



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년04월08일  
(11) 등록번호 10-0951383  
(24) 등록일자 2010년03월30일

(51) Int. Cl.  
H04B 7/02 (2006.01) H04L 1/02 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2006-0089473  
(22) 출원일자 2006년09월15일  
심사청구일자 2008년03월04일  
(65) 공개번호 10-2008-0024821  
(43) 공개일자 2008년03월19일  
(56) 선행기술조사문헌  
K.J.Hwang, et al, "Adaptive Rate MIMO System Using Space-Time Block Mapping", 57th IEEE Semiannual Conf. on Vehicular Technology, Vol.1, 2003.04, pp.774-778.

(73) 특허권자  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 매탄동 416  
(72) 발명자  
황인수  
경기 용인시 기흥구 농서동 삼성종합기술원 기숙사 Y-501  
유철우  
서울 서초구 서초2동 서초트라팰리스 C-1402  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
권혁록, 이정순

전체 청구항 수 : 총 17 항

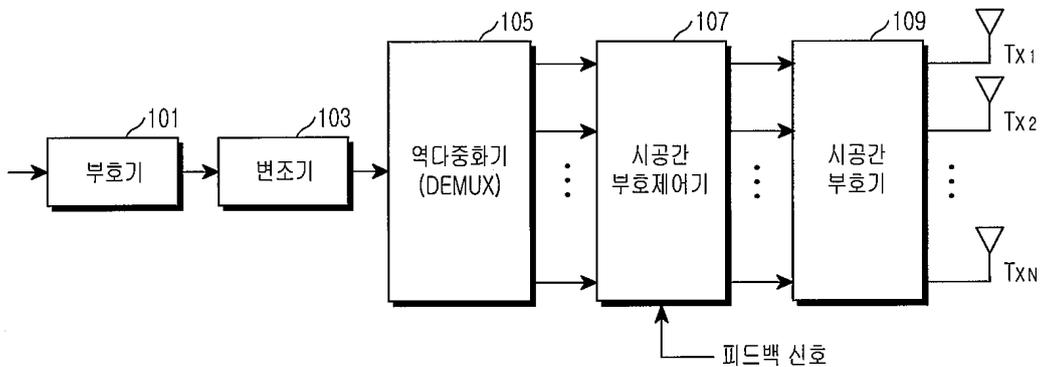
심사관 : 성경아

(54) 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 다중 안테나 시스템에서 다이버시티 오더와 멀티플렉싱 오더를 유연하게 조절하기 위한 시공간 부호화 장치 및 방법에 관한 것으로, 수신 단에서 요구하는 멀티플렉싱 오더에 따른 베이스를 결정하여 시공간 부호를 구성하는 시공간 부호 제어부와, 상기 수신 단으로 전송할 데이터를 변조 수준에 따라 변조 및 부호화하는 부호화기와, 적어도 하나의 안테나들을 통해 데이터를 송신하기 위해 상기 부호화기로부터 제공받은 데이터를 역 다중화하는 역다중화기와, 상기 시공간 부호를 이용하여 상기 역 다중화된 데이터를 시공간 부호화하는 시공간 부호기를 포함하여, 채널 환경에 따라 시공간 부호를 유연하게 조절할 수 있고, 멀티플렉싱 오더에 따라 베이스의 계수를 조절하기 때문에 피드백 양이 줄어드는 이점이 있다. 또한, 채널 환경에 따른 시공간 부호들을 저장하지 않고, 채널 환경에 따른 베이스를 이용하여 시공간 부호를 조절하므로 메모리에 낭비를 줄일 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**김영수**

경기 성남시 분당구 정자동 29 선경연립 111-401호

**정영호**

경기 수원시 영통구 매탄1동 현대홈타운 110동  
1902호

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

다중 안테나 시스템에서 송신 장치에 있어서,

수신 단에서 요구하는 멀티플렉싱 오더(Multiplex order)에 따른 베이스(Basis)를 결정하여 시공간 부호(Space-Time Code)를 구성하는 시공간 부호 제어부와,

상기 수신 단으로 전송할 데이터를 변조 수준에 따라 변조(Modulation) 및 부호화(Coding)하는 부호화기와,

적어도 하나의 안테나들을 통해 데이터를 송신하기 위해 상기 부호화기로부터 제공받은 데이터를 역 다중화하는 역다중화기와,

상기 시공간 부호를 이용하여 상기 역 다중화된 데이터를 시공간 부호화하는 시공간 부호기를 포함하고,

상기 멀티플렉싱 오더는, 상기 수신 단에서 요구하는 전송속도와 상기 수신 단에서 사용하고자 하는 수신 안테나의 수 및 상기 수신 단에서의 채널 추정 값을 고려하여 결정되는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 시공간 부호 제어부는,

상기 수신 단에서 요구하는 멀티플렉싱 오더를 확인하는 멀티플렉싱 오더 확인부와,

상기 멀티플렉싱 오더에 따른 베이스들을 선택하는 베이스 결정부와,

상기 베이스들을 이용하여 시공간 부호를 생성하는 시공간 부호 생성부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 3**

제 2항에 있어서,

상기 멀티플렉싱 오더 확인부는,

상기 수신 단으로부터 수신되는 피드백 정보에 포함된 멀티플렉싱 오더를 확인하는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 4**

제 2항에 있어서,

상기 멀티플렉싱 오더 확인부는,

상기 수신 단으로부터 수신되는 피드백 정보에 포함된 채널 상태 정보를 이용하여 상기 멀티플렉싱 오더를 결정하는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 5**

제 2항에 있어서,

상기 베이스 결정부는,

송신 단과 수신 단의 안테나 수와 멀티플렉싱 오더에 따른 베이스들을 포함하는 베이스 테이블에서 상기 수신 단이 요구하는 멀티플렉싱 오더에 해당하는 베이스들을 선택하는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 6**

제 2항에 있어서,

상기 시공간 부호 생성부는,

공용(Common) 시공간 부호를 포함하여,

상기 베이스스 결정부에서 선택된 베이스스에 따라 상기 공용 시공간 부호를 변형하는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 7**

제 6항에 있어서,

상기 공용 시공간 부호는, 선형 분산 부호(Linear Dispersion Code) 또는 최적 시공간 부호(Pecfect Space-Time Code)인 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 8**

제 1항에 있어서,

상기 시공간 부호화된 전송 심볼을 상기 수신 단으로 전송하는 송신기를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 9**

다중 안테나 시스템에서 수신 장치에 있어서,

송신단으로부터 신호를 수신받는 수신부와,

상기 수신 신호를 이용하여 채널을 추정하는 채널 추정부와,

상기 수신 장치에서 요구하는 전송속도와 사용하고자하는 수신 안테나의 수 및 상기 채널 추정 값을 이용하여 멀티플렉싱 오더(Multiplexing order)를 결정하여 상기 송신 단으로 전송하는 멀티플렉싱 오더 결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

시공간 부호(Space-Time Code)를 이용하는 다중 안테나 시스템의 송신 방법에 있어서,

수신 단에서 요구하는 멀티플렉싱 오더(Multiplex order)를 확인하는 과정과,

상기 멀티플렉싱 오더에 따라 베이스스(Basis)들을 결정하는 과정과,

상기 베이스스들을 이용하여 구성된 시공간 부호를 이용하여 전송 심볼의 시공간 부호화를 수행하는 과정을 포함하고,

상기 멀티플렉싱 오더는, 상기 수신 단에서 요구하는 전송속도와 상기 수신 단에서 사용하고자 하는 수신 안테나의 수 및 상기 수신 단에서의 채널 추정 값을 고려하여 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 12**

제 11항에 있어서,

상기 멀티플렉싱 오더를 확인하는 과정은,

상기 수신 단으로부터 피드백 정보가 수신되는지 확인하는 과정과,

상기 피드백 정보가 수신되면, 상기 피드백 정보에 포함된 멀티플렉싱 오더를 확인하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 13**

제 11항에 있어서,

상기 멀티플렉싱 오더를 확인하는 과정은,

상기 수신 단으로부터 피드백 정보가 수신되는지 확인하는 과정과,

상기 피드백 정보가 수신되면 상기 피드백 정보에 포함된 채널 상태 정보를 확인하는 과정과,  
 상기 채널 상태 정보를 이용하여 상기 멀티플렉싱 오더를 결정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 14**

제 11항에 있어서,  
 상기 베이스스들을 결정하는 과정은,  
 송신 단과 수신 단의 안테나 수와 멀티플렉싱 오더에 따른 베이스스들을 포함하는 베이스스 테이블에서 상기 수신 단이 요구하는 멀티플렉싱 오더에 해당하는 베이스스를 선택하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 15**

제 11항에 있어서,  
 상기 시공간 부호를 구성하는 과정은,  
 상기 베이스스에 따라 공용(Common) 시공간 부호를 변형하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 16**

제 15항에 있어서,  
 상기 공용 시공간 부호는, 선형 분산 부호(Linear Dispersion Code) 또는 최적 시공간 부호(Pecfect Space-Time Code)인 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 17**

제 11항에 있어서,  
 상기 시공간 부호화된 전송 심볼을 상기 수신 단으로 전송하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 18**

시공간 부호(Space-Time Code)를 사용하는 다중 안테나 시스템의 수신 방법에 있어서,  
 송신 단으로부터 신호가 수신되는지 확인하는 과정과,  
 상기 신호가 수신되는 경우, 상기 수신 신호를 이용하여 채널을 추정하는 과정과,  
 수신 단에서 요구하는 전송속도와 사용하고자하는 수신 안테나의 수 및 상기 추정된 채널 정보를 이용하여 멀티플렉싱 오더(Multiplexing order)를 결정하여 상기 송신 단으로 전송하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

본 발명은 다중안테나 시스템에서 시공간 부호화(Space-Time Coded) 장치 및 방법에 관한 것으로서, 특히 상기 다중 안테나 시스템에서 다이버시티(Diversity) 오더(Order)와 멀티플렉싱(Multiplexing) 오더를 유연하게 조절

[0006]

하기 위한 시공간 부호화 장치 및 방법에 관한 것이다.

- [0007] 무선 이동통신 시장의 급성장으로 인하여 무선 환경에서 다양한 멀티미디어 서비스가 요구된다. 상기 무선 환경에서 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 무선통신시스템은 대용량의 데이터를 고속으로 전송해야한다. 따라서, 최근 상기 무선통신시스템은 한정된 무선자원을 이용하여 데이터의 전송량과 전송 속도를 향상시키기 위한 다중 안테나 시스템(예 : MIMO(Multiple Input Multiple Output))에 대한 관심이 커지고 있다.
- [0008] 상기 다중 안테나 시스템은 추가적인 주파수나 송신 전력 할당 없이도 단일 안테나 시스템에 비해 전송 신뢰도와 전송률을 증가시킬 수 있다. 즉, 상기 다중 안테나 시스템은 송수신 안테나 수에 따라 다이버시티 이득을 얻어 전송 신뢰도를 향상시키거나 다수의 신호 열을 동시에 전송하여 전송률을 높일 수 있다. 또한, 상기 다중 안테나 시스템은 하이브리드(Hybrid) 방식을 사용하여 상기 전송 신뢰도와 전송률 향상을 함께 고려할 수 있다.
- [0009] 더욱이 상기 다중 안테나 시스템은 낮은 에러율을 달성하기 위해 시간 영역(time domain)에서의 부호화 방식을 공간 영역(space domain)으로 확장하는 시공간 부호화 방식을 사용한다. 이때, 상기 다중 안테나 시스템은 다이버시티 효과를 얻을 수 있는 알라무티(Alamouti) 류의 다이버시티 시공간 부호와 멀티플렉싱 효과를 얻을 수 있는 블라스트(BLAST) 류의 시공간 부호를 사용한다. 또한, 상기 다중 안테나 시스템은 상기 다이버시티-멀티플렉싱의 교환(Tradeoff)을 취한 하이브리드(Hybrid) 방식의 시공간 부호를 사용할 수도 있다.
- [0010] 이때, 상기 다중 안테나 시스템의 송신 단은 다중 안테나 시스템에 적용될 수 있는 채널 환경에 맞는 시공간 부호들을 생성하여 저장한다. 이후, 상기 송신 단은 수신 단으로부터 제공받은 채널 정보를 통해 상기 수신 단으로 서비스를 제공할 채널 환경에 맞는 시공간 부호를 선택하여 시공간 부호화를 수행할 수 있다.
- [0011] 상술한 바와 같이 상기 다중 안테나 시스템의 송신 단은 다중 안테나 시스템에 적용될 수 있는 채널 환경에 따른 시공간 부호들 중 수신 단으로부터 피드백되는 채널 정보에 따라 시공간 부호를 선택하여 시공간 부호화를 수행한다. 따라서, 상기 다중 안테나 시스템의 수신 단에서 상기 송신 단으로 피드백하는 피드백 정보가 복잡해지고 송신 단은 다수 개의 시공간 부호를 저장하기 위한 메모리의 낭비가 발생하는 문제점이 있다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

- [0012] 따라서, 본 발명의 목적은 다중 안테나 시스템에서 다이버시티-멀티플렉싱이 유연하게 조절되는 시공간 부호화 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- [0013] 본 발명의 다른 목적은 다중 안테나 시스템에서 베이스(Basis) 계수를 이용하여 다이버시티-멀티플렉싱이 유연하게 조절되는 시공간 부호화 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- [0014] 본 발명의 또 다른 목적은 다중 안테나 시스템의 송신 단은 수신 단에서 결정된 멀티플렉싱 오더와 송신 단과 수신 단의 안테나 계수에 따른 베이스 계수를 선택하여 다이버시티-멀티플렉싱이 유연하게 조절하기 위한 시공간 부호화 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- [0015] 상기 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 견지에 따르면, 다중 안테나 시스템에서 송신 장치는, 수신 단에서 요구하는 멀티플렉싱 오더(Multiplex order)에 따른 베이스(Basis)를 결정하여 시공간 부호(Space-Time Code)를 구성하는 시공간 부호 제어부와, 상기 수신 단으로 전송할 데이터를 변조 수준에 따라 변조(Modulation) 및 부호화(Coding)하는 부호화기와, 적어도 하나의 안테나들을 통해 데이터를 송신하기 위해 상기 부호화기로부터 제공받은 데이터를 역 다중화하는 역다중화기와, 상기 시공간 부호를 이용하여 상기 역 다중화된 데이터를 시공간 부호화하는 시공간 부호기를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명의 제 2 견지에 따르면, 다중 안테나 시스템에서 수신 장치는, 송신단으로부터 신호를 수신받는 수신부와, 상기 수신 신호를 이용하여 채널을 추정하는 채널 추정부와, 상기 채널 추정 값을 이용하여 멀티플렉싱 오더(Multiplexing order)를 결정하여 상기 송신 단으로 전송하는 멀티플렉싱 오더 결정부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명의 제 3 견지에 따르면, 시공간 부호(Space-Time Code)를 이용하는 다중 안테나 시스템의 송신 방법은, 수신 단에서 요구하는 멀티플렉싱 오더(Multiplex order)를 확인하는 과정과, 상기 멀티플렉싱 오더에 따라 베이스(Basis)들을 결정하는 과정과, 상기 베이스들을 이용하여 구성된 시공간 부호를 이용하여 전송 심볼의 시공간 부호화를 수행하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명의 제 4 견지에 따르면, 시공간 부호(Space-Time Code)를 사용하는 다중 안테나 시스템의 수신 방법은, 송신 단으로부터 신호가 수신되는지 확인하는 과정과, 상기 신호가 수신되는 경우, 상기 수신 신호를 이용하여

채널을 추정하는 과정과, 상기 추정된 채널 정보를 이용하여 멀티플렉싱 오더(Multiplexing order)를 결정하여 상기 송신 단으로 전송하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 구성 및 작용**

[0019] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 그리고, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

[0020] 이하 본 발명은 다중 안테나 시스템에서 채널 환경에 따라 다이버시티(Diversity)와 멀티플렉싱(Multiplexing)을 유연하게 조절하여 시공간 부호화를 수행하기 위한 기술에 대해 설명한다. 다시 말해, 상기 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호를 공용(Common)으로 구성하는 경우 베이스(Basis)의 개수를 채널 환경에 따라 조절하여 상기 다이버시티와 멀티플렉싱 오더를 조절하기 위한 기술에 대해 설명한다. 이때, 상기 채널 환경에 따른 베이스 개수는 송신 단과 수신 단의 안테나 개수와 멀티플렉싱 오더에 의해 결정된다. 여기서, 상기 베이스는 서로 선형적이고 독립적인 관계를 갖으며 하나의 공간을 스팬(Span)하는 집합을 의미한다.

또한, 상기 공용 시공간 부호는 다이버시티 코드와 멀티플렉싱 코드가 선형적으로 흩어져 있는 행렬의 합과 차로 표현 가능한 선형 분산 코드(Linear Dispersion Code)로 생성할 수 있다. 이때, 상기 선형 분산 코드는 스펙트럼 효율(Spectral efficiency)가 좋아질수록 코드들 간의 최소 거리가 0으로 수렴하기 때문에 높은 전송률을 낼 수 없는 문제점이 있다. 따라서, 상기 공용 시공간 부호로 순환 분할 대수학(Cyclic Division Algebra)에 기반한 최적 시공간 부호(Pecfect Space-Time Code)를 사용할 수도 있다.

[0021] 이하 설명에서 상기 다중 안테나 시스템이 송신 단과 수신 단은 각각 2개의 안테나를 구비하는 것으로 가정한다. 이때, 상기 다중 안테나 시스템은 베이스 개수에 따라 시공간 부호의 다이버시티와 멀티플렉싱 오더를 조절할 수 있다.

[0022] 먼저, 대표적인 다이버시티 코드인 알라무티 코드(Alamouti Code)는 하기 <수학식 1>과 같이 표현할 수 있다.

**수학식 1**

$$S = \begin{bmatrix} s_1 & s_2 \\ -s_2^* & s_1^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 + j\beta_1 & \alpha_2 + j\beta_2 \\ -\alpha_2 + j\beta_2 & \alpha_1 - j\beta_1 \end{bmatrix} = \alpha_1 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + \alpha_2 \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} + j\beta_1 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} + j\beta_2 \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

[0023] 여기서, 상기 S는 알라무티 코드를 나타내고, 상기  $s_i$ 는  $i$ 번째 전송 심볼을 나타낸다. 또한, 상기  $\alpha_i$ 는  $i$ 번째 전송 심볼의 실수 값을 나타내고, 상기  $\beta_i$ 는  $i$ 번째 전송 심볼의 허수 값을 나타낸다. 여기서, 상기  $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ ,  $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$ 은 실수 부분 베이스를 나타내고, 상기  $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ ,  $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ 는 허수 부분 베이스를 나타낸다.

상기 <수학식 1>과 같이 상기 송신 단은 첫 번째 시간 동안 제 1 안테나와 제 2 안테나를 통해  $s_1$  심볼과  $s_2$  심볼을 전송한다. 이후, 상기 송신 단은 두 번째 시간 동안 다이버시티 이득을 위해 알라무티 코드로 시공간 부호화한  $-s_2^*$  심볼과  $s_1^*$  심볼을 상기 제 1 안테나와 제 2 안테나를 통해 전송한다.

[0025] 상술한 바와 같이 상기 송신 단에서 다이버시티 코드인 상기 알라무티 코드를 사용하는 경우 상기 송신 단은 하기도 5에 도시된 바와 같이 최대 다이버시티 이득을 얻을 수 있다. 하지만, 상기 송신 단은 상기 <수학식 1>과 같이 두 개의 시간 영역 동안 두 개의 실수 부분 베이스와 두 개의 허수 부분 베이스를 이용하여 두 개의 복소 심볼(Complex symbol)을 전송하므로  $1/2$ (전송 심볼 수)/ $2$ (전송 시간 영역)의 전송 속도를 갖는다. 즉, 상기 송신 단은  $2 \times 2$  다중 안테나 시스템의 두 개의 시간 영역 동안 4개의 심볼을 전송하여 얻을 수 있는 2의 전송 속도의 절반을 전송속도로 최대 멀티플렉싱 이득을 얻을 수 없다.

[0026] 다음으로 대표적인 멀티플렉싱 코드인 블라스트(BLAST) 코드는 하기 <수학식 2>와 같이 표현할 수 있다.

수학식 2

[0027]

$$A_{M(\tau-1)+m} = B_{M(\tau-1)+m} = \xi_{\tau} \eta_m^t, \tau=(1, \dots, T), m=(1, \dots, M)$$

[0028]

여기서, 상기 A는 상기 블라스트 코드에서 실수 부분의 베이스스를 나타내고, 상기 B는 상기 블라스트 코드에서 허수 부분의 베이스스를 나타낸다. 또한, 상기  $\xi$ 는 상기  $\tau$ 번째 값만 1이고 나머지는 0인 T차원의 열 벡터를 나타내고,  $\eta$ 는 상기 m번째 값만 1이고 나머지는 0인 M차원의 열 벡터를 나타낸다. 여기서, 상기 T는 송신 안테나의 수를 나타내고, 상기 M은 수신 안테나의 수를 나타낸다.

[0029]

상술한 바와 같이 상기 송신 단에서 멀티플렉싱 코드인 상기 블라스트 코드를 사용하는 경우 상기 송신 단은 최대 멀티플렉싱 이득을 얻을 수 있다. 즉, 상기 <수학식 2>에서 상기 2×2 다중 안테나 시스템을 가정하면, 상기 T와 M은 모두 2개 된다. 따라서, 상기 A와 B가 각각 4개씩 8개의 베이스스를 갖기 때문에 상기 송신 단은 최적의 전송 속도에 따른 최적의 멀티플렉싱 이득을 얻을 수 있다.

[0030]

상기 <수학식 1>과 <수학식 2>에서와 같이 상기 송신 단에서 사용하는 시공간 부호에 따라 베이스스의 개수가 변한다. 즉, 상기 송신 단에서 다이버시티 코드를 사용할 때의 베이스스 개수와 멀티플렉싱 코드를 사용할 때의 베이스스의 개수가 다르다.

따라서, 상기 <수학식 1>과 <수학식 2>에서 나타난 시공간 부호들은 하기 <수학식 3>과 같이 하나의 식으로 표현할 수 있다.

수학식 3

[0031]

$$X_{2 \times 2} = \sum_{i=1}^8 \mu_i A_i$$

[0032]

여기서, 상기  $A_i$ 는 상기 시공간 부호의 i번째 베이스스를 나타내고, 상기  $\mu$ 는 전송 심볼의 계수(예 : 상기 <수학식 1>에서  $\alpha_i, \beta_i$ )를 나타내며, i는 상기 시공간 부호의 베이스스의 개수(예 : 알라뮤티 코드는 4, BLAST 코드는 8)를 나타낸다.

[0033]

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 다이버시티-멀티플렉싱 오더에 따른 성능 그래프를 도시하고 있다. 이하 설명에서 가로축은 멀티플렉싱 이득(= 멀티플렉싱 오더)을 나타내고, 세로축은 다이버시티 이득(= 다이버시티 오더)을 나타낸다.

[0034]

상기 도 5에 도시된 바와 같이 상기 다이버시티 오더와 멀티플렉싱 오더는 반비례 관계를 갖는다.

[0035]

먼저, 송신 단에서 본 발명에 따른 공용 시공간 부호를 이용하는 경우, 상기 송신 단은 최적 교환 그래프(501)에 도시된 바와 같이 베이스스의 개수에 따라 최적의 다이버시티 이득과 최적의 멀티플렉싱 이득을 얻을 수 있다. 여기서, 상기 최적 교환 그래프(501)는 하기 <수학식 4>와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 4

[0036]

$$d=(N-r)(M-r)$$

[0037]

여기서, 상기 d는 다이버시티 오더를 나타내고, 상기 N은 송신 안테나의 개수를 나타내며, 상기 M은 수신 안테나의 개수를 나타내고, 상기 r은 멀티플렉싱 오더를 나타낸다. 예를 들어, 상기 멀티플렉싱 오더(r)가 0이면, 상기  $d=NM$ 으로 다이버시티 오더는 최대값을 갖는다. 한편, 상기 멀티플렉싱 오더가 송수신 안테나 중 작은 값을 가지면, 상기 다이버시티 오더는 0이 된다.

[0038]

다음으로 송신 단에서 상기 알라뮤티 코드를 사용하는 경우, 상기 송신 단은 알라뮤티 기법 그래프(505)와 같이 최적의 다이버시티 이득을 얻을 수 있다. 하지만, 상기 알라뮤티 코드를 사용하는 경우, 상기 송신 단은 상기 <수학식 1>과 같이 상기 2×2 다중 안테나 시스템에서 최대로 사용 가능한 베이스스의 개수(=8) 중 절반인 4개의 베이스스만 사용하여 심볼을 전송하므로 최적의 멀티플렉싱 이득을 얻을 수 없다.

[0039] 이때, 상기 송신 단은 상기 <수학식 1>에서 사용한 4개의 베이스스와 별도의 다른 4개의 베이스스(2개의 실수 부분 베이스스와 2개의 허수 부분 베이스스)를 더 추가하여 최적의 멀티플렉싱 이득을 얻을 수 있다.

[0040] 예를 들어, 상기 송신 단에서 하기 <수학식 5>와 같이 상기 <수학식 1>에서 사용된 4개의 베이스스와 다른 4개의 베이스스(예 :  $\gamma \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ ,  $\gamma \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$ ,  $\gamma \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ ,  $\gamma \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ )를 이용하여 최대 다이버시티 이득과 최대 멀티플렉싱 이득을 갖는 시공간 부호를 구성할 수 있다.

**수학식 5**

$$S_1 = \alpha_1 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + \alpha_2 \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} + j\beta_1 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} + j\beta_2 \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_1 & s_2 \\ -s_2^* & s_1^* \end{bmatrix}$$

$$S_2 = \gamma \left( \alpha_3 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} + \alpha_4 \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} + j\beta_3 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + j\beta_4 \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \right) = \gamma \begin{bmatrix} s_3 & s_4 \\ s_4^* & -s_3^* \end{bmatrix}$$

[0041]

$$S = \begin{bmatrix} s_1 & s_2 \\ -s_2^* & s_1^* \end{bmatrix} + \gamma \begin{bmatrix} s_3 & s_4 \\ s_4^* & -s_3^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_1 + \gamma s_3 & s_2 + \gamma s_4 \\ -s_2^* + \gamma s_4^* & s_1^* - \gamma s_3^* \end{bmatrix}$$

[0042]

[0043] 여기서, 상기  $s_i$ 는  $i$ 번째 전송 심볼을 나타내고, 상기  $\alpha_i$ 는  $i$ 번째 전송 심볼의 실수 값을 나타내며, 상기  $\beta_i$ 는  $i$ 번째 전송 심볼의 허수 값을 나타낸다. 또한, 상기  $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ ,  $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$ ,  $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ ,  $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ ,  $\gamma \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ ,  $\gamma \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$ ,  $\gamma \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$ ,  $\gamma \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ 는 베이스스를 나타낸다.

[0044] 상기 <수학식 5>에서 상기 송신 단은 알라뮤티 코드에 4개의 베이스스를 추가하여 두 개의 시간 영역 동안 4개의 심볼을 전송하므로 전송속도 2의 최대 멀티플렉싱 이득을 얻을 수 있다. 이때, 상기 송신 단은 알라뮤티 코드의 베이스스의 계수를 조절하여 8개의 베이스스를 사용할 수 있다.

[0045] 이하 설명은 베이스스의 개수를 채널 환경에 따라 조절하여 시공간 부호의 다이버시티 오더와 멀티플렉싱 오더를 조절하기 위한 송신 단과 수신 단의 블록 구성에 대해 설명한다. 여기서, 상기 송신 단은 수신 단으로부터 제공받은 멀티플렉싱 오더에 따라 베이스스의 개수를 결정하는 것으로 가정하여 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 다중 안테나 시스템에서 송신장치의 블록 구성을 도시하고 있다

[0046] 상기 도 1에 도시된 바와 같이 상기 송신 장치는 부호기(Encoder)(101), 변조기(Modulator)(103), 역다중화기(De-Multiplexer)(105), 시공간 부호 제어기(107) 및 시공간 부호기(109)를 포함하여 구성된다.

[0047] 먼저 상기 부호기(101)는 전송할 정보비트열을 해당 변조 수준(예 : MCS(Modulation and Coding Scheme)레벨)에 따라 부호화(coding)하여 부호 심볼들을 출력한다.

[0048] 상기 변조기(103)는 상기 부호기(101)로부터 제공받은 부호 심볼을 해당 변조 수준(예 : MCS레벨)에 따라 변조하여 출력한다. 즉, 상기 변조기(103)는 해당 사상방식에 따른 성상도(constellation)에 신호점 사상(mapping)하여 복소 신호를 출력한다.

[0049] 상기 역다중화기(105)는 상기 변조기(103)로부터 제공받은 복소 신호들을 N개의 송신안테나들을 통해 송신하기 위해 역 다중화한다.

[0050] 상기 시공간 부호 제어기(107)는 수신 단으로부터 제공받은 피드백 정보에 포함된 멀티플렉싱 오더에 따른 베이스스의 개수를 결정한다. 이때, 상기 시공간 부호 제어기(107)는 미 도시되었지만, 멀티플렉싱 오더 확인부, 베이스스 결정부 및 시공간 부호 생성부를 포함하여 구성된다. 먼저, 상기 멀티플렉싱 오더 확인부는 상기 수신 단이 요구하는 멀티플렉싱 오더를 확인한다. 예를 들어, 상기 멀티플렉싱 오더 확인부는 상기 수신 단으로부터

제공받은 피드백 신호에 포함된 멀티플렉싱 오더를 확인한다.

상기 베이스스 결정부는 상기 송신 단과 수신 단의 안테나 개수와 멀티플렉싱 오더에 따른 베이스스 테이블을 저장한다. 이때, 상기 베이스스 결정부는 상기 송수신 단의 안테나 개수는 알고 있으므로 상기 베이스스 테이블에서 상기 수신 단으로부터 제공받은 멀티플렉싱 오더를 이용하여 시공간 부호를 구성하기 위한 베이스스들을 선택한다. 예를 들어, 상기 2×2 다중 안테나 시스템에서 수신 단으로부터 멀티플렉싱 오더가 수신되면, 상기 베이스스 결정부는 하기 <수학식 6>을 이용하여 필요한 베이스스의 개수를 산출하여 시공간 부호를 생성하기 위한 베이스스를 결정한다.

**수학식 6**

$$B = (TX_{MAX} \times 2) / (SM_{MAX} / SM)$$

[0051]

[0052]

여기서, 상기 TX<sub>MAX</sub>는 상기 다중 안테나 시스템에서 전송 가능한 최대 심볼 수를 나타내고, 상기 SM<sub>MAX</sub>는 최대 멀티플렉싱 오더를 나타내며, 상기 SM은 수신된 멀티플렉싱 오더를 나타낸다.

[0053]

예를 들어, 상기 2×2 다중 안테나 시스템에서 송신 단이 수신 단으로부터 1의 멀티플렉싱 오더를 제공받는 경우, 상기 베이스스 결정부는 상기 <수학식 6>을 이용하여 4개의 베이스스((4×2)/(2/1))들을 선택한다. 만일, 송신 단이 수신 단으로부터 2의 멀티플렉싱 오더를 제공받는 경우, 상기 베이스스 결정부는 상기 <수학식 6>을 이용하여 8개의 베이스스((4×2)/(2×2))들을 선택한다. 이때, 상기 송신 단은 4개의 베이스스의 계수를 조절하여 8개의 베이스스를 생성할 수 있다.

상기 시공간 부호 생성부는 상기 베이스스 결정부에서 선택된 베이스스를 이용하여 시공간 부호를 생성한다.

[0054]

상기 시공간 부호기(109)는 상기 역 다중화기(105)로부터 제공받은 데이터 심볼을 상기 시공간 부호 제어기(107)로부터 제공받은 베이스스로 구성된 시공간 부호로 시공간 부호화하여 각각의 안테나를 통해 송신한다.

[0055]

도 2는 본 발명에 따른 다중 안테나 시스템에서 수신장치의 블록 구성을 도시하고 있다.

[0056]

상기 도 2에 도시된 바와 같이 상기 수신 장치는 시공간 복호기(201), 멀티플렉싱 오더 결정기(203), 병/직렬 변환기(205), 복조기(207) 및 부호기(209)를 포함하여 구성된다.

[0057]

상기 시공간 복호기(201)는 상기 수신 안테나들을 통해 수신된 신호들의 수신벡터를 이용하여 상기 송신 단에서 송신할 수 있는 모든 시퀀스들에 대한 유클리드 거리(Euclidean distance)를 산출한다. 이후, 상기 시공간 부호기(201)는 상기 유클리드 거리들 중 최소 유클리드 거리에 해당하는 정보비트열을 수신 프레임 데이터로 출력한다. 또한, 상기 시공간 복호기(201)는 채널 추정기(211)을 포함하여 상기 각 안테나를 통해 수신되는 파일럿 신호를 이용하여 채널을 추정한다.

[0058]

상기 멀티플렉싱 오더 결정기(203)는 상기 채널 추정기(211)로부터 제공받은 채널 추정 값을 이용하여 상기 수신 단이 원하는 전송 속도에 따라 멀티플렉싱 오더를 결정하여 상기 송신 단으로 피드백한다. 예를 들어, 상기 멀티플렉싱 오더 결정기(203)는 상기 수신 단이 원하는 전송속도와 상기 채널 추정 값의 비로 상기 멀티플렉싱 오더를 산출할 수 있다.

[0059]

상기 병/직렬 변환기(205)는 상기 시공간 복호기(201)로부터 제공받은 병렬 데이터를 직렬 데이터로 변환하여 전송한다.

[0060]

상기 복조기(207)는 상기 병/직렬 변환기(205)로부터 제공받은 데이터를 해당 변조 수준(예 : MCS레벨)에 따라 복조하여 출력한다. 상기 복호기(209)는 상기 복조기(207)에서 복조된 데이터를 해당 변조 수준에 따라 복호화하여 정보 데이터를 복원한다.

[0061]

도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 다중 안테나 시스템에서 송신 절차를 도시하고 있다.

[0062]

상기 도 3을 참조하면 먼저 송신 단은 301단계에서 상기 수신 단으로부터 피드백 신호가 수신되는지 확인한다.

[0063]

만일, 상기 피드백 신호가 수신되면, 상기 송신 단은 303단계로 진행하여 상기 피드백 신호에 포함된 멀티플렉싱 오더를 확인한다.

[0064]

이후, 상기 송신 단은 305단계로 진행하여 상기 멀티플렉싱 오더에 따라 시공간 부호를 생성하기 위한 베이스스들을 결정한다. 여기서, 상기 송신 단은 상기 송신 단과 수신 단의 안테나와 멀티플렉싱 오더를 고려한 베이스

스 테이블을 저장한다. 따라서, 상기 송신 단은 상기 수신 단으로부터 제공받은 멀티플렉싱 오더에 따라 상기 <수학적식 6>을 이용하여 시공간 부호를 생성하기 위해 필요한 베이스스의 개수를 산출하여 상기 베이스스 테이블에서 필요한 베이스스들을 선택한다. 예를 들어, 상기 2×2 다중 안테나 시스템에서 상기 수신 단이 1의 멀티플렉싱 오더를 피드백하는 경우, 상기 송신 단은 4개의 베이스스((4×2)/(2/1))를 선택한다. 만일, 상기 수신 단에서 2의 멀티플렉싱 오더를 피드백하는 경우, 상기 송신 단은 8개의 베이스스((4×2)/(2×2))를 선택한다. 이때, 상기 송신 단은 상기 <수학적식 5>에서와 같이 베이스스 계수를 조절하여 8개의 베이스스를 선택할 수 있다.

[0065] 상기 시공간 부호를 생성하기 위한 베이스스들을 선택한 후, 상기 송신 단은 307단계로 진행하여 상기 선택된 베이스스로 구성된 시공간 부호를 생성하여 전송할 데이터 심볼에 대한 시공간 부호화를 수행한다.

[0066] 이후, 상기 송신단은 본 알고리즘을 종료한다.

[0067] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 다중 안테나 시스템에서 수신 절차를 도시하고 있다.

[0068] 상기 도 4를 참조하면 먼저 상기 수신 단은 401단계에서 상기 송신 단으로부터 신호가 수신되는지 확인한다

[0069] 만일, 상기 신호가 수신되면, 상기 수신 단은 403단계로 진행하여 상기 수신신호에 포함된 파일럿 신호를 이용하여 채널을 추정한다

[0070] 이후, 상기 수신 단은 405단계로 진행하여 상기 채널 추정 값에 따른 멀티플렉싱 오더를 결정한다. 예를 들어, 상기 수신 단은 상기 수신 단이 원하는 전송속도와 상기 채널 추정 값의 비를 이용하여 상기 멀티플렉싱 오더를 결정할 수 있다.

[0071] 상기 멀티플렉싱 오더를 결정한 후, 상기 수신 단은 407단계로 진행하여 상기 멀티플렉싱 오더를 상기 송신 단으로 피드백한다.

[0072] 이후, 상기 수신단은 본 알고리즘을 종료한다

[0073] 상술한 실시 예에서 송신 단은 상기 수신 단에서 채널 상태에 따라 결정된 멀티플렉싱 오더를 수신받아 시공간 부호를 구성할 베이스스를 선택한다. 다른 실시 예로 상기 수신 단에서 채널 상태 정보를 상기 송신 단으로 전송하면, 상기 송신 단은 상기 수신된 채널 상태 정보에 해당하는 멀티플렉싱 오더를 결정하여 시공간 부호를 구성할 베이스스를 선택할 수도 있다.

[0074] 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능하다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

### 발명의 효과

[0075] 상술한 바와 같이, 상기 다중 안테나 시스템에서 베이스스의 개수에 따라 상기 다이버시티와 멀티플렉싱 오더를 유연하게 조절가능한 시공간 부호를 이용하여 시공간 부호화를 수행함으로써, 채널환경에 따라 시공간 부호를 유연하게 조절할 수 있고, 멀티플렉싱 오더에 따라 베이스스의 개수를 조절하기 때문에 피드백 양이 줄어드는 이점이 있다. 또한, 채널 환경에 따른 시공간 부호들을 저장하지 않고, 채널 환경에 따른 베이스스를 이용하여 시공간 부호를 조절하므로 메모리에 낭비를 줄일 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0001] 도 1은 본 발명에 따른 다중 안테나 시스템에서 송신장치의 블록 구성을 도시하는 도면,

[0002] 도 2는 본 발명에 따른 다중 안테나 시스템에서 수신장치의 블록 구성을 도시하는 도면,

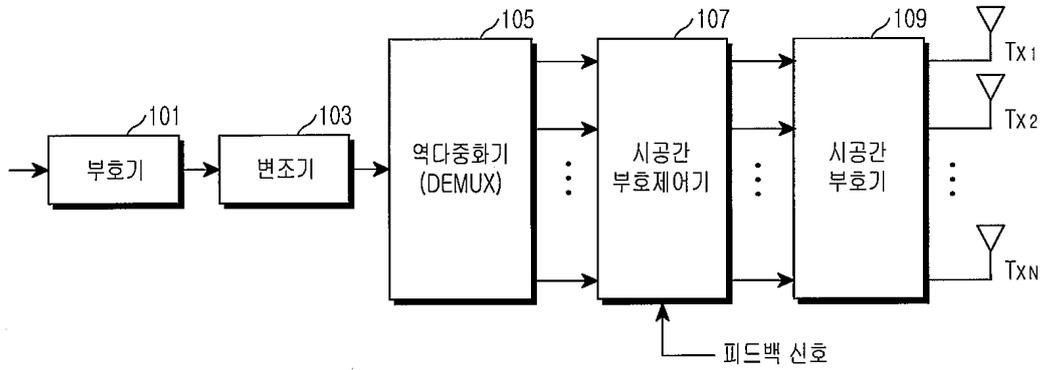
[0003] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 다중 안테나 시스템에서 송신 절차를 도시하는 도면,

[0004] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 다중 안테나 시스템에서 수신 절차를 도시하는 도면, 및

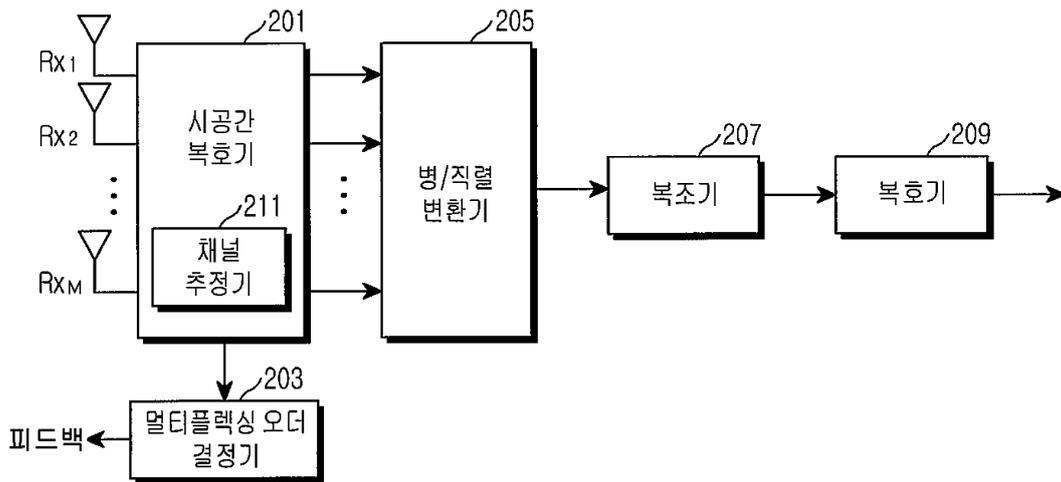
[0005] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 다이버시티-멀티플렉싱 오더에 따른 성능 그래프를 도시하는 도면.

도면

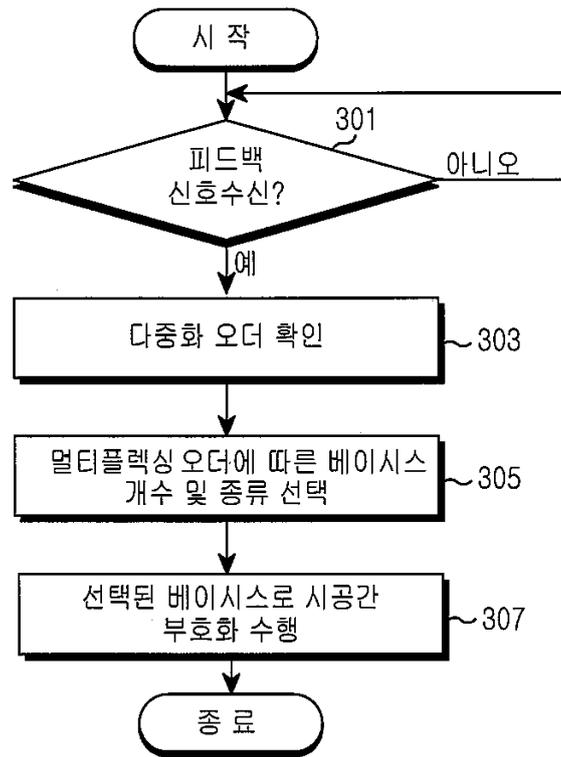
도면1



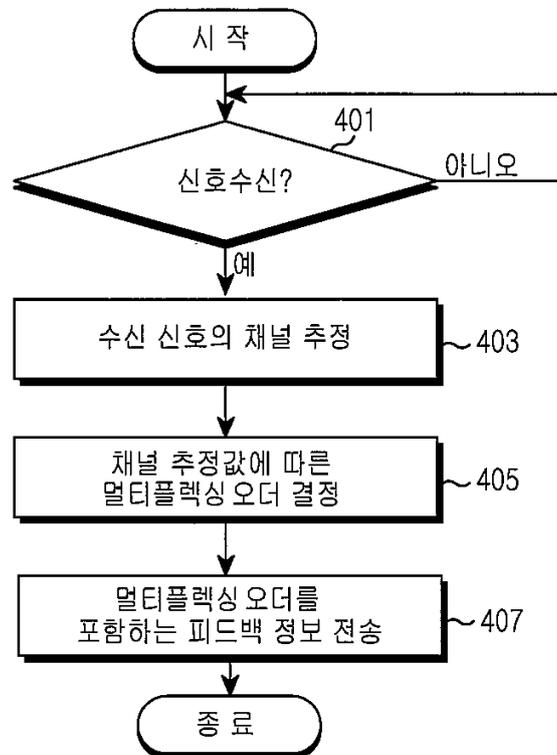
도면2



도면3



도면4



도면5

