실시형태에서는, 무선 송신 장치가, $(N_{\text{relay}} \times 2)$ 의 변조 다차수로 신호를 변조하는 경우에 대해 설명했다. 그러나, 본 발명에서는, 무선 송신 장치는, M (단, $M \leq N_{\text{relay}} \times 2$)의 변조 다차수로 신호를 변조해도 좋다. 예를 들면, 무선 송신 장치는, 자장치와 무선 중계 장치 사이의 채널 품질에 따라 변조 다차수 M 을 변경해도 좋다. 이 때, 무선 송신 장치는, 무선 중계 장치로부터 통지된 CQI를 참조하여 무선 송신 장치와 무선 중계 장치 사이의 무선 전파 환경을 측정함으로써, 변조 다차수 M 을 변경할 수 있다. 또는, 무선 송신 장치는, 무선 송신 장치가 무선 중계 장치까지의 거리를 측정하는 것으로 무선 전파 환경을 측정함으로써, 변조 다차수 M 을 변경할 수 있다. 또, 무선 송신 장치로부터 무선 중계 장치에 송신하는 신호에 이용하는 변조 다차수 M 은, 무선 송신 장치가 CQI를 참조해서 결정해도 좋다. 또는, 무선 중계 장치가 변조 다차수 M 을 통지하고 무선 송신 장치가 그 통지에 표시되는 변조 다차수 M 을 이용해도 좋다.
- [0136] 또, 상기 실시형태에 있어서, 무선 수신 장치로부터 무선 중계 장치에 통지되는 멀티패스 정보는, 예를 들면, 멀티패스의 수, 각 패스의 전력 또는 각 패스의 타이밍 등으로 구성된다. 여기서, 본 발명에서는, 멀티패스 정보로서 수신 전력이 미리 설정된 임계값 이상인 패스만을 통지해도 좋고, 수신 전력이 보다 큰 패스부터 차례로, 일정한 수의 패스만을 통지해도 좋다. 또, 멀티패스 정보로서 지연 시간이 일정값 이하인 패스, 예를 들면, 지연 시간이 사이클릭 프리픽스(CP: Cyclic Prefix, 또는 가드 인터벌(GI: Guard Interval)이라고도 함) 이내인 패스만을 통지해도 좋다. 또, 무선 중계 장치에서는, 무선 중계 장치의 안테나수보다 많은 스트림은 다중할 수 없기 때문에, 무선 중계 장치는, 자장치(自裝置)의 안테나수를 무선 수신 장치에 미리 통지하고, 무선 수신 장치는, 통지된 안테나수분만큼의 패스에 관한 멀티패스 정보를 무선 중계 장치에 통지해도 좋다. 이것에 의해, 무선 중계 장치는, 무선 중계 장치와 무선 수신 장치 사이에서 멀티패스 다중 송신을 행하기 위해 필요 최소한의 멀티패스 정보만을 수신할 수 있다. 예를 들면, 도 8에 나타내는 것처럼, 무선 수신 장치에서는, 우선, 검출된 멀티패스 중, 사이클릭 프리픽스 시간길이 이내인 6개의 패스가 선택된다. 그 다음에, 6개 패스 중, 수신 전력이 임계값 이상인 5개의 패스가 선택된다. 그 다음에, 5개 패스 중, 무선 중계 장치의 안테나수(도 8에서는 4개로 함)와 동수(同數)의 패스(도 8에 나타내는 1st~4th)가 선택된다. 이와 같이, 무선 수신 장치는, 도 8에 나타내는 4개의 패스(1st~4th)에 관한 멀티패스 정보를 송신함으로써, 무선 수신 장치에서 검출할 수 없는 멀티패스의 통지를 생략할 수 있다. 또, 무선 중계 장치는, 품질이 양호한 멀티패스를 이용해서 멀티패스 다중 송신을 행할 수 있다. 다시말하면, 무선 중계 장치는, 무선 수신 장치에서 검출할 수 없는 멀티패스의 사용을 방지할 수 있다. 따라서, 필요 최소한의 정보만을 포함한 멀티패스 정보가 무선 중계 장치에 통지되므로 제어 채널에 사용하는 용량을 저감시킬 수 있고, 그리고 또, 무선 중계 장치가 품질이 양호한 멀티패스를

이용함으로써 시스템 용량을 향상시킬 수 있다.

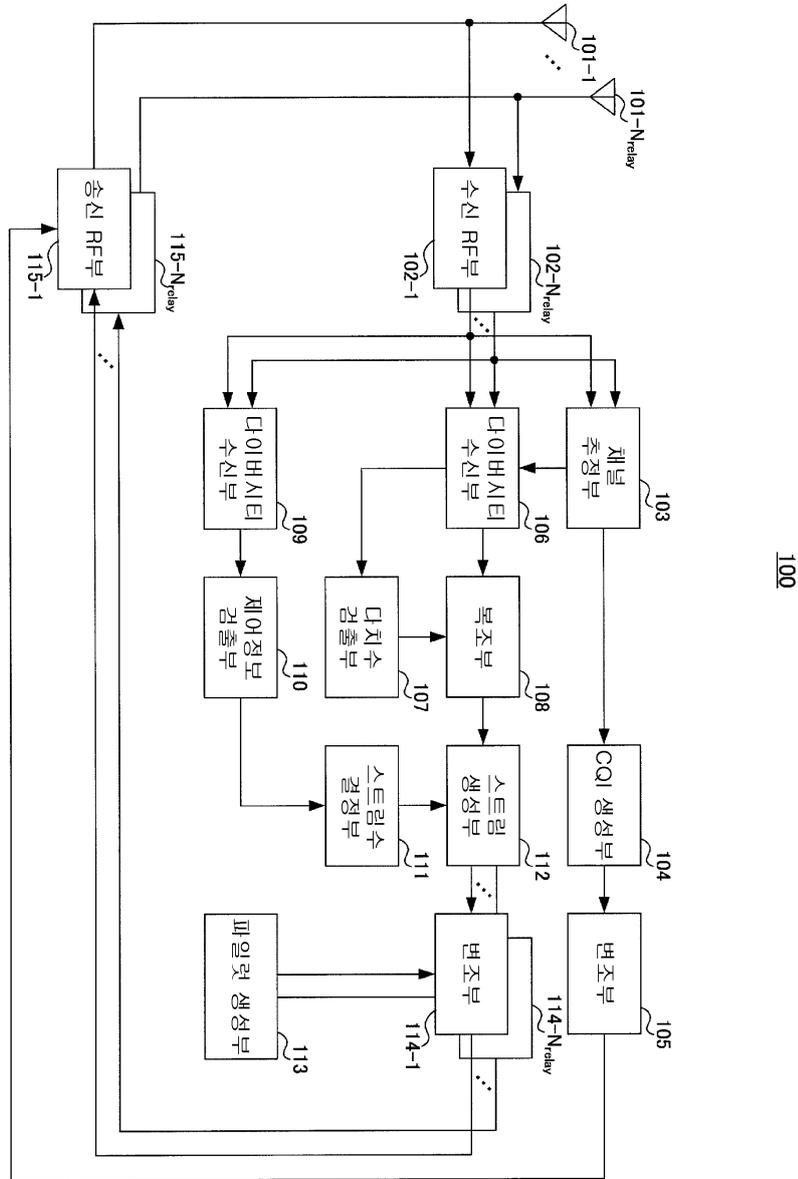
- [0137] 또, 예를 들면, 애드혹(Ad hoc) 무선통신 시스템에서는, 이동 단말장치끼리가, 장치간에서 직접 통신을 행한다. 따라서, 본 발명에 따른 무선 중계 장치를 기존의 애드혹 무선통신 시스템내의 임의의 장소에 설치함으로써, 이동 단말장치 간의 전송 레이트(커패시티)를 증가시킬 수 있다. 즉, 본 발명에 의하면, 애드혹 무선통신 시스템에 있어서, 시스템의 대폭적인 변경을 행하는 일없이, 이동 단말장치간의 전송 레이트를 증가시키는 것이 가능하게 된다. 이 때, 무선 송신 장치가 무선 수신 장치로부터 다차 변조에 의한 송신이 요구되었다고 인지(認知)하고, 무선 수신 장치가 무선 송신 장치로부터 멀티패스 다중된 신호가 송신되었다고 인지하면 되므로, 이동 단말장치 간(무선 송신 장치와 무선 수신 장치 사이)에서는 무선 중계 장치가 설치되었다라는 상황을 검출할 필요가 없다. 이것에 의해, 애드혹 무선통신 시스템에서는, 무선 중계 장치의 배치를 임의로 설치하거나 설치해제하거나 하는 것이 가능하게 되어, 시스템에 있어서의 중계 장치 배치 설계를 용이하게 할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다.
- [0138] 또, 본 발명에 있어서, 다이버시티 수신 처리로서는, 예를 들면, 최대비 합성(MRC : Maximum Ratio Combining), 최소 제곱 오차(MMSE : Minimum Mean Square Error) 또는 제로 포싱(ZF : Zero Forcing) 등의 임의의 수신 다이버시티 알고리즘을 이용할 수 있다. 또는, 무선 송신 장치로부터의 신호(다차 변조 신호)가 멀티패스 성분을 가질 경우에는, 시간 영역 등화기 또는 주파수 영역 등화기 등의 수신 다이버시티 기술을 이용해도 좋다.
- [0139] 또, 본 발명에 있어서, 무선 중계 장치는 기지국 장치에 편입되어 설치되어도 좋다. 기지국 장치도 무선 중계 장치와 마찬가지로, 비교적 큰 케이스와 비교적 큰 전력 송신이 허용되어 있으므로, 상기 실시형태와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 예를 들면, 종래의 기지국 장치보다 소형인 옥내용 기지국 장치, 또는 가정용 기지국 장치(Home-eNodeB) 등에 본 발명의 무선 중계 장치를 실장할 수도 있다. 가정용 기지국 장치에 본 발명의 무선 중계 장치를 실장했을 경우에는, 텔레비전, 레코더 또는 음향 장치 등의 여러가지 가정 전자제품에 대해서, 본 발명을 적용하는 것도 가능하다.
- [0140] 또, 상기 실시형태에서는 안테나로서 설명했지만, 본 발명은 안테나 포트라도 동일하게 적용할 수 있다.
- [0141] 안테나 포트란, 1개 또는 복수의 물리 안테나로 구성되는, 논리적인 안테나를 말한다. 즉, 안테나 포트는 반드시 1개의 물리 안테나를 가리킨다고는 할 수 없고, 복수의 안테나로 구성되는 어레이 안테나 등을 가리키는 일도 있다.
- [0142] 예를 들면 3 GPP-LTE에 있어서는, 안테나 포트가 몇개의 물리 안테나로 구성되는지는 규정되지 않고, 기지국이 다른 참조 신호(Reference signal)를 송신할 수 있는 최소단위로서 규정되어 있다.
- [0143] 또, 안테나 포트는 프리코딩 벡터(Precoding vector)의 가중치를 곱셈하는 최소단위로서 규정되는 일도 있다.
- [0144] 또, 상기 실시형태에서는, 본 발명을 하드웨어로 구성하는 경우를 예로 들어 설명했지만, 본 발명은 소프트웨어로 실현하는 것도 가능하다.
- [0145] 또, 상기 실시형태의 설명에 이용한 각 기능 블록은, 전형적으로는 집적회로인 LSI로서 실현된다. 이것은 개별적으로 1 칩화되어도 좋고, 일부 또는 모두를 포함하도록 1칩화되어도 좋다. 여기서는, LSI라고 했지만, 집적도의 차이에 의해, IC, 시스템 LSI, 슈퍼 LSI, 울트라 LSI라고 호칭되는 일도 있다.
- [0146] 또, 집적회로화의 수법은 LSI에 한정하는 것은 아니고, 전용 회로 또는 범용 프로세서로 실현해도 좋다. LSI 제조 후에, 프로그램하는 것이 가능한 FPGA(Field Programmable Gate Array)나, LSI 내부의 회로 셀의 접속이나 설정을 재구성 가능한 리컨피규러블 프로세서를 이용해도 좋다.
- [0147] 또, 반도체 기술의 진보 또는 파생하는 별개의 기술에 의해 LSI에 대체되는 집적회로화의 기술이 등장하면, 당연히, 그 기술을 이용해서 기능 블록의 집적화를 행해도 좋다. 바이오 기술의 적용 등이 가능성으로서 있을 수 있다.
- [0148] 2009년 7월 28일에 출원한 특허출원 2009-175688의 일본 출원에 포함되는 명세서, 도면 및 요약서의 개시 내용은, 모두 본원에 인용된다.
- [0149] (산업상의 이용 가능성)
- [0150] 본 발명은, 이동체 통신 시스템 등에 적용할 수 있다.

부호의 설명

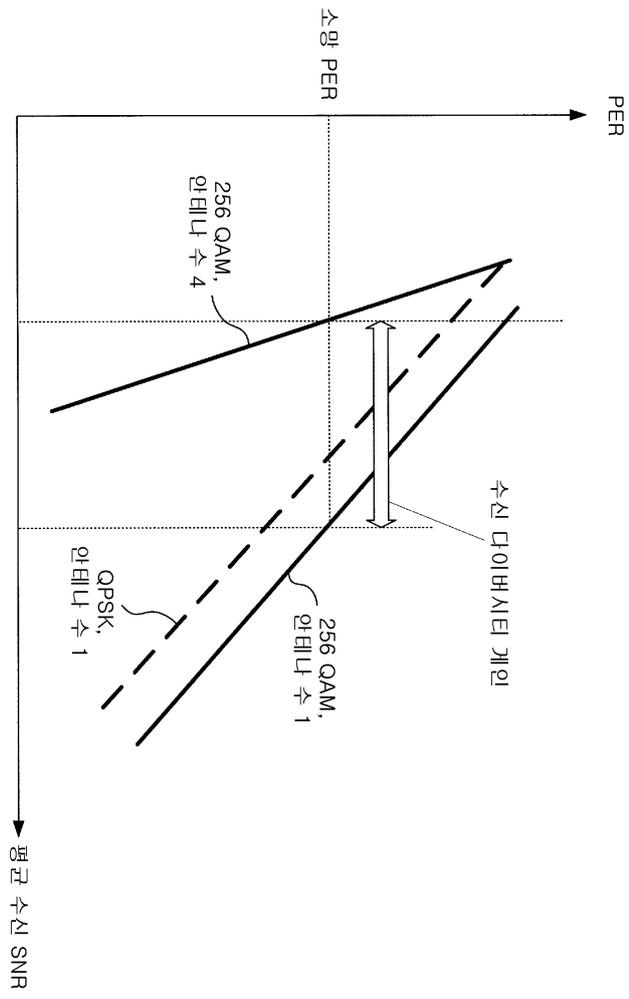
[0151]

- 100 : 무선 중계 장치
- 101 : 안테나
- 102 : 수신 RF부
- 103 : 채널 추정부
- 104 : CQI 생성부
- 105, 114 : 변조부
- 106, 109 : 다이버시티 수신부
- 107 : 다차수 검출부
- 108 : 복조부
- 110 : 제어 정보 검출부
- 111 : 스트림수 결정부
- 112 : 스트림 생성부
- 113 : 파일럿 생성부
- 115 : 송신 RF부

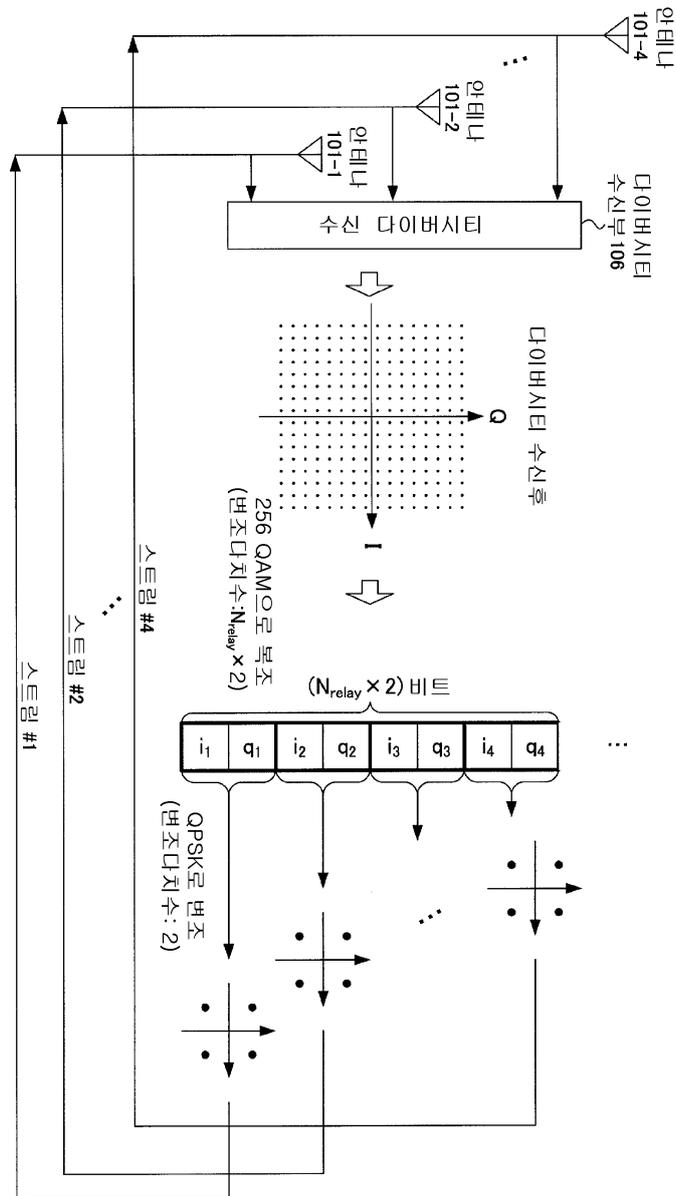
도면
도면1



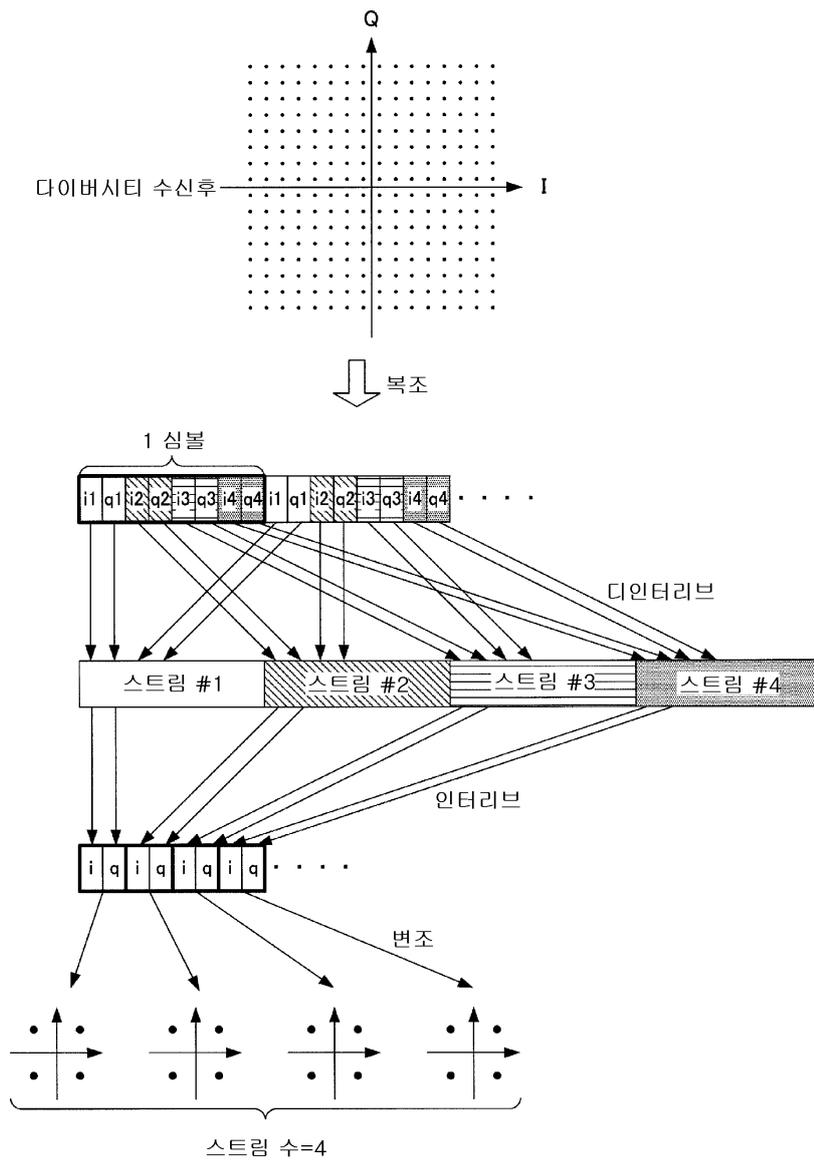
도면2



도면3



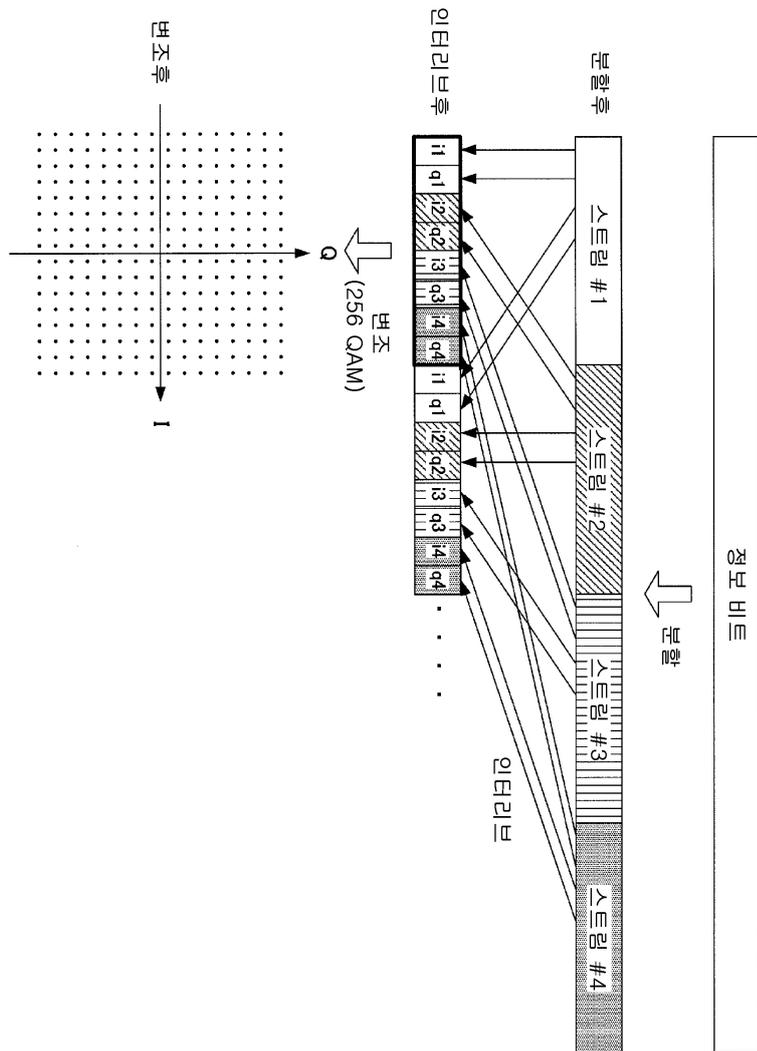
도면4



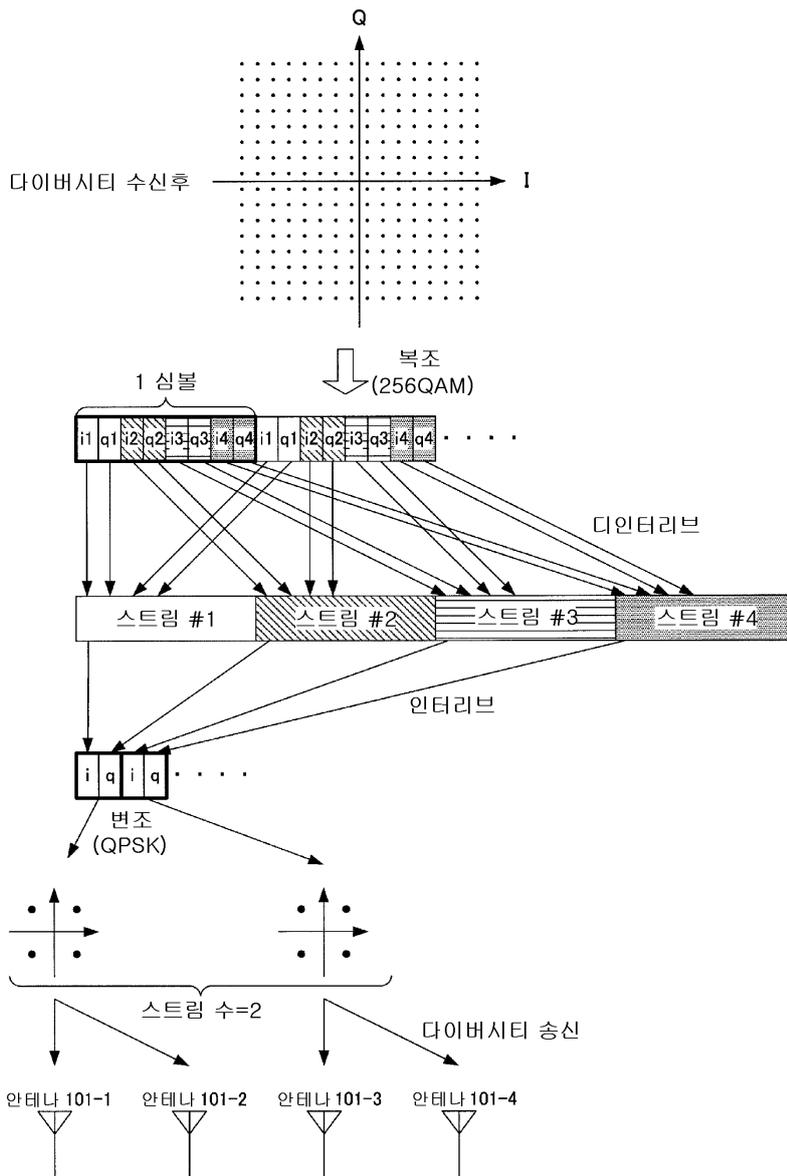
도면5



도면6



도면7



도면8

