

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷

H04B 1/713

H04B 7/216

H04J 11/00

H04B 1/69

(11) 공개번호 10-2005-0101220

(43) 공개일자 2005년10월20일

(21) 출원번호 10-2005-7015265

(22) 출원일자 2005년08월18일

번역문 제출일자 2005년08월18일

(86) 국제출원번호 PCT/US2004/003901

(87) 국제공개번호 WO 2004/075419

국제출원일자 2004년02월09일

국제공개일자 2004년09월02일

(30) 우선권주장 10/368,736 2003년02월18일 미국(US)

(71) 출원인 쉘컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775

(72) 발명자 마릭 스베틀슬라브
미국 92130 캘리포니아주 샌디에고 카멜 크릭 로드 11269

(74) 대리인 특허법인코리아나

심사청구 : 없음

(54) 다중-대역 통신 시스템용 주파수 도약 시퀀스

요약

우수한 상관 특성을 가진 FH 시퀀스를 생성하고, 다중-대역 통신 시스템 (예를 들어, OFDM 시스템) 에서 이러한 FH 시퀀스를 사용하는 기술. 일 양태로, FH 시퀀스는 대수식 $y(k) = \log_a b/k \pmod{p}$ 에 기초하여 생성될 수도 있으며, 여기서 k 는 인덱스이고, p 는 소수이고, a 는 p 의 원시근이고, b 는 정수이고, \pmod{p} 는 모듈로- p 연산을 나타낸다. 또 다른 양태로, 데이터는 식 $y(k) = \log_a b/k \pmod{p}$ 에 기초하여 생성된 FH 시퀀스를 사용하여 송신될 수도 있다. 제 1 방식에서, 데이터는 "트래픽" 채널 상에서 송신될 수도 있고, 트래픽 채널 각각은, 각 슬롯에서 사용되는 특정한 서브대역을 결정하는 각각의 FH 시퀀스와 관련될 수도 있다. 제 2 방식에서, 각각의 데이터 송신은 FH 시퀀스의 전체 또는 일부에 기초하여 결정되는 서브대역 상에서 전송된다.

대표도

도 1

색인어

주파수 도약 시퀀스, 다중 대역 통신

명세서

배경

I. 분야

본 발명은 일반적으로 통신에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 다중-대역 통신 시스템에서 주파수 도약 (frequency hop: FH) 시퀀스를 생성하여 이용하는 기술에 관한 것이다.

II. 배경

주파수 도약 확산 스펙트럼 (FHSS) 통신 시스템에서, 데이터는 상이한 시간 간격 (또한, "슬롯" 으로 불림) 으로 상이한 주파수 대역을 통해 송신된다. 이러한 주파수 대역들은 직교 주파수 분할 멀티플렉싱 (OFDM), 다른 다중-캐리어 변조 기술, 또는 몇몇 다른 구성에 의해 제공될 수 있다. FHSS에서, 데이터 송신은 의사-랜덤 방식으로 주파수 대역으로부터 주파수 대역으로 도약한다. 이는 데이터 송신이 협-대역 간섭, 전파 방해 (jamming), 및 페이딩 등과 같은 해로운 경로 효과에 더욱 잘 견딜 수 있도록 한다.

소정의 데이터 송신을 위해, 각 슬롯에서 사용될 특정 주파수는 통상적으로 FH 시퀀스 또는 코드에 기초하여 결정된다. 다중 데이터 송신은 상이한 FH 시퀀스를 이용하여 동시에 전달될 수 있다. 통상적으로, 이러한 FH 시퀀스는 우수한 자기-상관 및 상호-상관 특성 (후술 됨) 을 가지도록 선택된다. 이러한 특성들은 이러한 송신에서의 시간 시프트 및 주파수 오프셋으로 인한 다중 데이터 송신 사이의 최소 간섭을 확보한다.

우수한 상관 특성을 가진 FH 시퀀스는 컴퓨터 검색 또는 몇몇 다른 종래 방법에 기초하여 획득될 수 있다. 그러나, FH 시퀀스를 위한 컴퓨터 검색은 빈번히 지루하고 시간을 낭비하게 한다. 또한, 이러한 다른 종래의 방법들 중 일부는 덜 우수한 상관 특성을 가지는 비-최적 (non-optimal) FH 시퀀스를 제공한다.

따라서, 양호한 FH 시퀀스를 효율적으로 생성하고, 이러한 FH 시퀀스를 다중-대역 통신 시스템에서 사용하기 위한 기술 (예를 들어, OFDM 시스템) 이 당업계에 요구되고 있다.

요약

우수한 상관 특성을 가지는 FH 시퀀스를 생성시키고, 이러한 FH 시퀀스를 다양한 애플리케이션을 위해 이용하기 위한 기술이 여기서 제공된다. 일 양태에서, FH 시퀀스는 대수식 $y(k) = \log_a b/k \pmod{p}$ 을 기초하여 생성될 수 있으며, k 는 FH 시퀀스의 엘리먼트를 위한 인덱스이고, p 는 홀수인 소수 (odd prime number) 이고, a 는 p 의 원시근 (primitive root) 이고, b 는 $1 \leq b \leq (p-1)$ 을 만족하도록 선택된 정수이고, $(\text{mod } p)$ 는 모듈로 (modulo)- p 연산을 지칭한다. 후술하는 바와 같이, 상이한 값 b , a 및/또는 p 을 갖는 상이한 FH 시퀀스가 생성될 수 있다.

다른 양태에서, 식 $y(k) = \log_a b/k \pmod{p}$ 을 기초하여 생성된 FH 시퀀스를 이용하여 데이터는 다중-대역 통신 시스템에서 여러 방식으로 송신될 수 있다. 제 1 송신 방식에서, 데이터는 개별 "트래픽" 채널을 통해 송신될 수 있으며, 트래픽 채널들의 각각은 각각의 슬롯에서 사용할 특정 서브대역을 결정하는 각각의 FH 시퀀스와 관련될 수 있다. 데이터 송신에 이용될 N_d 개의 서브대역은 N_d 개 까지의 트래픽 채널을 형성하기 위해 이용될 수 있다. 각각의 트래픽 채널은 정적 채널 ID 에 할당될 수 있으나, 관련 FH 시퀀스에 기초한 상이한 슬롯의 상이한 서브대역에 동적으로 매핑될 수 있다. 제 2 송신 방식에서, 각각의 데이터 송신은 FH 시퀀스의 모두 또는 일부에 기초하여 결정된 서브대역을 통해 전달된다. 이러한 방식에 대해, FH 시퀀스는 다중 FH 세그먼트로 분석될 수 있으며, 각각의 FH 세그먼트는 상이한 데이터 송신으로 할당될 수 있다. 각각의 데이터 송신은 할당된 FH 세그먼트에 의해 결정된 서브대역을 통해 전달될 수 있다.

본 발명의 여러 양태 및 실시형태를 더욱 상세히 설명한다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 특징, 본질 및 이점은 동일 참조부호가 전체에 걸쳐 대응되도록 식별되는 도면을 참조하여, 후술하는 상세한 설명으로부터 더욱 명백해진다.

도 1 은 대수식 $y(k)=\log_a b/k \pmod{p}$ 에 기초하여 FH 시퀀스를 생성하는 프로세스를 도시한다.

도 2a 는 $p=7$ 및 $\alpha=3$ 인 경우, FH 시퀀스를 2 차원 어레이로 매핑하는 것을 도시한다.

도 2b 는 도 2a 에 도시된 FH 시퀀스의 2 차원 자기-상관을 도시한다.

도 2c 는 수직 시프트에 의한 상이한 FH 시퀀스의 생성을 도시한다.

도 3a 는 OFDM 통신 시스템용 서브대역 구조를 도시한다.

도 3b 는 OFDM 시스템에서의 파일럿 및 데이터 송신을 위해 이용될 수 있는 서브대역 구조를 도시한다.

도 4a 는 도 2a 에 도시된 FH 시퀀스에 기초하여 트래픽 채널을 서브대역으로 매핑하는 것을 도시한다.

도 4b 는 상이한 FH 세그먼트를 상이한 사용자에게 할당하는 것을 도시한다.

도 5 는 무선 다중-대역 통신 시스템을 도시한다.

도 6a 및 6b 는 기지국 및 단말기의 블록도를 각각 도시한다.

상세한 설명

용어 "예시적" 은 "예, 예시, 또는 예증으로서 기능하는" 것을 의미하는 것으로서 여기서 사용된다. 여기서 "예시적" 으로 설명된 임의의 실시형태 또는 설계는 다른 실시형태 또는 설계에 비해 바람직하거나 또는 이점을 가지는 것으로서 해석될 필요는 없다.

우수한 2-차원 자기-상관 및 상호-상관 특성 (후술 됨) 을 가지는 FH 시퀀스를 생성하는 기술이 제공된다. 이러한 FH 시퀀스들은 다중-대역 통신 시스템, 레이더 및 음파 탐지기 등에 사용될 수 있다.

일 양태에서, FH 시퀀스들은 다음과 같은 대수식:

$$y(k)=\log_a 1/k \pmod{p}, \quad 1 \leq k \leq (p-1), \quad \text{식 (1)}$$

k 는 FH 시퀀스의 엘리먼트를 위한 인덱스이고,

p 는 홀수인 소수이고,

α 는 p 의 원시근 (primitive root) 이고,

$(\text{mod } p)$ 는 모듈로 (modulo)- p 연산을 지칭하고,

$y(k)$ 는 $(p-1)$ 엘리먼트를 가지는 FH 시퀀스를 나타낸다.

식 (1)로 나타낸 식은 후술하는 바와 같이, 유한 필드의 대수 특성들에 기초하여 계산될 수 있다.

식 (1)에 기초하여 생성된 FH 시퀀스는 $(p-1)$ 엘리먼트들 또는 칩들을 포함하며, 이들의 각각은 갈루아 필드 (Galois field) $GF(p)$ 에 의해 정의된 유한 필드내에 있는 값을 가진다. 특히, FH 시퀀스의 각 엘리먼트의 값은 각 $[1...(p-1)]$ 의 범위내에 있다. 이는 식 (1)의 $(\text{mod } p)$ 연산에 의해 보증된다.

상이한 길이의 FH 시퀀스는 소수 p 에 대한 적절한 값을 선택함으로써 생성될 수 있다. 소정의 P 값에 대해, 하나 이상의 FH 시퀀스들은 P 의 하나 이상의 원시근에 기초하여 생성될 수 있다. 소수 p 의 원시근 α 는 갈루아 필드 $GF(p)$ 의 모든 $(p-1)$ 가능 엘리먼트를 생성하기 위해 사용될 수 있는 특성을 가진다. 이는, (1) 원시근 α 를 1 부터 $(p-1)$ 까지의 상이한 값으로 거듭제곱하고, (2) 거듭제곱된 결과들에 $(\text{mod } p)$ 연산을 수행함으로써 달성된다. 소정의 p 값에 대해, p 의 원시근은 통상적으로 공지되거나 확신될 수 있다.

도 1 은 식 (1) 로 나타난 대수식에 기초하여 FH 시퀀스를 생성하는 프로세스 (100) 의 흐름도를 도시한다. 먼저, FH 시퀀스의 소망의 길이보다 더 큰 적절한 소수 p 가 선택된다 (단계 112). 후술하는 예에서, 소수는 $p=7$ 로서 선택된다. 다음으로, 소수 p 의 원시근 α 가 선택된다 (단계 114). 소수 p 는 다중 원시근을 가질 수 있으며, 이들의 각각은 상이한 FH 시퀀스를 생성하는데 사용될 수 있다. 후술하는 예에서, 원시근은 $\alpha=3$ 으로 선택된다.

다음의 설명에서, $1/k$, α^k , $\log_a k$ 및 $\log_a 1/k$ 와 같은 여러 대수식의 계산은 $(\text{mod } p)$ 연산과 함께 수행된다. 이는 모든 이러한 식들의 결과들이 갈루아 필드 $GF(p)$ 내에 있음을 보증한다.

먼저, 식 " $1/k$ " 에 대한 $(p-1)$ 엘리먼트의 시퀀스가 다음의 특성:

$$k \cdot k^{-1} (\text{mod } p) = 1, 1 \leq k \leq (p-1) \quad \text{식 (2)}$$

에 기초하여 획득되며 (단계 116),

k^{-1} 은 $1/k$ 의 다른 표현이다. 식 (2) 는 k 와 역수 k^{-1} 의 곱이 1과 같음을 나타낸다. 표 1 은 식 (2) 에 기초한 식 " $1/k$ " 및 $p=7$ 에 대해 도출되는 결과를 나타낸다.

다음으로, 식 " α^k " 에 대한 $(p-1)$ 엘리먼트의 시퀀스가 획득된다 (단계 118). 표 2 는 $p=7$ 및 $\alpha=3$ 의 경우 식 " α^k " 에 대해 도출되는 결과를 나타낸다.

표 1 표 2

k	k^{-1}	$k \cdot k^{-1} (\text{mod } p)$	k	α^k	$\alpha^k (\text{mod } p)$
1	1	$1 (\text{mod } 7) = 1$	1	3	$3^1 = 3 (\text{mod } 7) = 3$
2	4	$8 (\text{mod } 7) = 1$	2	2	$3^2 = 9 (\text{mod } 7) = 2$
3	5	$15 (\text{mod } 7) = 1$	3	6	$3^3 = 27 (\text{mod } 7) = 6$
4	2	$8 (\text{mod } 7) = 1$	4	4	$3^4 = 81 (\text{mod } 7) = 4$
5	3	$15 (\text{mod } 7) = 1$	5	5	$3^5 = 243 (\text{mod } 7) = 5$
6	6	$36 (\text{mod } 7) = 1$	6	1	$3^6 = 729 (\text{mod } 7) = 1$

다음으로, 식 " $\log_a k$ " 에 대한 $(p-1)$ 엘리먼트의 시퀀스가 획득된다 (단계 120). 이 시퀀스는 다음의 관찰:

$$k \rightarrow \alpha^k, \quad \text{식 (3a)}$$

$$\text{이 } \log_a k \rightarrow \log_a \alpha^k = k \quad \text{식 (3b)}$$

와 동일함에 기초하여 획득될 수 있다.

식 (3a) 및 (3b) 는 k 로부터 α^k 로의 매핑이 $\log_a k$ 로부터 k 로의 매핑과 같음을 나타낸다. 따라서, k 로부터 $\log_a k$ 로의 매핑은 α^k 로부터 k 로의 매핑을 획득하기 위하여 k 로부터 α^k 로의 매핑을 바꿈으로써 획득될 수 있으며, 이것은 k 로부터 $\log_a k$ 로의 매핑으로서 사용될 수도 있다.

표 3 은 $p=7$ 인 경우, 표 1 에 나타낸 k 에서 α^k 로의 매핑에 기초하여 식 " $\log_a k$ " 에 대해 도출되는 결과를 도시한다. 표 3 의 최좌측 2 개 열은 표 2 의 제 2 및 제 1 열로부터 획득되고, 표 3 의 최우측 2 개의 열은 k 에 대한 오름차순에서 최좌측 2 개열에서 $p-1$ 엔트리에 순서를 매김으로써 획득된다.

표 3

k	$\log_a k$	k	$\log_a k$
α^k	k	α^k	k
3	1	1	6
2	2	2	2
6	3	3	1
4	4	4	4
5	5	5	5
1	6	6	3

α^k 에 대한 시퀀스가 표에 저장될 수 있고, $\log_a k$ 에 대한 시퀀스가 이 표를 적절히 인덱싱함으로써 획득될 수 있기 때문에 단계 120 은 생략될 수 있다.

그 후, 식 " $\log_a 1/k$ "에 대한 $(p-1)$ 엘리먼트의 시퀀스는 $1 \leq k \leq (p-1)$ 인 k 의 각 값에 대해 다음의 단계:

- (예를 들어, 표 1 에 기초하여) $1/k$ 를 결정하는 단계 및
- (예를 들어, 표 3 에 기초하여) $\log_a 1/k$ 를 결정하는 단계

를 수행함으로써 획득된다 (단계 122).

$p=7$ 및 $\alpha=3$ 인 상기 예에서, 제 1 엘리먼트 $k=1$ 인 경우, 역수는 표 1 로부터 $1/k=1$ 이고, 표 3 의 최우측 2 개 열로부터 $\log_a 1/k = \log_a 1=6$ 이다. 제 2 엘리먼트 $k=2$ 인 경우, 역수는 표 1 로부터 $1/k=4$ 이고, 표 3 으로부터 $\log_a 1/k = \log_a 4=4$ 이다. 식 $\log_a 1/k$ 에 대해 시퀀스의 나머지 엘리먼트들 각각은 동일한 방식으로 획득될 수 있다. 표 4 는 $p=7$ 및 $\alpha=3$ 인 경우 식 $\log_a 1/k$ 에 대한 엘리먼트의 시퀀스를 도시한다 (제 2 열). 또한, 표 4 는 $p=7$ 및 $\alpha=5$ 인 경우 식 $\log_a 1/k$ 에 대한 엘리먼트의 시퀀스를 도시한다 (제 3 열).

표 4

k	$\log_a 1/k$ ($\alpha=3$)	$\log_a 1/k$ ($\alpha=5$)
1	6	6
2	4	2
3	5	1
4	2	4
5	1	5
6	3	3

요약하면, 상기 설명은 각각의 중간식 ($1/k$, α^k , 및 $\log_a k$) 에 대한 엘리먼트들의 전체 시퀀스가 식 $\log_a 1/k$ 에 대한 엘리먼트들의 시퀀스를 도출하기 위한 용도로서 획득된다고 가정한다. 또한, $\log_a 1/k$ 에 대한 시퀀스는 예를 들어, $k=1$ 내지 $k=p-1$ 의 각 k 값에 대해 하나씩 획득될 수 있다.

식 (1) 에 기초하여 생성된 FH 시퀀스들은 우수한 2-차원 자기-상관 및 상호-상관 특성들을 가진다. 우수한 자기-상관 특성은 식 (1) 에 기초하여 생성된 FH 시퀀스 $y(k)$ 에 대해, 이러한 FH 시퀀스를 이용하여 생성된 주파수 도약 신호 $u(t, y(k))$ 와 신호 $u(t+\tau, y(k) + \Delta f)$ 의 컨볼루션이 (a) 제로 주파수 오프셋 ($\Delta f=0$) 및 제로 시간 시프트 ($\tau=0$) 에서 최대값

(즉, 높은 피크) 및 (b) 다른 주파수 오프셋 및/또는 시간 시프트에서 최소값 (즉, 최대 높이 $1/N$ 의 작은 사이드로브, N 은 $\tau \neq 0$ 및 $\Delta f \neq 0$ 이 경우, FH 시퀀스의 길이임)을 제공한다는 사실로부터 나온다. 우수한 상호-상관 특성은 특정 p 값에 대해, FH 시퀀스 $y(k)$ 를 이용하여 생성된 주파수 도약 신호 $u(t, y(k))$ 와 p 및/또는 α 에 대해 다른 적절한 값을 가지는 식 (1) 에 기초하여 또한 획득되는 다른 FH 시퀀스 $y_i(k)$ 를 이용하여 생성된 다른 주파수 도약 신호들 $u_i(t, y_i(k))$ 의 컨볼루션이 또한 최소값을 제공한다는 사실로부터 나온다.

도 2a는 $p=7$ 및 $\alpha=3$ 을 갖는 식 (1) 에 기초하여 생성된 예시적 FH 시퀀스를 $(p-1) \times (p-1)$ 의 정사각 2 차원 어레이로 매핑하는 것을 도시한다. 이러한 매핑은 각각의 k 값에 대한 $y(k)$ 값에 대응하는 박스에 "x" 를 표시함으로써 달성된다 (즉, 표 4 의 제 2 열에 도시된 값들을 제 1 열의 값들에 매핑하는 것).

우수한 2 차원 자기-상관 및 상호-상관 특성들이 2 차원 어레이를 이용하여 그래픽적으로 도시된다. 우수한 자기-상관 특성은 식 (1) 에 기초하여 생성된 FH 시퀀스가 (x, y) 의 임의의 시프트에 대해, 하나 또는 더 적은 위치 또는 박스에서 동일한 FH 시퀀스의 2 차원 시프트된 버전과 일치할 것이라는 사실로부터 도출된다. 시프트된 FH 시퀀스에 대해, x 는 수평 축에서의 시프트의 수를 지시하고, y 는 수직 방향에서의 시프트의 수를 지시하며, 시프트된 시퀀스가 겹칠 수 있다. 시퀀스의 일부 2 차원 시프트에 대한 일치가 명백히 존재하기 때문에 모든 가능한 2 차원 시프트에 대한 하나 이상의 일치가 이상적이다. 이러한 2 차원 자기-상관 특성을 만족하는 FH 시퀀스는 코스타스 (Costas) 어레이로 불린다.

우수한 2 차원 상호-상관 특성은 식 (1) 에 기초하여 생성된 FH 시퀀스가 (x, y) 의 임의의 시프트에 대해, 2 이하의 위치에서 (p 및/또는 α , 예를 들어, $\alpha_2=1/\alpha_1$ 에 대해 다른 적절한 값을 가지는 식 (1) 에 기초하여 생성되는) 다른 FH 시퀀스의 2 차원 시프트된 버전과 일치할 것이라는 사실로부터 도출된다.

도 2b는 도 2a에 도시된 예시적 FH 시퀀스의 2 차원 자기-상관을 도시한다. 도 2b에서, (1, 1) 만큼 시프트된 (즉, 오른쪽으로 1 만큼, 위로 1 만큼) 버전이 심볼 "0" 에 의해 지시된다. 이러한 시프트된 버전은 $k=3$ 및 $y(k)=5$ 에서의 하나의 위치에서 시프트되지 않은 버전과 일치한다.

식 (1) 에 기초하여 생성된 FH 시퀀스의 하나의 특성은 제 1 엘리먼트가 항상 $y(1)=p-1$ 이라는 것이다. 따라서, 식 (1) 에 기초하여 생성된 길이 $p-1$ 의 FH 시퀀스에 대해, 더 짧은 길이 $p-2$ 의 FH 시퀀스는 길이 $p-1$ 의 원 FH 시퀀스에서 제 1 엘리먼트를 잘라냄으로써 획득될 수 있다. 도 2a 에 도시된 예시적 FH 시퀀스 $y(k)=6,4,5,2,1,3$ 에 대해, 더 짧은 FH 시퀀스 $y(k)=4,5,2,1,3$ 은 원 FH 시퀀스에서 제 1 엘리먼트 "6" 을 잘라냄으로써 획득될 수 있다. 또한, 더 짧은 FH 시퀀스는 우수한 2 차원 자기-상관 및 상호-상관 특성들을 가진다. 몇몇 FH 시퀀스 (즉, p 및 α 의 몇몇 값에 대해) 에 대해, 연속적으로 더 짧은 길이 $p-\lambda-1$ 의 FH 시퀀스는 (1) 제 1 엘리먼트가 가장 큰 값을 가지는 엘리먼트가 될 때 까지, 더 긴 길이 $p-\lambda$ 의 FH 시퀀스의 엘리먼트를 좌측으로 시프트하고, (2) 이러한 제 1 엘리먼트를 시퀀스로부터 삭제함으로써 획득될 수 있다.

식 (1) 에 기초하여 생성된 FH 시퀀스의 다른 특성은 FH 시퀀스의 수직으로 시프트된 버전이 시프트되지 않은 FH 시퀀스와 같이, 우수한 2 차원 자기-상관 및 상호-상관 특성을 또한 가진다는 것이다. FH 시퀀스의 수직으로 시프트된 버전은 다음의 식:

$$1 \leq k \leq (p-1) \text{ 에 대해, } y(k) = \log_a b/k \pmod{p} \text{ 식 (4)}$$

으로 표현될 수 있으며,

$$1 \leq b \leq (p-1) \text{에 대해, } b \text{는 수직 방향으로 시프트된 수를 나타낸다.}$$

FH 시퀀스의 엘리먼트가 수직으로 시프트됨에 따라, FH 시퀀스의 엘리먼트는 $(\text{mod } p)$ 연산으로 인해 어레이의 상부로부터 어레이의 바닥까지 겹치게 된다.

도 2c 는 도 2a 에 도시된 예시적 FH 시퀀스 및 예시적 FH 시퀀스를 수직으로 시프트함으로써 생성되는 2 개의 다른 FH 시퀀스를 도시한다. $b=2$ 인 경우 생성되는 FH 시퀀스 (즉, 수직으로 1 만큼 시프트함) 는 심볼 "0" 으로 나타내고, $b=4$ 인 경우 생성되는 FH 시퀀스 (즉, 수직으로 3 만큼 시프트함) 는 심볼 "Δ"로 나타낸다.

식 (1) 에 기초하여 대수적으로 생성된 FH 시퀀스는 다양한 애플리케이션에 사용될 수도 있다. 이러한 애플리케이션의 하나로, 데이터 송신을 위해 다중 주파수 대역을 사용하는 다중-대역 통신 시스템에서 주파수 도약이 있다. 이러한 다중 주파수 대역은 OFDM 또는 일부 다른 구성에 의해 제공될 수도 있다. OFDM 은, 전체 시스템 대역폭을 톤, 주파수 빈(bin) 등으로 불리는 N 개의 직교 서브대역으로 효과적으로 분할한다. OFDM 에 있어서, N 개의 서브대역 각각은 데이터가 변조될 수도 있는 각각의 (디지털) 캐리어에 관련된다.

도 3a 는 OFDM 통신 시스템에 대한 예시적인 서브대역 구조 (300) 를 도시한다. 시스템은 W MHz 의 전체 시스템 대역폭을 가지고, 이 대역폭은 OFDM 을 사용하여 N 개의 직교 서브대역으로 분할된다. 통상의 OFDM 시스템에서, N 개의 총 서브대역 중에서 M 개의 서브대역만이 파일럿 및 데이터 송신에 사용되며, 여기서 $M < N$ 이다. 나머지 $N-M$ 개의 서브대역은 사용되지 않고, 가드 서브대역으로 제공되어 시스템이 스펙트럼 마스크 요건을 충족시키도록 한다. M 개의 가용 서브대역은 F 내지 $F+M-1$ 개의 서브대역을 포함하고, 여기서 F 는, 통상적으로 M 개의 가용 서브대역이 동작 대역의 중앙에 위치하도록 선택되는 정수이다.

도 3b 는 OFDM 시스템에서 파일럿 및 데이터 송신에 사용될 수도 있는 예시적인 서브대역 구조 (350) 를 도시한다. 이 실시형태에서, N_p 서브대역이 파일럿 송신에 사용되고, 여기서 N_p 는 통신 채널의 지연 확산 또는 주파수 선택도와 같은 다양한 고려사항에 기초하여 선택될 수도 있다. (도 3b 에서 문자 "P" 를 갖는 음영 박스로 표시된) N_p 파일럿 서브대역은 M 개의 가용 서브대역에 걸쳐 균일하게 분포될 수도 있다. 파일럿 서브대역은 고정되거나 (즉, 시간에 따라 변화하지 않거나) 동적으로 변화할 수도 있다. 일반적으로, 파일럿 송신에 사용되는 특정한 서브대역 및 N_p 의 선택은, 시스템의 수신기가, (1) 코히어런트 데이터 복조에 사용될 수도 있는 채널 응답의 양호한 추정치를 얻을 수 있고 (2) 시스템 획득, 시간 트래킹, 주파수 트래킹 등에 사용될 수도 있는 수신 파일럿을 신뢰할 수 있게 검출할 수 있도록 이루어진다. 나머지 가용 서브대역 $N_d = M - N_p$ 는 데이터 송신 (즉, 오버헤드 데이터 및 사용자 특정 데이터의 송신) 에 사용될 수도 있다. 이 N_d 개의 서브대역을 데이터 서브대역이라 하고, 도 3b 에서 문자 "D" 로 표시한다.

데이터는 식 (1) 에 기초하여 생성된 FH 시퀀스를 사용하여 다양한 방식으로 송신될 수도 있다. 제 1 송신 방식에서, 데이터는 개별 "트래픽" 채널 상에서 송신될 수도 있고, 트래픽 채널 각각은, 전술한 바와 같이, 각 슬롯에서 데이터 송신에 사용되는 특정한 서브대역을 결정하는 각각의 FH 시퀀스에 관련될 수도 있다. 제 2 송신 방식에서, 데이터는 또한 전술한 바와 같이, FH 시퀀스의 전부 또는 일부에 기초하여 송신될 수도 있다.

제 1 송신 방식에 있어서, N_d 개의 데이터 서브대역은 N_d 개까지 트래픽 채널을 형성하도록 사용될 수도 있다. 각 트래픽 채널에는 정적 채널 ID 가 할당될 수도 있다. 주파수 도약을 구현하기 위해, 각 트래픽 채널은 상이한 슬롯에서 상이한 서브대역에 동적으로 매핑될 수도 있다. 슬롯의 지속시간은 도약 레이트를 결정하고, 예를 들어, 통신 채널의 코히어런스 시간 (채널이 필수적으로 일정한 시간), 시스템이 동기화되어 또는 비동기화되어 동작하는지 여부 등과 같은 다양한 고려사항에 기초하여 선택될 수도 있다. 일반적으로, 슬롯은 하나 또는 다중 OFDM 심볼 주기 (아래에 정의됨) 에 스캔 (span) 할 수도 있다.

소정의 트래픽 채널을 서브대역으로 매핑하는 것은,

$$j = y(s,k) \text{ 식 (5)}$$

로 표현되고, 여기서 s 는 트래픽 채널에 대한 채널 ID 이고;

k 는 슬롯에 대한 인덱스이고;

$y(s,k)$ 는 트래픽 채널에 대한 FH 시퀀스를 정의하는 함수이고; 그리고,

j 는 슬롯 k 에서 트래픽 채널에 사용되는 서브대역에 대한 인덱스이다.

식 (1) 에 나타난 대수적 표현은 식 (6) 에서의 FH 함수에 사용될 수도 있다. 트래픽 채널에는 다양한 방식으로 상이한 FH 시퀀스가 할당될 수도 있으며, 그 일부를 이하 설명한다.

제 1 실시형태에서, N_d 개의 트래픽 채널 각각에는 동일한 소수 p , 원시근 α 및 상이한 값 b 로 얻어지는 FH 시퀀스가 할당된다. 각 트래픽 채널에 대한 채널 ID 는 b 에 매핑될 수도 있다 (예를 들어, $s = b$). 트래픽 채널에 대한 FH 시퀀스는 $b = 1$ 로 생성된 "기본" FH 시퀀스의 수직 시프트 버전일 것이다.

도 4a 는 도 2a 에 도시된 예시적인 FH 시퀀스에 기초한 서브대역에 트래픽 채널을 매핑하는 예를 도시한다. 이 예에 있어서, $N_d = 6$ 이고, 6 개의 데이터 서브대역에는 $j = 1, 2, \dots, 6$ 의 인덱스가 할당된다. 이러한 서브대역은, 단순화를 위해 도 4a 에 도시되지 않은 파일럿 서브대역 때문에, 불연속적일 수도 있다. 식 (1) 에 기초하여 $p = 7$ 및 $\alpha = 3$ (즉, $y(k) = 6, 4, 5, 2, 1, 3$) 으로 생성된 FH 시퀀스는 트래픽 채널을 서브대역에 매핑하는데 사용된다. 도 4a 에서, 트래픽 채널에는, 동일한 소수 ($p = 7$), 원시근 ($\alpha = 3$) 및 상이한 수직 시프트 ($b = 1, 2, \dots, 6$) 에 기초하여 생성된 상이한 FH 시퀀스가 할당된다. 이 예에서, 제 1 트래픽 채널은 $b = 1$ 과 관련되고, 제 2 트래픽 채널은 $b = 2$ 와 관련되고, 이하 동일하다.

제 1 트래픽 채널에 사용되는 서브대역은 도 4a 에서 음영 박스로 표시된다. 더 상세하게는, 인덱스 6 을 가진 서브대역은 제 1 슬롯에서 제 1 트래픽 채널에 사용되고, 인덱스 4 를 가진 서브대역은 제 2 슬롯에서 사용되고, 이하 동일하다. 이 FH 시퀀스는 6 의 길이를 가지기 때문에, FH 시퀀스는 매 6 슬롯마다 반복될 수도 있다. 제 3 트래픽 채널에 사용되는 서브대역은 도 4a 에서 해시된 (hashed) 박스로 표시된다.

제 2 실시형태에서, 상이한 트래픽 채널에는, 동일한 소수 p 의 상이한 원시근 (즉, 상이한 α 값) 으로 얻어진 FH 시퀀스가 할당된다. 데이터 송신에 사용되는 트래픽 채널의 수 (N_c) 는, 2 개의 트래픽 채널이 임의의 슬롯에서 동일한 서브대역을 사용하지 않도록 (즉, "충돌" 이 없도록) 데이터 서브대역의 수보다 작게 (즉, $N_c < N_d$) 선택될 수도 있다. 이것이 각 슬롯에서 데이터 송신에 (평균적으로) 사용되는 N_d 서브대역보다 적도록 만들고, 이 조건을 흔히 "부분 로딩" 이라 한다. FH 시퀀스의 수직 시프트된 버전 중에서 직교가 송신 소스의 비동기화 타이밍에 의해 보상될 수도 있기 때문에, 이 실시형태는 비동기화 시스템에 대한 제 1 실시형태보다 개선된 성능을 제공할 수도 있다.

제 3 실시형태에서, 상이한 트래픽 채널에는 상이한 소수 p 로 얻어지는 FH 시퀀스가 할당된다. 또한, 트래픽 채널의 수는, 2 개의 트래픽 채널이 임의의 슬롯에서 동일한 서브대역을 사용하지 않도록 데이터 서브대역의 수보다 작을 수도 있다 (즉, $N_c < N_d$).

통상적으로, 트래픽 채널에는, 충돌이 회피되고 직교가 달성되는 다양한 방식으로 FH 시퀀스가 할당될 수도 있다. 이러한 FH 시퀀스는 상이한 수직 시프트, 원시수, 소수 또는 이들의 임의의 조합으로 얻어질 수도 있다.

제 2 송신 방식에 있어서, 각 데이터 송신은 FH 시퀀스의 전부 또는 일부에 기초하여 결정된 서브대역 상에서 전송된다. 이 방식에 있어서, FH 시퀀스는 다중 FH 세그먼트로 파싱될 수도 있고, 각 FH 시퀀스는 상이한 데이터 송신으로 할당될 수도 있다. 다중 FH 세그먼트는, 송신기 및 수신기에서의 프로세싱을 단순화할 수 있도록 동일한 길이를 가질 수도 있다. 그러나, 상이한 길이의 FH 세그먼트를 사용하는 것이 가능할 수도 있다.

도 4b 는 상이한 FH 세그먼트를 상이한 사용자에게 할당하는 예를 도시한다. 이 예에 있어서, 3 명의 사용자에게 도 2a 에 도시된 예시적인 FH 시퀀스의 3 개의 FH 세그먼트가 할당되며, 제 1 사용자에게는 FH 시퀀스에서 제 1 및 제 2 엘리먼트로 구성된 제 1 FH 세그먼트가 할당되고, 제 2 사용자에게는 제 3 및 제 4 엘리먼트로 구성된 제 2 FH 세그먼트가 할당되고, 제 3 사용자에게는 제 5 및 제 6 엘리먼트로 구성된 제 3 FH 세그먼트가 할당된다. 제 1 사용자는 제 1 및 제 2 엘리먼트에 대해 제 6 및 제 4 서브대역 상에서 데이터를 송신할 수도 있고, 제 2 사용자는 제 3 및 제 4 엘리먼트에 대해서 제 5 및 제 2 서브대역 상에서 데이터를 송신할 수도 있고, 제 3 사용자는 제 5 및 제 6 엘리먼트에 대해서 제 3 및 제 1 서브대역 상에서 데이터를 송신할 수도 있다. 3 명의 사용자는 도 4b 에 도시된 바와 같이, 할당된 FH 세그먼트에 의해 표시되는 서브대역 상에서 데이터를 동시에 송신할 수도 있다. 또한, FH 세그먼트는 2 의 길이를 가지기 때문에 매 2 슬롯마다 반복될 수도 있다.

제 3 송신 방식에 있어서, 각 데이터 송신에 FH 시퀀스가 할당되고, 그 FH 시퀀스의 일부에 기초하여 결정된 서브대역 상에서 데이터 송신이 전송된다. 이 방식에 있어서, 각 데이터 송신에 할당된 FH 시퀀스는, 도 4a 에서 기술한 방식으로 트래픽 채널에 매핑될 수도 있다. 그러나, 각 데이터 송신은 그 트래픽 채널에 대한 모든 슬롯에서 송신되지는 않는다. 사용되는 특정한 슬롯은 데이터 송신에 할당되는 특정한 세그먼트에 의해 결정될 수도 있다. 다중 데이터 송신은 동일한 FH 시퀀스의 상이한 부분에 할당될 수도 있다.

또 다른 송신 방식이 구현될 수도 있으며, 이는 본 발명의 범주 내이다.

도 5 는 다수의 사용자를 지원할 수 있는 무선 다중-대역 통신 시스템 (500) 을 도시한다. 시스템 (500) 은 다수의 단말기 (520) 에 대해 통신을 제공하는 다수의 기지국 (510) 을 포함한다. 기지국은 단말기와의 통신에 사용되는 고정국이고, 액세스 포인트, 노드 B 또는 몇몇 다른 용어로 불릴 수도 있다.

다양한 단말기 (520) 가 시스템에 걸쳐 분포될 수도 있고, 각 단말기는 고정 (즉, 정적) 될 수도 있고, 이동할 수도 있다. 또한 단말기는 이동국, 원격국 사용자 장비 (UE; user equipment), 액세스 단말기 또는 몇몇 다른 용어로 불릴 수도 있다. 각 단말기는 임의의 주어진 순간에 다운링크 및/또는 업링크 상에서 하나 또는 가능한 다수의 기지국과 통신할 수도 있다. 도 5 에서, 단말기 (520a 내지 520o) 는 파일럿, 시그널링 및 사용자-특정 데이터 송신을 기지국 (510a 내지 510g) 로부터 수신할 수 있다.

시스템 (500) 은 OFDM 시스템일 수도 있고 일부 다른 타입의 무선 통신 시스템일 수도 있다. 또한 시스템 (500) 은 CDMA, TDMA 및 FDMA 를 위한 임의의 공지된 표준 및 설계를 구현하도록 설계될 수도 있다.

이 시스템에서 각 기지국 (510) 은 특정한 지리적 영역 (502) 에 대한 커버리지를 제공한다. 각 기지국의 커버리지 영역은 통상적으로 다양한 팩터들 (예를 들어, 지형, 장애물 등등) 에 의존하지만, 단순화를 위해 이상적인 육각형으로 표현되곤 한다. 또한 기지국 및/또는 그 커버리지 영역은, 그 용어가 사용되는 상황에 따라 "셀" 로 불리기도 한다.

용량을 증가시키기 위해, 각 기지국의 커버리지 영역은 다수의 섹터로 분할될 수도 있다. 각 셀이 3 개의 섹터로 분할되면, 섹터화된 셀의 각 섹터는, 셀의 1/3 인 이상적인 120° 웨지 (wedge) 에 의해 표현되곤 한다. 각 섹터는 대응하는 기지국 트랜시버 서브시스템 (BTS) 에 의해 서빙된다. 섹터화된 셀에 있어서, 셀에 대한 기지국은 그 셀의 섹터를 서빙하는 모든 BTS 를 포함하곤 한다. "섹터" 라는 용어는 그 용어가 사용되는 상황에 따라, BTS 및/또는 그 커버리지 영역을 나타내는 것으로 사용되곤 한다.

각 섹터에 있어서, 그 섹터 내의 트래픽 채널에 사용되는 FH 시퀀스는, 그 트래픽 채널들이 서로 직교하도록 선택된다. 이 직교성은, 상이한 트래픽 채널들이 각 슬롯에 대해 상이한 데이터 서브대역을 사용하도록 함으로써 달성된다. 도 4a 에서 전술한 바와 같이, 상이한 트래픽 채널에 대해 상이한 FH 시퀀스 (즉, 상이한 값의 b 로 얻어짐) 를 사용함으로써 직교성이 얻어질 수 있다.

상이한 섹터는 상이한 세트의 FH 시퀀스를 사용할 수도 있어서, 다른 섹터의 트래픽 채널에 기인한 소정의 섹터의 트래픽 채널에 의해 측정되는 간섭은 랜덤화된다. 예를 들어, 상이한 섹터들은 상이한 원시근에 기초하여 생성되는 동일한 길이의 FH 시퀀스를 사용할 수도 있다. 또 다른 예로서, 상이한 섹터는 상이한 소수에 기초하여 생성되는 상이한 길이의 FH 시퀀스를 사용할 수도 있다. 섹터가 부분적으로 로딩되면, 각 섹터에 의해 사용되는 FH 시퀀스는, 다른 섹터에 의해 사용되는 FH 시퀀스와 충돌하는 확률이 최소화되도록 선택될 수도 있다.

도 6a 는 다중-대역 통신 시스템 (500) 에서 기지국 (510x) 의 일 실시형태의 블록도이다. 단순화를 위해, 기지국 (510x) 의 송신기 부분만이 도 6a 에 도시되었다. 또한, 단순화를 위해, 이하 하나의 트래픽 채널에 대한 데이터 송신만을 설명한다.

기지국 (510x) 내에서, 인코더 (614) 는 데이터 소스 (612) 로부터 트래픽 데이터를 수신하고, 제어기 (630) 로부터 제어 데이터 및 다른 데이터를 수신한다. 트래픽 데이터는 특정한 트래픽 채널 상에서 송신을 위해 지정된다. 제어 데이터는 데이터 송신용으로 사용되는 트래픽 채널에 대한 채널 ID 및/또는 FH 시퀀스를 포함할 수도 있다. 인코더 (614) 는 수신된 데이터를 포맷하고, 인코딩하고 인터리빙하여 코딩된 데이터를 제공한다. 그 후, 변조기 (MOD; 616) 는 하나 이상의 변조 방식에 기초하여 코딩된 데이터를 변조하여 (즉, 심볼 매핑하여) 데이터 변조 심볼 (또는 단순히 데이터 심볼) 을 제공한다.

스위치 (618) 는 데이터 심볼 및 파일럿 심볼을 수신하고, 이 심볼을 적절한 데이터 및 파일럿 서브대역 상에 멀티플렉싱한다. 더 상세하게는, 스위치 (618) 는 파일럿 심볼을 파일럿 서브대역에 제공하고, (제어) 데이터 심볼을 제어 채널에 사용되는 서브대역에 제공하고, (트래픽) 데이터 심볼을 트래픽 채널에 사용되는 서브대역에 제공한다. 트래픽 채널은, 트래픽 채널에 할당된 FH 시퀀스에 의해 결정된 방식으로, 서브대역으로부터 서브대역으로 동적으로 도약한다 (예를 들어, 도 4a 에 도시된 바와 같이). 각 슬롯에 대한 트래픽 채널에 사용되는 특정한 서브대역은 FH 시퀀스 내의 대응하는 엘리먼트

의 값에 의해 결정된다. 또한, 스위치 (618) 는 파일럿 또는 데이터 송신에 사용되지 않는 각각의 서브대역에 대해 제로의 신호값을 제공한다. 각 OFDM 심볼 주기 동안, 스위치 (618) 는 N 개의 총 서브대역에 대해 N 개의 (파일럿 심볼, 데이터 심볼 및 제로로 구성된) 출력 심볼 세트를 제공한다.

고속 역 푸리에 변환 (IEFT; Inverse Fast Fourier Transform) 유닛 (620) 은 각 OFDM 심볼 주기에 대한 N 개의 심볼을 수신하고, 고속 역 푸리에 변환을 사용하여 시간 도메인으로 변환하여, N 개의 시간-도메인 샘플을 포함하는 "변환된" 심볼을 얻는다. 주파수 선택적인 페이딩에 의해 유발되는 심볼간 간섭 (ISI; inter-symbol interference) 에 대항하기 위해, 각 변환된 심볼의 일부가 순환적 프리픽스 생성기 (622) 에 의해 반복되어, $N + C_p$ 개의 샘플을 포함하는 대응 OFDM 심볼을 형성하며, 여기서 C_p 는 반복되는 샘플의 수를 나타낸다. 반복되는 부분은 순환 프리픽스라 불리곤 한다. OFDM 심볼 주기는, $N + C_p$ 개의 샘플 주기인 하나의 OFDM 심볼의 지속시간에 대응한다. 순환 프리픽스 생성기 (622) 는 OFDM 심볼의 스트림을 제공한다. 그 후, 송신 유닛 (TMTR; 624) 은 OFDM 심볼 스트림을 제공하여, 안테나 (626) 로부터 단말기로 송신되는 다운링크 신호를 제공한다.

도 6b 는 다중-대역 통신 시스템 (500) 에서 단말기 (520x) 의 일 실시형태의 블록도이다. 단순화를 위해, 단말기 (520x) 의 수신기 부분만이 도 6b 에 도시되었다.

기지국 (510x) 에 의해 송신되는 다운링크 신호는 안테나 (652) 에 의해 수신되고, 수신된 신호는 수신기 유닛 (RCVR; 654) 에 제공되고 프로세싱되어 샘플을 제공한다. 하나의 OFDM 심볼 주기에 대한 각 세트의 샘플들은 하나의 수신된 OFDM 심볼을 표현한다. 순환 프리픽스 제거 유닛 (656) 은 각 OFDM 심볼에 첨부된 순환 프리픽스를 제거하여 대응하는 수신된 변환 심볼을 얻는다. 그 후, FFT 유닛 (658) 은 각 수신된 변환 심볼을 주파수 도메인으로 변환하여 N 개의 총 서브대역에 대한 N 개의 수신된 심볼을 얻는다.

스위치 (660) 는 각 OFDM 심볼 주기에 대한 N 개의 수신된 심볼을 얻고, 파일럿 서브대역에 대해 수신된 심볼을 파일럿 프로세서 (미도시) 에 제공하고, 제어 채널 및 트래픽 채널에 대해 수신된 심볼을 복조기 (DEMOD; 662) 에 제공한다. 트래픽 채널은 서브대역에서 서브대역으로 동적으로 도약하기 때문에, 스위치 (660) 는 기지국 (510x) 의 스위치 (618) 와 동시에 동작하여, 트래픽 채널에 대한 적절한 서브대역으로부터 수신된 심볼을 제공한다. 스위치 (660) 에 의해 제공되고 사용되는 FH 시퀀스는 기지국에서 스위치 (618) 에 대해 사용되는 FH 시퀀스와 동일하다. 기지국 및 단말기에서의 FH 시퀀스는 더 동기화된다.

그 후, 복조기 (662) 는 트래픽 채널에 대해 수신된 심볼을 복조 (즉, 심볼 디마핑) 하여 복조된 데이터를 제공한다. 디코더 (664) 는 복조된 데이터를 디코딩하여, 저장용 데이터 싱크 (666) 에 제공될 트래픽 채널용 디코딩 데이터를 제공한다. 제어 채널에 대한 프로세싱은 유사한 방식으로 수행될 수도 있다. 복조기 (662) 및 디코더 (664) 에 의한 프로세싱은 변조기 (616) 및 인코더 (614) 에 의해 수행되는 프로세싱과 각각 상보적이다.

제어기 (630 및 670) 는 기지국 및 단말기에 각각 동작을 지시한다. 메모리 유닛 (632 및 672) 은 제어기 (630 및 670) 에 의해 사용되는 프로그램 코드 및 데이터에 대해 각각 저장장소를 제공한다. 제어기 (630 및 670) 는, 필요하다면 데이터 송신 및 수신에 사용되는 FH 시퀀스를 유도하는데 사용될 수도 있다. 메모리 유닛 (632 및 672) 는 FH 시퀀스를 저장하는데 사용될 수도 있다.

명확화를 위해, 도 6a 및 6b 는, 식 (1) 에 기초하여 생성된 FH 시퀀스를 사용하여 주파수 도약하는 다운링크 데이터 송신의 송신 및 수신을 각각 도시한다. 이 기술들은 업링크 상의 데이터 송신에 사용될 수도 있다.

데이터를 송신하고 수신하는데 사용되는 FH 시퀀스는 정적일 수도 있고, 또는 동적일 수도 있다. 일 실시형태에서, 트래픽 채널에 정적 FH 시퀀스가 할당될 수도 있고, 사용되는 특정한 FH 시퀀스는 사용을 위해 선택되는 특정한 트래픽 채널에 대해 독립적이다. 이 실시형태에 있어서, 모든 트래픽 채널에 대한 FH 시퀀스는 메모리에 저장될 수도 있고, 선택된 트래픽 채널에 대한 FH 시퀀스는 메모리로부터 검색되고 데이터 송신을 위해 사용되는 서브대역을 결정하는데 사용된다. 또 다른 실시형태에서, 트래픽 채널에는 순식간에 FH 시퀀스가 할당된다. 이 실시형태에 있어서, 선택된 트래픽 채널에 대해 사용되는 특정한 FH 시퀀스는 필요하다면 생성될 수도 있다. FH 시퀀스는 식 (1) 에 도시된 대수식에 기초하여 더 용이하게 생성될 수도 있다.

또한 식 (1) 에 기초하여 생성된 FH 시퀀스는, 예를 들어, 레이더, 소나 등과 같은 다른 애플리케이션용으로 사용될 수도 있다. "처프 (chirp)" 신호 $u(t)$ 는

$$u(t) = \sum_{k=1}^{N_p} q(t - kT/N_p) e^{j[(w_c + w_k)t + \theta_k]} \quad \text{식 (6)}$$

와 같이, FH 시퀀스 $y(k)$ 에 기초하여 생성될 수도 있으며,

여기서, w_c 는 캐리어 주파수이고;

w_k 는 k 번째 슬롯에 대한 캐리어 주파수로부터의 주파수 오프셋이고;

T 는 처프 신호의 길이 또는 지속시간이고;

N_p 는 처프 신호 내의 펄스의 수이고; 그리고,

$q(t)$ 는,

$$q(t) = \begin{cases} 1 & t \leq T/N_p \\ 0 & \text{그 외} \end{cases}$$

로 정의되는 펄스이다.

주파수 오프셋 w_k 는,

$$w_k = y(k) \frac{W}{N_p}, \quad 1 \leq k \leq N_p \text{ 에 대해}$$

이며, 여기서 W 는 시스템 대역폭이다.

처프 신호 $u(t)$ 는 기준 포인트에 대한, 목표까지의 거리 (또는 범위) 및 목표의 속도 (또는 속력) 를 결정하는데 사용될 수도 있다. 목표까지의 범위는, 처프 신호가 기준 포인트로부터 목표까지 이동하고 돌아오는데 소요되는 시간인 왕복 지연 (round trip delay) 에 기초하여 결정될 수도 있다. 목표의 속도는, 이동하는 목표로부터의 처프 신호 반사에 의해 유발되는 도플러 효과에 기인한 처프 신호 주파수에서의 시프트에 기초하여 결정될 수도 있다. 식 (1) 에 기초하여 생성된 FH 시퀀스의 우수한 2 차원 상관 특성이 수신된 처프 신호의 시간 시프트 및 주파수 오프셋 모두를 정확하게 결정하는데 사용될 수도 있다. 그 후, 결정된 시간 시프트는 목표까지의 범위를 계산하는데 사용될 수도 있다. 결정된 주파수 오프셋은 목표의 속도를 계산하는데 사용될 수도 있다.

본 명세서에 개시된 FH 시퀀스를 생성하고 사용하는 기술은 다양한 수단에 의해 구현될 수도 있다. 예를 들어, 이러한 기술들은 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합으로 구현될 수도 있다. 하드웨어 구현에 있어서, 본 명세서에 개시된 임의의 기술들을 구현하는데 사용되는 엘리먼트는 하나 이상의 주문형 직접 회로 (ASIC), 디지털 신호 프로세서 (DSP), 디지털 신호 프로세싱 장치 (DSPD), 프로그래밍가능 로직 장치 (PLD), 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이 (FPGA), 프로세서, 제어기, 마이크로 제어기, 마이크로프로세서, 본 명세서에 개시된 기능을 수행하도록 설계된 다른 전자 유닛, 또는 그들의 조합으로 구현될 수도 있다.

소프트웨어 구현에 있어서, 본 명세서에 개시된 기술들은, 본 명세서에 개시된 기능을 수행하는 모듈 (예를 들어, 과정, 기능 등) 로 구현될 수도 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛 (예를 들어, 도 6a 및 6b 의 메모리 유닛 (632 및 672)) 에 저장되고 프로세서 (예를 들어, 제어기 (630 및 670)) 에 의해 실행될 수도 있다. 메모리 유닛은 프로세서 내에서 구현될 수도 있고, 또는 프로세서 외부에서 구현될 수도 있으며, 이 경우 공지된 다양한 수단을 통해 프로세서와 통신적으로 결합될 수 있다.

개시된 실시형태의 설명은 당업자가 본 발명을 실시하고 이용하도록 제공되었다. 본 실시형태들에 대한 다양한 변형들이 당업자에게는 자명할 것이고, 본 명세서에서 정의된 고유의 원리들은 본 발명의 사상 및 범주에서 벗어나지 않고 다른 실시형태에 적용될 수도 있다. 따라서, 본 발명은 본 명세서에서 설명한 실시형태에 한정되지 않으며, 본 명세서에 개시된 원리 및 신규한 특성들과 일치하는 최광의 범주에 따른다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

식 $1/k$ 에 대한 엘리먼트의 제 1 시퀀스를 얻는 단계로서, 상기 k 는 상기 제 1 시퀀스의 상기 엘리먼트에 대한 인덱스인, 상기 제 1 시퀀스를 얻는 단계; 및

상기 제 1 시퀀스에 기초하여 식 $\log_{\alpha} 1/k \pmod{p}$ 에 대한 엘리먼트의 제 2 시퀀스를 얻는 단계로서, p 는 소수이고, α 는 p 의 원시근이며, 상기 식 $1/k$ 및 $\log_{\alpha} 1/k$ 는 모듈로(modulo)- p 연산에 의해 평가되고, 주파수 도약(FH) 시퀀스는 상기 제 2 시퀀스에 기초하여 유도되는, 상기 제 2 시퀀스를 얻는 단계를 포함하는, 주파수 도약(FH) 시퀀스를 얻는 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

식 α^k 에 대한 엘리먼트의 제 3 시퀀스를 얻는 단계를 더 포함하며,

상기 제 2 시퀀스는 상기 제 3 시퀀스에 기초하여 더 얻어지는, 주파수 도약(FH) 시퀀스를 얻는 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 FH 시퀀스는 상기 제 2 시퀀스와 동일한, 주파수 도약(FH) 시퀀스를 얻는 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 FH 시퀀스는 상기 제 2 시퀀스의 수직 시프트된 버전인, 주파수 도약(FH) 시퀀스를 얻는 방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 시퀀스에 대한 소망하는 길이에 기초하여 상기 소수 p 를 선택하는 단계를 더 포함하는, 주파수 도약(FH) 시퀀스를 얻는 방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 FH 시퀀스는 복수의 시간 간격 각각에서 데이터 송신에 사용하기 위해 복수의 주파수 대역 중에서 특정한 주파수 대역을 결정하는데 사용되는, 주파수 도약 (FH) 시퀀스를 얻는 방법.

청구항 7.

다중-대역 통신 시스템에서 송신을 위해 데이터를 프로세싱하는 방법으로서,

복수의 주파수 대역 상에서 송신을 위해 데이터를 수신하는 단계;

주파수 도약 (FH) 시퀀스에 기초하여 복수의 시간 간격 각각에서 사용하기 위해 복수의 주파수 대역 중 특정한 주파수 대역을 결정하는 단계로서, 상기 FH 시퀀스는 대수식 $y(k) = \log_a 1/k \pmod{p}$ 에 기초하여 생성되며, 상기 p 는 소수이고, 상기 a 는 상기 p 의 원시근이고, 상기 k 는 상기 FH 시퀀스의 엘리먼트에 대한 인덱스이고, $(\text{mod } p)$ 는 모듈로- p 연산을 나타내는, 상기 결정하는 단계; 및

상기 FH 시퀀스에 의해 결정된 주파수 대역 상에서 송신하기 위해 데이터를 프로세싱하는 단계를 포함하는, 데이터 프로세싱 방법.

청구항 8.

제 7 항에 있어서,

상기 데이터는 상기 FH 시퀀스의 일부에 대응하는 주파수 대역 상에서 송신을 위해 프로세싱되는, 데이터 프로세싱 방법.

청구항 9.

제 7 항에 있어서,

상기 다중-대역 통신 시스템은 직교 주파수 분할 멀티플렉싱 (OFDM; orthogonal frequency division multiplexing) 을 구현하고,

상기 복수의 주파수 대역은 OFDM 에 의해 제공되는 서브대역에 대응하는, 데이터 프로세싱 방법.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 시간 간격 각각은 하나의 OFDM 심볼 주기의 지속시간을 가지는, 데이터 프로세싱 방법.

청구항 11.

복수의 주파수 대역 상에서 송신을 위해 데이터를 수신하는 수단;

주파수 도약 (FH) 시퀀스에 기초하여 복수의 시간 간격 각각에서 사용하기 위해 복수의 주파수 대역 중 특정한 주파수 대역을 결정하는 수단으로서, 상기 FH 시퀀스는 대수식 $y(k) = \log_a 1/k \pmod{p}$ 에 기초하여 생성되며, 상기 p 는 소수이고, 상기 a 는 상기 p 의 원시근이고, 상기 k 는 상기 FH 시퀀스의 엘리먼트에 대한 인덱스이고, $(\text{mod } p)$ 는 모듈로- p 연산을 나타내는, 상기 결정하는 수단; 및

상기 FH 시퀀스에 의해 결정된 주파수 대역 상에서 송신을 위해 상기 데이터를 프로세싱하는 수단을 구비하는, 다중-대역 통신 시스템에서의 장치.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 데이터 송신은 다중-대역 통신 시스템에서 다운링크용인, 다중-대역 통신 시스템에서의 장치.

청구항 13.

제 11 항에 있어서,

상기 데이터 송신은 다중-대역 통신 시스템에서 업링크용인, 다중-대역 통신 시스템에서의 장치.

청구항 14.

복수의 주파수 대역 상에서 송신을 위해 데이터를 변조하도록 동작하는 변조기;

주파수 도약 (FH) 시퀀스에 기초하여 복수의 시간 간격 각각에서 사용하기 위해 복수의 주파수 대역 중 특정한 주파수 대역을 결정하도록 동작하는 스위치로서, 상기 FH 시퀀스는 대수식 $y(k) = \log_a 1/k \pmod{p}$ 에 기초하여 생성되며, 상기 p 는 소수이고, 상기 a 는 상기 p 의 원시근이고, 상기 k 는 상기 FH 시퀀스의 엘리먼트에 대한 인덱스이고, $(\text{mod } p)$ 는 모듈로- p 연산을 나타내는, 상기 스위치; 및

상기 FH 시퀀스에 의해 결정된 주파수 대역 상에서 송신을 위해 변조된 데이터를 프로세싱하도록 동작하는 신호 프로세서를 구비하는, 다중-대역 통신 시스템에서의 송신 유닛.

청구항 15.

제 14 항에 있어서,

상기 다중-대역 통신 시스템은 직교 주파수 분할 멀티플렉싱 (OFDM) 을 구현하며, 상기 복수의 주파수 대역은 OFDM 에 의해 제공되는 서브대역에 대응하고, 상기 신호 프로세서는 상기 변조된 데이터에 대해 역 푸리에 변환을 수행하는, 다중-대역 통신 시스템에서의 송신 유닛.

청구항 16.

다중-대역 통신 시스템에서 송신하기 위해 데이터를 프로세싱하는 방법으로서,

제 1 트래픽 채널 상에서 송신을 위해 데이터를 수신하는 단계;

제 1 주파수 도약 (FH) 시퀀스에 기초하여 복수의 시간 간격 각각에서 상기 제 1 트래픽 채널에 대해 사용하기 위해 복수의 주파수 대역 중 특정한 주파수 대역을 결정하는 단계로서, 상기 제 1 FH 시퀀스는 상기 제 1 트래픽 채널에 할당되고 대수식 $y(k) = \log_a 1/k \pmod{p}$ 에 기초하여 생성되며, 상기 p 는 소수이고, 상기 a 는 상기 p 의 원시근이고, 상기 k 는 상기 제 1 FH 시퀀스의 엘리먼트에 대한 인덱스이고, \pmod{p} 는 모듈로- p 연산을 나타내는, 상기 결정하는 단계; 및

상기 제 1 FH 시퀀스에 의해 결정된 주파수 대역 상에서 송신을 위해 상기 제 1 트래픽 채널에 대한 상기 데이터를 프로세싱하는 단계를 포함하는, 데이터 프로세싱 방법.

청구항 17.

제 16 항에 있어서,

제 2 트래픽 채널 상에서 송신을 위해 데이터를 수신하는 단계;

제 2 FH 시퀀스에 기초하여 복수의 시간 간격 각각에서 상기 제 2 트래픽 채널에 대해 사용하기 위해 복수의 주파수 대역 중 특정한 주파수 대역을 결정하는 단계로서, 상기 제 2 FH 시퀀스는 상기 제 2 트래픽 채널에 할당되고 대수식 $y(k) = \log_a 1/k \pmod{p}$ 에 기초하여 생성되는, 상기 결정하는 단계; 및

상기 제 2 FH 시퀀스에 의해 결정된 주파수 대역 상에서 송신을 위해 상기 제 2 트래픽 채널에 대한 데이터를 프로세싱하는 단계를 더 포함하는, 데이터 프로세싱 방법.

청구항 18.

제 17 항에 있어서,

상기 제 2 FH 시퀀스는 상기 제 1 FH 시퀀스의 수직 시프트 버전인, 데이터 프로세싱 방법.

청구항 19.

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 FH 시퀀스는 동일한 소수의 상이한 원시근에 기초하여 생성되는, 데이터 프로세싱 방법.

청구항 20.

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 FH 시퀀스는 상이한 소수에 기초하여 생성되는, 데이터 프로세싱 방법.

청구항 21.

제 16 항에 있어서,

상기 다중-대역 통신 시스템은 직교 주파수 분할 멀티플렉싱 (OFDM) 을 구현하고, 상기 복수의 주파수 대역은 OFDM 에 의해 제공된 서브대역에 대응하는, 데이터 프로세싱 방법.

청구항 22.

다중-대역 통신 시스템에서 데이터 송신을 복구하는 방법으로서,

복수의 주파수 대역에 대해 수신된 심볼을 얻는 단계;

주파수 도약 (FH) 시퀀스에 기초하여 복수의 시간 간격 각각에서 데이터 송신에 사용하기 위해 상기 복수의 주파수 대역 중 특정한 주파수 대역을 결정하는 단계로서, 상기 FH 시퀀스는 상기 데이터 송신에 할당되고 대수식 $y(k) = \log_a 1/k \pmod{p}$ 에 기초하여 생성되며, 상기 p 는 소수이고, 상기 α 는 상기 p 의 원시근이고, 상기 k 는 상기 FH 시퀀스의 엘리먼트에 대한 인덱스이고, $(\text{mod } p)$ 는 모듈로- p 연산을 나타내는, 상기 결정하는 단계; 및

상기 FH 시퀀스에 의해 결정된 주파수 대역에 대해 수신된 심볼을 프로세싱하여 상기 데이터 송신을 복구하는 단계를 포함하는, 데이터 프로세싱 방법.

청구항 23.

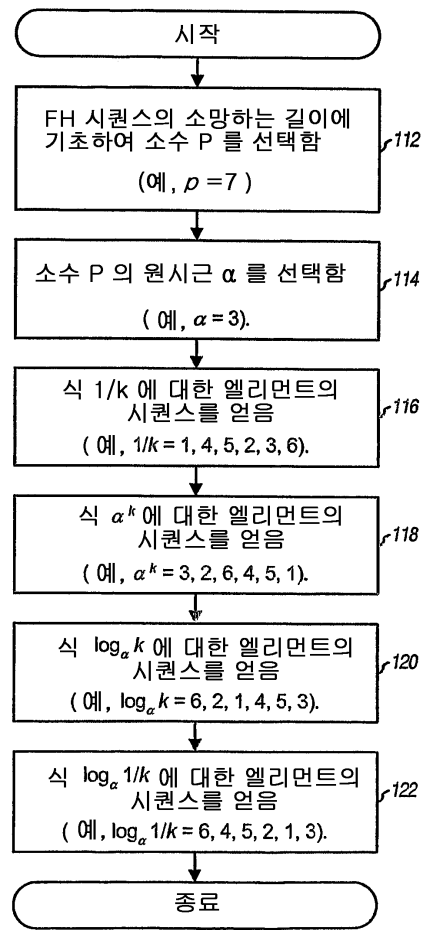
복수의 주파수 대역에 대해 수신된 심볼을 얻는 수단;

주파수 도약 (FH) 시퀀스에 기초하여 복수의 시간 간격 각각에서 데이터 송신에 사용하기 위해 상기 복수의 주파수 대역 중 특정한 주파수 대역을 결정하는 수단으로서, 상기 FH 시퀀스는 상기 데이터 송신에 할당되고 대수식 $y(k) = \log_a 1/k \pmod{p}$ 에 기초하여 생성되며, 상기 p 는 소수이고, 상기 α 는 상기 p 의 원시근이고, 상기 k 는 상기 FH 시퀀스의 엘리먼트에 대한 인덱스이고, $(\text{mod } p)$ 는 모듈로- p 연산을 나타내는, 상기 결정하는 수단; 및

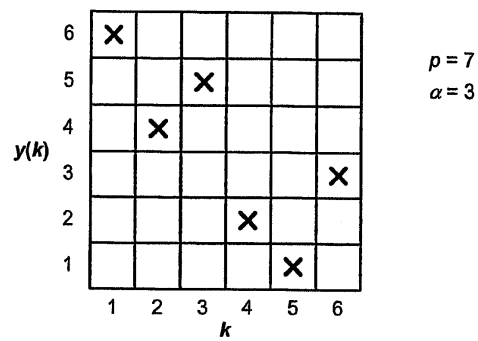
상기 FH 시퀀스에 의해 결정된 주파수 대역에 대해 수신된 심볼을 프로세싱하여 상기 데이터 송신을 복구하는 수단을 구비하는, 다중-대역 통신 시스템에서의 장치.

도면

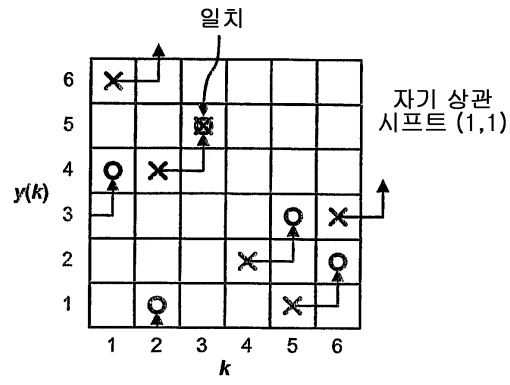
도면1



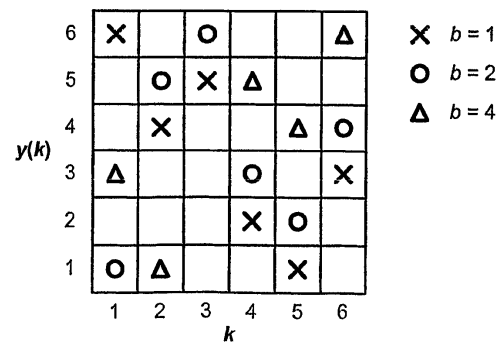
도면2a



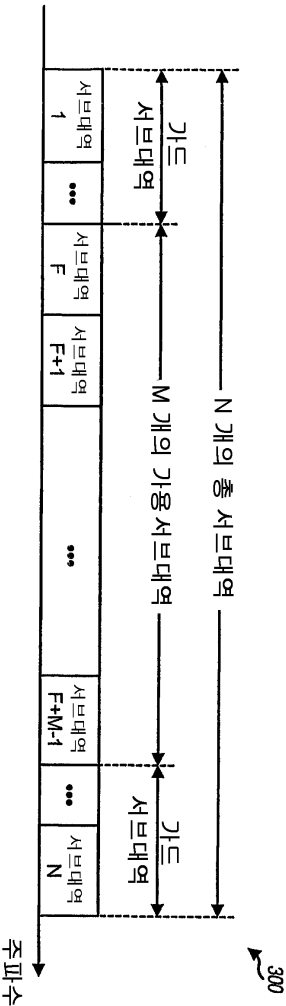
도면2b



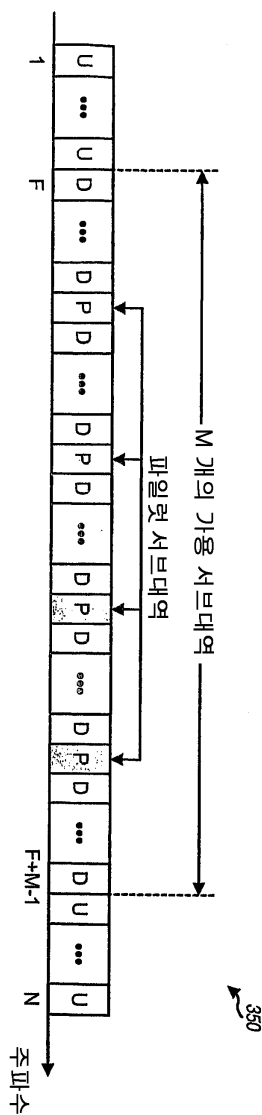
도면2c



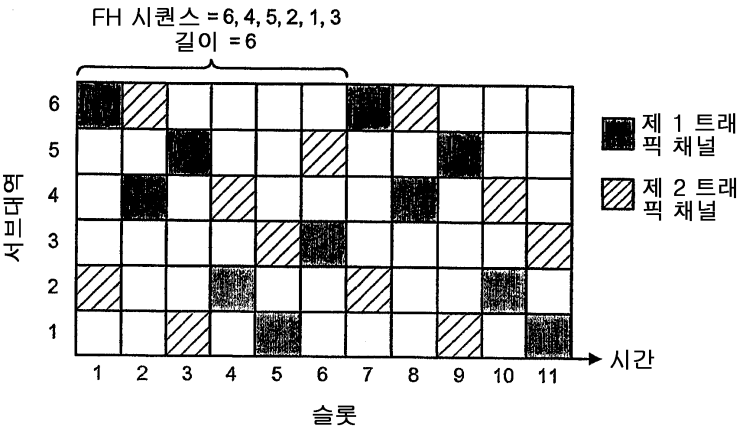
도면3a



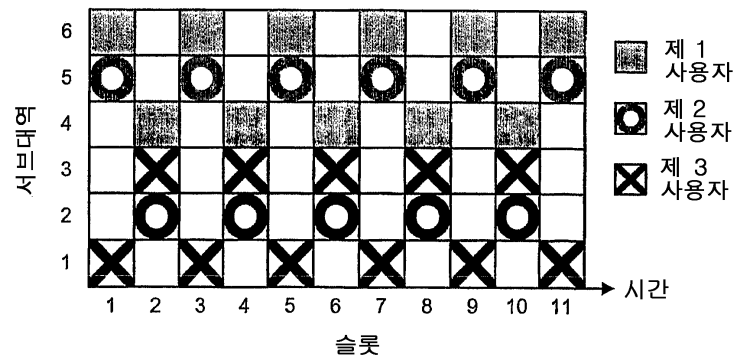
도면3b



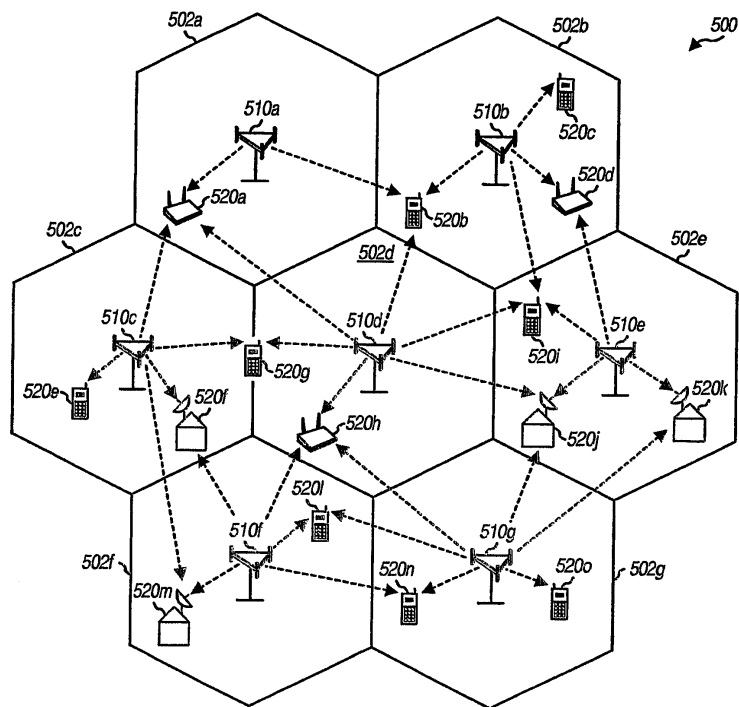
도면4a



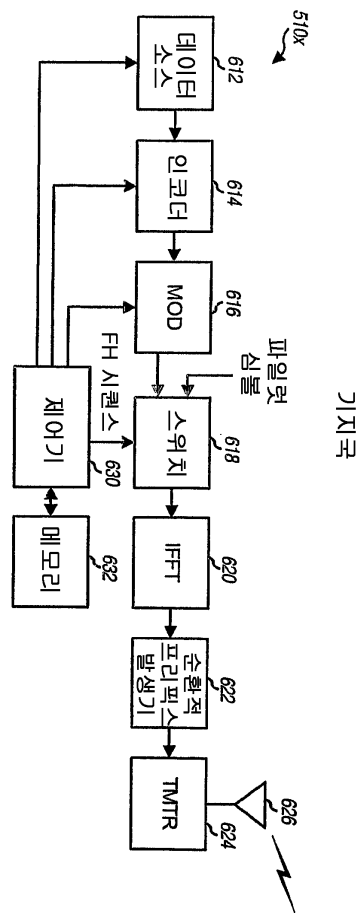
도면4b



도면5



도면6a



도면6b

