

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

(11) 공개번호

10-2006-0086673

(43) 공개일자

2006년08월01일

(21) 출원번호 10-2005-0007559

(22) 출원일자 2005년01월27일

(71) 출원인 학교법인연세대학교
서울 서대문구 신촌동 134번지
삼성탈레스 주식회사
경북 구미시 공단2동 259

(72) 발명자 이규하
서울특별시 영등포구 여의도동 초원아파트 302호
정성현
경기도 성남시 분당구 수내동 푸른마을 신성아파트 307동 1202호
홍대식
서울특별시 강남구 대치동 506번지 선경아파트 2동 705호
고은석
서울특별시 서대문구 연희3동 302-3번지 301호
조재희
서울특별시 영등포구 여의도동 광장아파트 10동 503호

(74) 대리인 이건주

심사청구 : 있음

(54) DBLAST시스템의 송신기 및 수신기

요약

DBLAST(Diagonal Bell Laboratories Layered Space-Time) 시스템의 송신기는 전송신호의 스트림을 구성하는 부스트림들을 모두 이용해서 인터리빙하는 인터리버, 상기 인터리버를 통해서 인터리빙된 전송신호를 역배열한 신호를 생성하는 심볼 반복기 및 상기 인터리빙된 전송신호와 역배열한 신호를 다중 송신 안테나를 통해서 송신하는 DBLAST 송신부를 포함함을 특징으로 한다.

또한, DBALST 시스템의 수신기는 DBLAST 방식에 따라 전송된 신호들을 다중 수신 안테나를 통해서 수신하는 DBLAST 수신부, 상기 DBLAST 수신부를 통해서 수신된 신호들을 결합하는 반복심볼 결합기, 상기 반복심볼 결합기를 통해서 결합된 신호의 스트림을 구성하는 부스트림들을 모두 이용해서 디인터리빙하는 디인터리버 및 상기 디인터리버에 디인터리빙된 신호를 복호화하는 채널부호 복호기를 포함함을 특징으로 한다.

대표도

도 7

색인어

DBLAST, 인터리빙, 디인터리빙, OFDM

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 종래의 DBLAST 시스템의 구성을 나타낸 블록도,
 도 2는 도 1의 DBLAST 송신부에서 송신되는 전송신호의 프레임 구조도,
 도 3은 도 1의 DBLAST 수신부에서 수신된 신호를 Canceling 하는 동작을 설명하기 위한 프레임 구조도,
 도 4는 도 1의 DBLAST 수신부에서 수신된 신호를 Nulling 하는 동작을 설명하기 위한 프레임 구조도,
 도 5는 도 1의 인터리버에서 인터리빙을 하는 과정을 나타내기 위한 구조도,
 도 6은 도 1의 디인터리버에서 디인터리빙을 하는 과정을 나타내기 위한 구조도,
 도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 인터리빙을 수행하는 DBLAST 송신기의 구성을 나타낸 블록도,
 도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 인터리버의 구성을 나타낸 블록도,
 도 9는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 인터리빙 방식을 설명하기 위한 구조도,
 도 10은 신호반복기법에 따라 서로 다른 주파수를 통해서 전송되는 DBLAST 신호의 구조도,
 도 11은 도 7의 심볼반복기의 구성을 나타낸 블록도,
 도 12는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 디인터리빙을 수행하는 DBLAST 수신기의 구성을 나타낸 블록도,
 도 13은 도 12의 반복심볼결합기의 구성을 나타낸 블록도,
 도 14는 신호반복기법에 따라 반복된 신호를 수신단에서 결합하는 과정과 결합된 신호의 신호대잡음비를 나타낸 구조도,
 도 15는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 디인터리빙 방식을 설명하기 위한 구조도,
 도 16은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 디인터리버의 구성을 나타낸 블록도.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 DBLAST(Diagonal Bell Laboratories Layered Space-Time) 시스템에 관한 것으로, 특히 오류정정 성능을 개선시키는 DBLAST 시스템의 송신기 및 수신기에 관한 것이다.

DBLAST 시스템은 다중 송수신 안테나를 사용하여 전송 효율을 증대시킬 수 있는 시스템이며 기존의 오류정정 부호와의 결합이 용이한 장점을 가지고 있어서 차세대 초고속 시스템으로 주목받고 있다.

DBLAST 시스템의 송신단은 다중 송신 안테나들을 통해서 동시에 서로 다른 정보들을 전송할 때, 순차적으로 상기 다중 송신 안테나들을 순환해서 전송함으로써 신호가 대각 방향(diagonal direction)으로 전송되는 형태를 가지게 된다. 수신단은 송신단의 다중 송신 안테나들로부터 전송된 신호들을 분리해야 하는데 그 방식으로 널링(Nulling)과 캔슬링(Canceling) 방식을 사용한다.

Canceling이란 수신단에서 수신된 신호들, 즉 송신단의 다중 송신 안테나들로부터 동시에 전송된 신호들중에서 복원한 신호를 제거하는 방식이다. 즉 복원된 신호를 제거함으로써 수신된 신호들간의 간섭영향이 감소하여 신호대잡음비가 향상된다. Nulling이란 Canceling 과정을 거쳐도 모든 간섭신호, 즉 다른 송신 안테나로부터 전송된 신호들을 제거할 수 없기 때문에 Canceling과정을 통해서 남아있는 수신 신호들 중에서 소정 수신신호를 복원하는 것이다. 상기 복원된 신호가 다음 Canceling을 하기 위한 신호가 된다. 수신단은 상기 Canceling과 Nulling 과정을 반복 수행함으로써 수신된 DBLAST 신호들을 복원할 수 있다.

그런데, DBLAST 시스템의 송신단에서 다중 송신 안테나들을 통해서 서로 다른 정보의 신호들을 순환해서 전송하기 때문에 수신단에서 상기 전송된 신호들을 Nulling과 Canceling 방식을 이용해서 분리하게 되면 상기 수신된 신호들은 계단형의 신호대잡음비를 가지게 된다. 이러한 계단형의 신호대잡음비는 오류정정 성능을 저하시킬 수 있다. 즉 가장 낮은 신호대잡음비에 해당하는 부분에서 연립오류가 발생할 가능성이 커지는 문제점이 있다. 도 1 내지 도 5를 참조하여 상기 문제점에 대해서 좀 더 상세히 설명한다.

도 1은 종래의 DBLAST 시스템의 구성을 나타낸 블록도이다.

송신기(100)는 채널 부호화부(110), 인터리버(120), 변조부(130) 및 DBLAST 송신부(140)를 포함하며 수신기(200)는 채널 디코더(210), 디인터리버(220), 복조부(230) 및 DBLAST 수신부(240)를 포함한다.

DBLAST 프레임은 독립적으로 부호화되고 인터리빙되고 변조되는 τ 개의 서브스트림들로 구성되는데 상기 τ 는 상기 DBLAST 송신부(140) 또는 DBLAST 수신부(240)에 구비되는 송신 또는 수신 안테나들의 개수들이다. 통상적으로 DBLAST 시스템에서 송신 안테나의 개수와 수신 안테나의 개수는 동일하다.

상기 송신기(100)의 동작을 상세히 설명하면, 상기 채널 부호화부(110)는 입력신호 I_τ 에 대하여 채널 부호화를 수행하고 채널 부호화된 신호 C_τ 를 출력한다. 상기 인터리버(120)는 채널 부호화된 신호 C_τ 에 대하여 인터리빙을 수행하고 인터리빙된 신호 L_τ 를 출력한다. 상기 변조부(130)는 인터리빙된 신호 L_τ 를 소정의 변조 방식을 이용해서 변조를 수행하고 변조된 신호 M_τ 를 출력한다. 채널 부호화, 인터리빙 및 변조 처리된 신호인 M_τ 가 상기 DBLAST 송신부(140)에 입력되면, 상기 DBLAST 송신부(140)는 상기 입력된 신호인 M_τ 를 다수의 송신 안테나들을 이용해서 순차적으로 번갈아 가면서 전송 신호인 S_τ 의 형태로 송신하는데 이를 시간과 안테나 수에 따라 표시하면 도 2와 같다.

도 2는 도 1의 DBLAST 송신부에서 송신되는 전송신호의 프레임 구조도이다.

도 2에서는, 송신 안테나의 수인 τ 를 4로 예를 든 것으로서, 상기 송신기(100)의 DBLAST 송신부(140)는 서브 시퀀스 M_i ($i=1,2,3,4$)를 4개의 송신 안테나들을 통해서 시간 및 공간적으로 대각 방향으로 분산해서 송신한다.

상기 DBLAST 송신부(140)는 첫 번째 타임 슬롯 TS_1 에서 첫 번째 서브 시퀀스인 M_1 의 첫 번째 n_b 개의 심볼들($M_{1,1} \sim M_{1,n_b}$)을 τ 번째 송신 안테나를 통해서 송신하고, 두 번째 타임 슬롯 TS_2 에서는 서브 시퀀스 M_1 의 두 번째 n_b 개의 심볼들($M_{1,n_b+1} \sim M_{1,2n_b}$)을 $\tau-1$ 번째의 송신 안테나를 통해서 송신한다. 상기한 방식으로 상기 DBLAST 송신부(140)는 네 번째 타임 슬롯 TS_4 에서 서브 시퀀스 M_1 의 마지막 n_b 개의 심볼들($M_{1,3n_b+1} \sim M_{1,4n_b}$)을 첫 번째 송신 안테나를 통해서 송신한다. 즉 서브 시퀀스 M_1 의 심볼들($M_{1,1} \sim M_{1,4n_b}$)이 4개의 송신 안테나들을 통해서 시간 및 공간적으로 분산되면 도 2와 같이 대각선 방향, 즉 안테나 방향으로 전송되는 형태를 가지게 된다.

또한, 상기 DBLAST 송신부(140)는 두 번째 서브 시퀀스인 M_2 를 두 번째 타임 슬롯 TS_2 부터 송신함으로써 두 번째 타임 슬롯 TS_2 에는 서브 시퀀스 M_2 의 첫 번째 n_b 개의 심볼들($M_{2,1} \sim M_{2,n_b}$)을 τ 번째 송신 안테나를 통해서 송신하고, 세 번째

타임 슬롯 TS_3 에서는 서브 시퀀스 M_2 의 두 번째 n_b 개의 심볼들($M_{2,nb+1} \sim M_{2,2nb}$)을 $\tau-1$ 번째의 송신 안테나를 통해서 송신한다. 상기한 방식으로 상기 DBLAST 송신부(140)는 다섯 번째 타임 슬롯 TS_5 에서 서브 시퀀스 M_2 의 마지막 n_b 개의 심볼들($M_{2,3nb+1} \sim M_{2,4nb}$)을 첫 번째 송신 안테나를 통해서 송신한다.

상기 DBLAST 송신부(140)는 세 번째 서브 시퀀스 M_3 및 네 번째 서브 시퀀스 M_4 도 동일한 방식으로 시간 및 공간적으로 분산하여 송신한다. 다만, 상기 DBLAST 송신부(140)는 세 번째 시퀀스 M_3 를 세 번째 타임 슬롯 TS_3 부터 전송하고 네 번째 시퀀스 M_4 를 네 번째 타임 슬롯 TS_4 부터 송신한다. 한편, 상기 DBLAST 송신부(140)는 상기 전송신호인 S_τ 를 모두 동일한 주파수 및 대역폭으로 송신한다.

상기 전송신호 S_τ 는 H의 전달 특성을 가지는 전송채널을 통해서 전송되며 가우시안 잡음 V_t 가 혼입됨으로써 \hat{S}_τ 의 형태가 되고, 상기 수신기(200)는 DBLAST 수신부(240)에 구비된 수신 안테나들을 통해서 상기 \hat{S}_τ 를 수신한다.

그런데, 상기 송신기(100)는 상기 DBLAST 송신부(140)에 구비된 각각의 송신 안테나들을 통해서 상기 S_τ 들을 동시에 송신하기 때문에 일반적인 통신 시스템의 수신기로는 상기 동시에 전송된 신호들을 분리할 수 없다. 따라서 DBLAST 시스템은 Nulling과 Canceling 방식을 이용해서 수신되는 신호인 \hat{S}_τ 들을 분리하고 복원하는데 그 방식을 도 3 및 도 4를 참조하여 상세히 설명한다.

도 3은 도 1의 DBLAST 수신부에서 수신된 신호를 Canceling 하는 동작을 설명하기 위한 프레임 구조도이다.

도 3에서는, 수신 안테나의 수 τ 를 상기 송신 안테나의 수와 동일하게 4로 예로 들었다. 수신된 서브 스트림의 심볼들이 대각선 방향으로 배치되므로 어떤 타임 슬롯에 있어서 $\tau-1$ 개의 다른 수신 안테나로부터의 간섭신호들이 존재하는데 간섭신호들은 대각선 아래에 있는 간섭신호들과 대각선 위에 있는 간섭신호들로 분리된다. 상기 수신기(200)의 DBLAST 수신부(240)는 대각선 아래의 간섭신호들을 채널 응답 H와 이전 타임 슬롯에서 얻어진 수신 신호에 의해 미리 평가된 현재 슬롯의 수신신호 S_τ 로 Canceling 한다. 상기 DBLAST 수신부(240)는 Canceling에 의해 얻어진 신호를 이용해서 Nulling에 의해 대각선 위의 간섭신호들을 얻는다.

도시된 바와 같이, 첫 번째 타임 슬롯 TS_1 에서는 대각선 아래의 신호들만이 존재하므로 상기 DBLAST 수신부(240)는 Canceling에 의해 서브 시퀀스 M_1 에 상응하는 전송된 서브스트림 S_1 의 첫 번째 n_b 개의 심볼들을 얻을 수 있다. 두 번째 및 세 번째 타임 슬롯(TS_2 , TS_3)에서는 대각선 아래와 대각선 위의 간섭신호들이 존재하므로 상기 DBLAST 수신부(240)는 Canceling 및 Nulling에 의해 전송된 서브 스트림 S_1 의 두 번째 및 세 번째의 n_b 개의 심볼들을 얻는다. 네 번째 타임슬롯 TS_4 에서는 대각선 위의 간섭신호들만 존재하므로 상기 DBLAST 수신부(240)는 Nulling에 의해 전송된 서브 스트림 S_1 의 네 번째의 n_b 개의 심볼들을 얻는다.

도 4는 도 1의 DBLAST 수신부에서 수신된 신호를 Nulling 하는 동작을 설명하기 위한 프레임 구조도이다.

도 4에 따르면, 첫 번째 타임 슬롯 TS_1 내지 네 번째 타임 슬롯 TS_4 에서 모두 대각선 위의 간섭신호들만 존재하므로 상기 DBLAST 수신부(240)는 각 타임 슬롯에서 Nulling에 의해 전송된 서브 스트림 S_1 의 n_b 개의 심볼 시퀀스를 얻는다.

상기 DBLAST 수신부(240)는 상기한 바와 같이 Canceling과 Nulling 과정을 반복 수행함으로써 DBLAST 신호를 복원하는데, 상기 DBLAST 신호는 대각 방향으로 전송되기 때문에 나중에 수신한 신호는 처음 수신한 신호보다 간섭신호가 상대적으로 많아진다. 따라서 수신된 DBLAST 신호는 나중에 수신된 신호가 처음 수신된 신호보다 신호대잡음비가 점차 감소하는 계단형 신호대잡음비의 특성을 가진다. 이러한 계단형 신호대잡음비의 특성 때문에 낮은 신호대잡음비에 해당하는 부분은 잡음이 신호의 파워보다 크다. 이에 따라 낮은 신호대잡음비에 해당하는 부분에서는 연립오류가 발생할 수 있고 이러한 연립오류는 오류정정 성능을 저하시킬 수 있는 문제점이 될 수 있다.

상기한 DBLAST 시스템에서 발생할 수 있는 계단형 신호대잡음비의 특성을 개선하기 위해서 G. Foschinidp 의해 제안된 인터리빙 및 디인터리빙 방식은 신호대잡음비가 상호 보완적인 2 개의 부스트림에 적용된다. 상기 인터리빙 및 디인터리빙 방식을 상기 송신 안테나 및 수신 안테나의 개수를 4개로 가정하여 도 5 및 도 6을 참조하여 상세히 설명한다.

도 5는 도 1의 인터리버에서 인터리빙을 하는 과정을 나타내기 위한 구조도이다.

상기 송신기(100)의 DBLAST 송신부(140)에 구비된 안테나의 개수를 4개로 가정했으므로 전송 스트림의 길이는 16 심볼에 해당한다. 따라서 상기 인터리버(120)는 상기 전송 스트림을 4개의 부스트림으로 나눠서 인터리빙을 하게 되고 이는 도 5와 같이 대각형태로 구성된다.

상기 수신기(200)는 Canceling과 Nulling 방식을 통해서 인터리빙된 전송 스트림을 복원하면 상기 전송 스트림은 도 6의 하단에 도시된 구조가 된다. 도 6은 도 1의 디인터리버에서 디인터리빙을 하는 과정을 나타내기 위한 구조도이다.

즉 계단식 신호대잡음비의 구조를 가지는 DBLAST 신호인 상기 전송 스트림은 신호대잡음비가 큰 순서대로 부스트림이 구성된다. 이 때, 상기 수신기(200)의 디인터리버(220)는 상기 전송 스트림을 디인터리빙을 하게 되고 이에 따라 상기 전송 스트림은 도 6의 상단에 도시된 구조와 같이 신호대잡음비가 상호 보완적인 형태를 이루게 되며 상기 디인터리버(220)는 이렇게 구성된 전송 스트림을 최대 가능성 복호기인 상기 복조부(230)로 입력한다.

상기한 바와 같은 인터리빙 및 디인터리빙 방식은 신호대잡음비가 상호 보완적인 2개의 부스트림에 대해서만 적용됨으로써 송신 안테나 및 수신 안테나를 각각 4개라 가정했을 경우에 서로 다른 4개의 채널응답에 대해서는 단지 2개의 채널응답만 이용할 수 있다. 이에 따라 DBLAST 다중 송수신 안테나의 모든 채널응답을 이용하지 못하게 되고 이는 여전히 연립오류를 발생시킬 수 있는 문제점과 최대 가능성 복호기의 성능을 저하시켜서 결국에는 DBLAST 시스템의 비트오율 성능을 저하시키는 문제점을 발생시킨다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 모든 부스트림을 사용하는 인터리빙 및 디인터리빙을 적용한 신호 반복기법을 수행하는 DBLAST 시스템의 송신기 및 수신기를 제공함에 있다.

상기한 목적을 달성하기 위한 DBLAST 시스템의 송신기는 전송신호의 스트림을 구성하는 부스트림들을 모두 이용해서 인터리빙하는 인터리버, 상기 인터리버를 통해서 인터리빙된 전송신호를 역배열한 신호를 생성하는 심볼 반복기 및 상기 인터리빙된 전송신호와 역배열한 신호를 다중 송신 안테나를 통해서 송신하는 DBLAST 송신부를 포함함을 특징으로 한다.

또한, DBLAST 시스템의 수신기는 DBLAST 방식에 따라 전송된 신호들을 다중 수신 안테나를 통해서 수신하는 DBLAST 수신부, 상기 DBLAST 수신부를 통해서 수신된 신호들을 결합하는 반복심볼 결합기, 상기 반복심볼 결합기를 통해서 결합된 신호의 스트림을 구성하는 부스트림들을 모두 이용해서 디인터리빙하는 디인터리버 및 상기 디인터리버에 디인터리빙된 신호를 복호화하는 채널부호 복호기를 포함함을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

이하 본 발명의 바람직한 실시예들을 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 인터리빙을 수행하는 DBLAST 송신기의 구성을 나타낸 블록도이다.

상기 DBLAST 송신기(300)의 채널 부호화부(310)는 전송할 데이터가 입력되면 채널 부호화를 수행해서 채널 부호화된 데이터를 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 인터리버(320)에 입력하는데 상기 인터리버(320)를 도 7의 블록도를 참조하여 상세히 설명한다.

도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 인터리버의 구성을 나타낸 블록도이다.

상기 채널 부호화부(310)에서 입력된 채널 부호화된 데이터는 상기 인터리버(320)의 버퍼(321)에 저장되고, 컨트롤러(322)는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 프로그램된 인터리빙 패턴에 따라 상기 버퍼(321)에 저장된 채널 부호화된 데이터를 인터리빙한다. 그러면 상기 컨트롤러(322)에서 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 인터리빙 패턴에 따라 인터리빙하는 방식을 송신 안테나를 4개라 가정하고 도 9를 참조하여 상세히 설명한다.

도 9는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 인터리빙 방식을 설명하기 위한 구조도이다.

송신 안테나를 4개라 가정했으므로 전송 스트림의 길이는 16 심볼에 해당하며 상기 인터리버(320)의 컨트롤러(322)는 상기 전송 스트림을 4개의 부스트림으로 나눠서 인터리빙을 한다. 이때 상기 컨트롤러(322)는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 인터리빙 패턴에 따라 모든 부스트림을 섞어준다. 종래처럼 2개의 부스트림에 대해서만 인터리빙을 하지 않고 모든 부스트림에 대해서 인터리빙을 하면 채널의 다양성이 늘어나 연접오류들이 독립적으로 랜덤(random)한 오류들로 바뀐다. 즉 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 인터리빙 패턴에 따르면 종래의 문제점인 연접오류의 발생을 억제시킬 수 있다. 그리고 상기 컨트롤러(322)는 이렇게 인터리빙된 전송 스트림을 도 7의 심볼사상기(330)로 입력한다.

상기 심볼사상기(330)는 상기 인터리버(320)에서 인터리빙된 전송 스트림을 구성하는 비트들을 묶어서 전송할 수 있는 심볼로 만들어 DBLAST 송신부(340) 및 심볼반복기(350)로 입력한다. 상기 심볼반복기(350)는 DBLAST 시스템에서 발생하는 계단형의 신호대잡음비 특성을 개선하기 위해서 제안된 신호반복기법을 수행하기 위한 구성부이다. 신호반복기법이란 서로 다른 주파수로 동일한 신호를 반복해서 전송하는 방법으로써 도 10을 참조하여 상세히 설명한다.

도 10은 신호반복기법에 따라 서로 다른 주파수를 통해서 전송되는 DBLAST 신호의 구조도이다.

도 10에 따르면, 제1주파수를 통해서는 일반적인 DBLAST 전송방법을 사용하고 제2주파수를 통해서는 반복된 신호를 전송하되 제1주파수를 통해서 전송된 신호를 반대방향으로 뒤집은 형태로 전송하는 방법을 사용한다. 따라서 제1주파수에 의해 전송된 신호가 간섭신호의 영향을 많이 받아서 신호대잡음비가 낮은 부분이 제2주파수에 의해 전송된 신호에서는 신호대잡음비가 높은 부분에 해당하게 된다. 그 결과, 수신단에서 두 신호를 결합시키면 일정한 수준의 신호대잡음비를 가지는 수신신호를 얻게 된다. 이에 따라, DBLAST 시스템에서 발생하는 계단형 신호대잡음비로 발생하는 연접오류를 최소화할 수 있다. 그러면, 신호반복기법을 수행하기 위해서 원신호를 반대방향으로 뒤집는 과정을 수행하는 상기 심볼반복기(350)를 도 11의 블록도를 참조하여 상세히 설명한다.

도 11은 도 7의 심볼반복기의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 7의 심볼사상기(330)에서 심볼 처리된 신호는 상기 심볼반복기(350)의 버퍼(351)에 저장되며, 상기 심볼반복기(350)는 상기 버퍼(351)에 저장된 신호를 컨트롤러(352) 및 심볼 역회전기(353)에 입력한다. 상기 심볼 역회전기(353)는 카운터(354)에서 제공되는 카운트값에 따라 심볼 처리된 신호를 역배열해서 상기 컨트롤러(352)에 입력한다. 상기 컨트롤러(352)는 상기 버퍼(351)로부터 바로 입력되는 신호와 상기 신호를 역배열한 신호를 상기 심볼 역회전기(353)로부터 입력받아서 상기 DBLAST 송신부(340)로 입력한다.

상기 DBLAST 송신부(340)는 상기 심볼사상기(330) 및 심볼반복기(350)에서 입력된 신호들을 다수의 송신 안테나들을 사용하여 시간 및 공간적으로 송신한다. 여기서 상기 DBLAST 송신부(340)는 상기 심볼사상기(330) 및 심볼반복기(350)에서 출력되는 2개의 신호들을 2개의 주파수를 이용하여 송신해야 한다. 따라서 단일 반송파 시스템의 경우에는 2개의 RF(Radio Frequency)모듈이 필요하지만 다중 반송파 시스템의 경우에는 1개의 RF 모듈만으로 구현할 수도 있다. 즉, OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 시스템에서는 서로 다른 부반송파로 신호반복기법을 수행하는데, 이때 다른 부반송파는 채널의 코히어런스(Coherence) 대역폭보다 더 크도록 잡는다.

다음으로 상기 DBLAST 송신부(340)에서 송신된 두 신호를 수신해서 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 디인터리빙을 수행하는 DBLAST 수신기를 도 12의 블록도를 참조하여 상세히 설명한다.

도 12는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 디인터리빙을 수행하는 DBLAST 수신기의 구성을 나타낸 블록도이다.

상기 DBLAST 수신기(400)의 DBLAST 수신부(410)는 송신단에서 서로 다른 주파수로 전송한 서로 다른 2개의 신호를 서로 다른 주파수 특성에 의해 2개의 신호로 수신한다. 한편, 송신단에서 OFDM 변조 방식에 따라 2개의 신호를 전송하는 경우에는 상기 DBLAST 수신부(410)도 OFDM 복조 방식에 따라 2개의 신호를 수신한다.

반복심볼결합기(420)는 상기 DBLAST 수신부(410)를 통해서 수신된 2개의 신호를 서로 엇갈리게 결합함으로써 일정한 수준의 신호대잡음비를 가지는 수신신호를 출력하는데 이를 도 13의 블록도를 참조하여 상세히 설명한다.

도 13은 도 12의 반복심볼결합기의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 12의 DBLAST 수신부(410)를 통해서 수신된 2개의 신호는 각각 제1버퍼(421) 및 제2버퍼(422)에 저장되며, 상기 반복심볼결합기(420)는 상기 제2버퍼(422)에 저장된 신호를 심볼 역회전기(423)에 입력한다. 상기 심볼 역회전기(423)는 도 11의 심볼 역회전기(353)와 동일한 동작을 수행하는데 상기 심볼 역회전기(423)에 입력되는 신호는 도 11의 심볼 역회전기(353)에서 출력되는 신호이다. 따라서 상기 심볼 역회전기(423)에서 출력되는 신호는 도 11의 심볼 역회전기(353)에 입력된 신호와 동일하다. 상기 제1버퍼(421) 및 심볼 역회전기(423)에서 출력되는 신호들은 결합부(424)에서 결합되어 심볼 역사상기(430)로 입력된다. 상기 반복심볼결합기(420)에서 2개의 신호를 결합함으로써 일정한 수준의 신호대잡음비를 얻게 되는데 그 과정을 도 14를 참조하여 상세히 설명한다.

도 14는 신호반복기법에 따라 반복된 신호를 수신단에서 결합하는 과정과 결합된 신호의 신호대잡음비를 나타낸 구조도이다.

첫 번째 타임 슬롯 TS_1 으로부터 τ 번째의 타임 슬롯 TS_τ 까지 각각 $0, 1, \dots, \tau-1$ 개의 간섭신호가 존재한다. 이에 따라 두

신호의 신호대잡음비는 각각 $| \eta_{n_t}^S |^2 \rho / n_t, | \eta_{n_t-1}^S |^2 \rho / n_t, \dots, | \eta_1^S |^2 \rho / n_t$ 가 되며, 자유도는 $2n_t, 2(n_t-1), \dots, 2$ 가 된다. 상기 두 신호를 엇갈려서 결합함에 의해 얻어지는 신호의 신호대잡음비는 각각

$(| \eta_{n_t}^S |^2 + | \eta_1^S |^2) \frac{\rho}{n_t}, (| \eta_{n_t-1}^S |^2 + | \eta_{n_t}^S |^2) \frac{\rho}{n_t}, \dots, (| \eta_1^S |^2 + | \eta_{n_t}^S |^2) \frac{\rho}{n_t}$ 가 되며, 각각 $2(n_t+1), 2(n_t+1), \dots, 2(n_t+1)$ 의 자유도를 가지는 Chi-square 분포로 모델링된다.

다시 도 12를 참조하여 본 발명을 설명하면, 상기 반복심볼결합기(420)에서 결합된 신호가 심볼 역사상기(430)로 입력되어서 복원되면 도 15의 하단에 도시된 스트림 구조를 가지게 된다. 상기 심볼 역사상기(430)는 상기 복원된 스트림을 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 디인터리버(440)에 입력하는데 상기 디인터리버(440)를 도 16의 블록도를 참조하여 상세히 설명한다.

도 16은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 디인터리버의 구성을 나타낸 블록도이다.

상기 심볼 역사상기(430)에서 복원된 스트림은 상기 디인터리버(440)의 버퍼(441)에 저장되고, 컨트롤러(442)는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 프로그램된 디인터리빙 패턴에 따라 상기 버퍼(441)에 저장된 스트림을 디인터리빙한다. 그러면 도 15의 하단에 도시된 스트림의 구조가 전체 스트림을 구성하는 각각의 부스트림의 신호가 모두 디인터리빙되어서 상단에 도시된 구조와 같은 스트림으로 구성된다. 도 15의 상단의 구조와 같이 디인터리빙된 스트림은 채널부호 복호기(450)로 입력되면, 상기 채널부호 복호기(450)는 최종적인 정보비트를 생성한다.

상술한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 여러 가지 변형이 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 실시될 수 있다. 따라서 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정할 것이 아니고 특허청구범위 뿐만 아니라 특허청구범위와 균등한 것에 의해 정해져야 한다.

발명의 효과

상술한 바와 같은 본 발명에 따르면, DBLAST 전송신호의 스트림을 구성하는 부스트림들을 모두 이용해서 인터리빙 및 디인터리빙을 함으로써, 채널의 다양성이 늘어나 연집오류들이 독립적으로 랜덤한 오류들로 바뀌는 연집오류의 발생 억제 효과가 있다.

또한, 연집오류의 발생을 억제함으로써 수신단에서는 신호대잡음비가 개선된 수신신호를 얻게되고 이에 따라 오류정정 성능이 개선되는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

DBLAST(Diagonal Bell Laboratories Layered Space-Time) 시스템의 송신기에 있어서,

전송신호의 스트림을 구성하는 부스트림들을 모두 이용해서 인터리빙하는 인터리버;

상기 인터리버를 통해서 인터리빙된 전송신호를 역배열한 신호를 생성하는 심볼 반복기; 및

상기 인터리빙된 전송신호와 역배열한 신호를 다중 송신 안테나를 통해서 송신하는 DBLAST 송신부를 포함함을 특징으로 하는 DBLAST 시스템의 송신기.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 인터리버는,

상기 전송신호가 채널부호화 되어서 저장되는 버퍼; 및

상기 버퍼에 저장된 전송신호의 스트림을 구성하는 부스트림들을 모두 이용해서 인터리빙하는 컨트롤러를 포함함을 특징으로 하는 DBLAST 시스템의 송신기.

청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 DBLAST 송신부는 상기 인터리버를 통해서 인터리빙된 전송신호와 상기 심볼 반복기를 통해서 역배열된 신호를 서로 다른 주파수를 통해서 송신함을 특징으로 하는 DBLAST 시스템의 송신기.

청구항 4.

제 1항에 있어서,

상기 DBLAST 송신부는 상기 인터리버를 통해서 인터리빙된 전송신호와 상기 심볼 반복기를 통해서 역배열된 신호를 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식에 따라 송신함을 특징으로 하는 DBLAST 시스템의 송신기.

청구항 5.

DBLAST 시스템의 수신기에 있어서,

DBLAST 방식에 따라 전송된 신호들을 다중 수신 안테나를 통해서 수신하는 DBLAST 수신부;

상기 DBLAST 수신부를 통해서 수신된 신호들을 결합하는 반복심볼 결합기;

상기 반복심볼 결합기를 통해서 결합된 신호의 스트림을 구성하는 부스트림들을 모두 이용해서 디인터리빙하는 디인터리버; 및

상기 디인터리버에 디인터리빙된 신호를 복호화하는 채널부호 복호기를 포함함을 특징으로 하는 DBLAST 시스템의 수신기.

청구항 6.

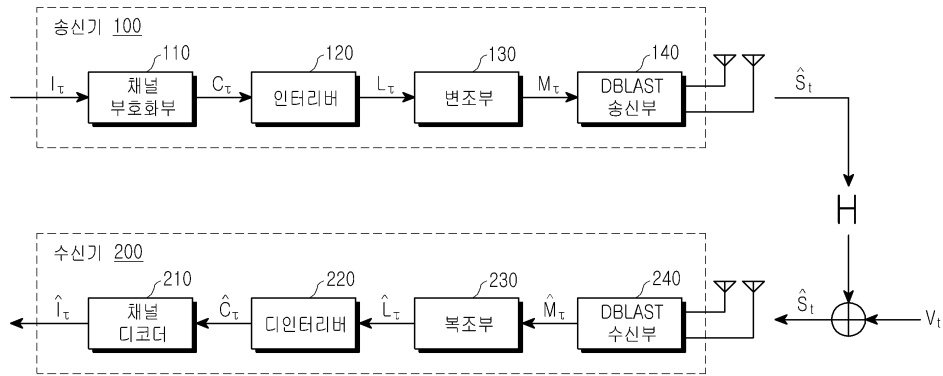
제 5항에 있어서, 상기 디인터리버는,

상기 반복심볼 결합기에서 결합된 신호가 복원되어서 저장되는 버퍼; 및

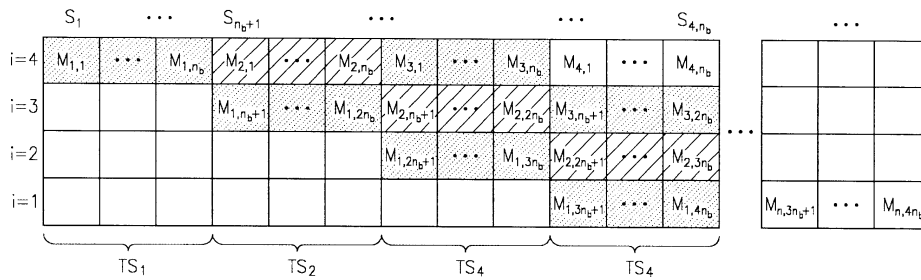
상기 버퍼에 저장된 결합된 신호의 스트림을 구성하는 부스트림들을 모두 이용해서 디인터리빙하는 컨트롤러를 포함함을 특징으로 하는 DBLAST 시스템의 수신기.

도면

도면1



도면2



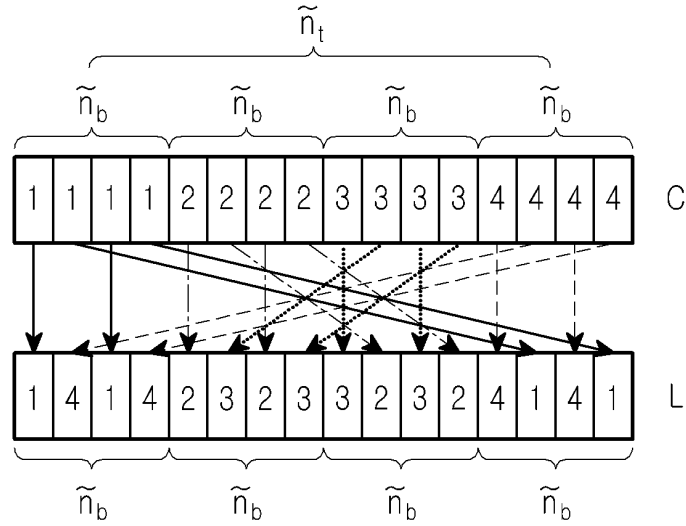
도면3

	S_1	...	S_{n_b+1}	...	...	S_{4,n_b}
$i=4$	$S_{1,4}$	...	S_{n_b+4}	$S_{n_b+1,4}$	...	S_{4,n_b+4}
$i=3$	$S_{1,3}$	...	S_{n_b+3}	$S_{n_b+1,3}$	...	S_{4,n_b+3}
$i=2$	$S_{1,2}$	...	S_{n_b+2}	$S_{n_b+1,2}$	...	S_{4,n_b+2}
$i=1$	$S_{1,1}$	...	S_{n_b+1}	$S_{n_b+1,1}$	...	S_{4,n_b+1}
	TS ₁		TS ₂		TS ₄	
	canceling				nulling	

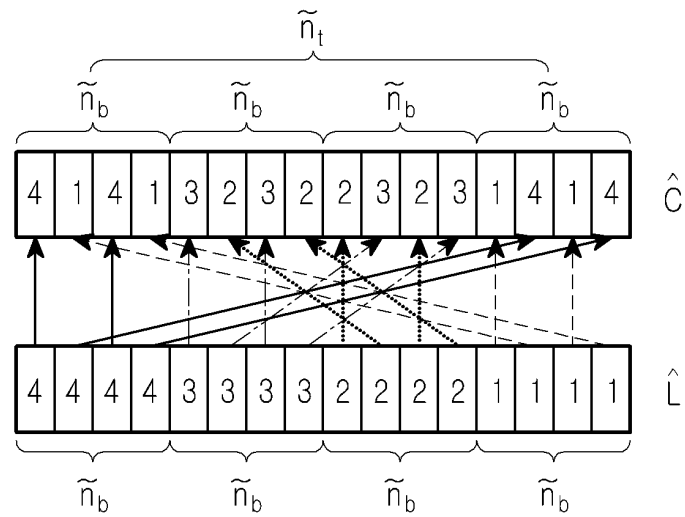
도면4

	S_1	...	S_{n_b+1}	...	...	S_{4,n_b}
$i=4$	$S_{1,4}$	...	S_{n_b+4}	$S_{n_b+1,4}$	...	S_{4,n_b+4}
$i=3$			S_{n_b+3}	$S_{n_b+1,3}$	...	S_{4,n_b+3}
$i=2$				$S_{n_b+1,2}$	...	S_{4,n_b+2}
$i=1$					$S_{n_b+1,1}$	S_{4,n_b+1}
	TS ₁		TS ₂		TS ₄	

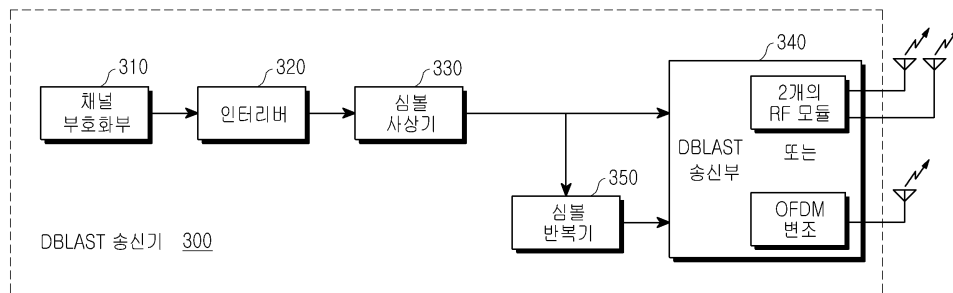
도면5



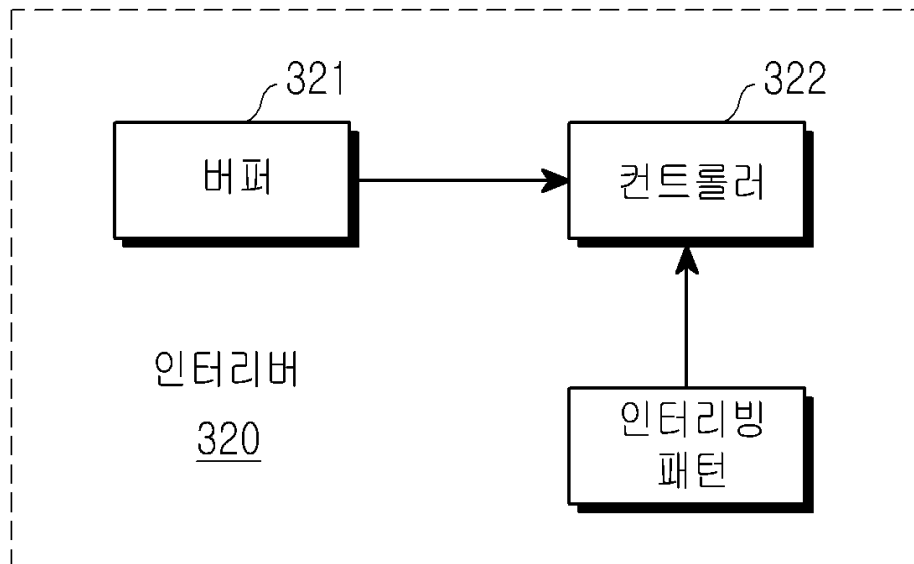
도면6



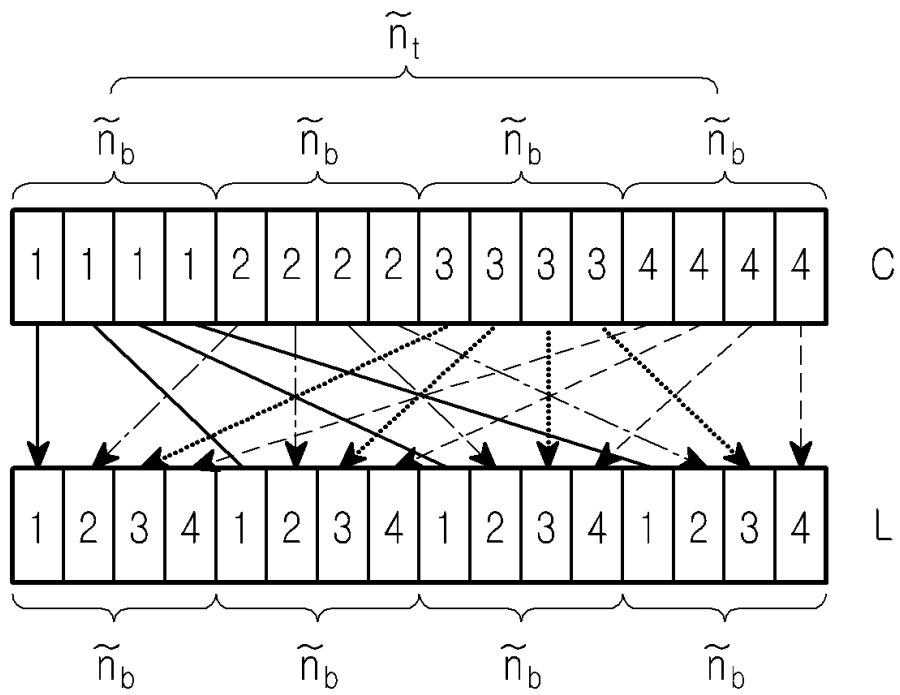
도면7



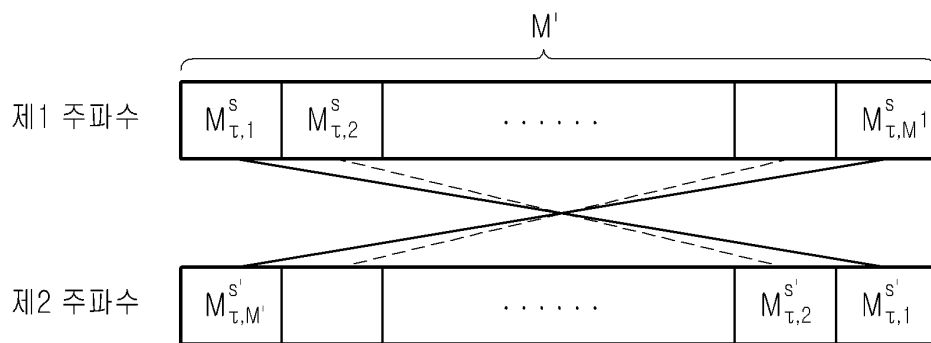
도면8



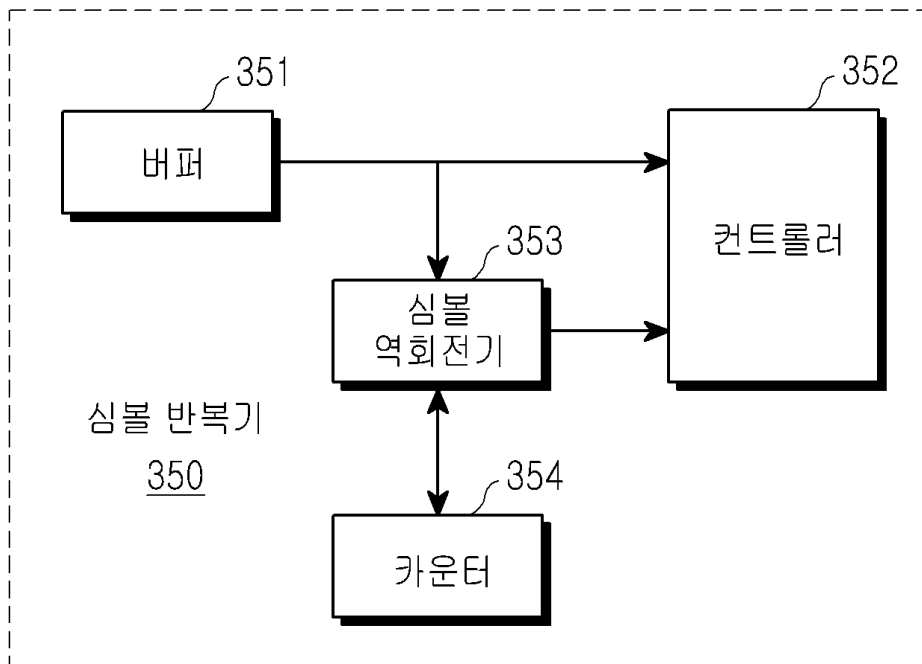
도면9



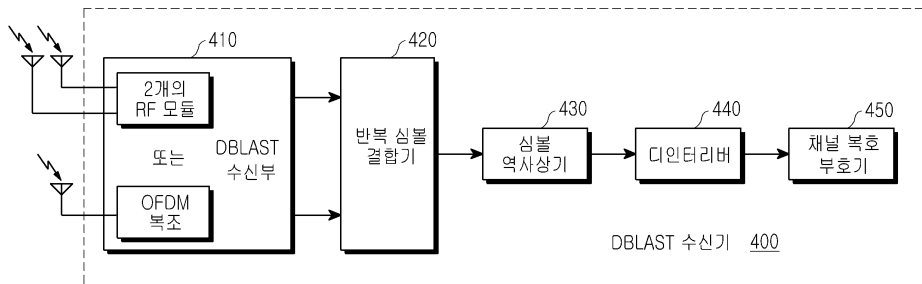
도면10



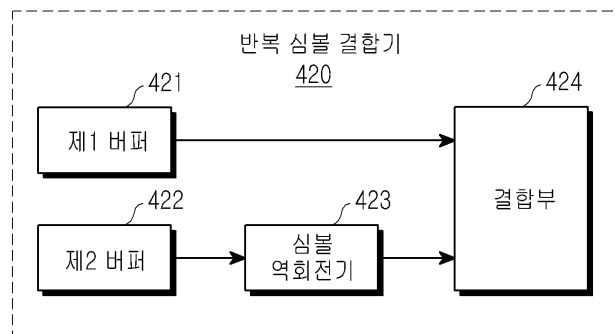
도면11



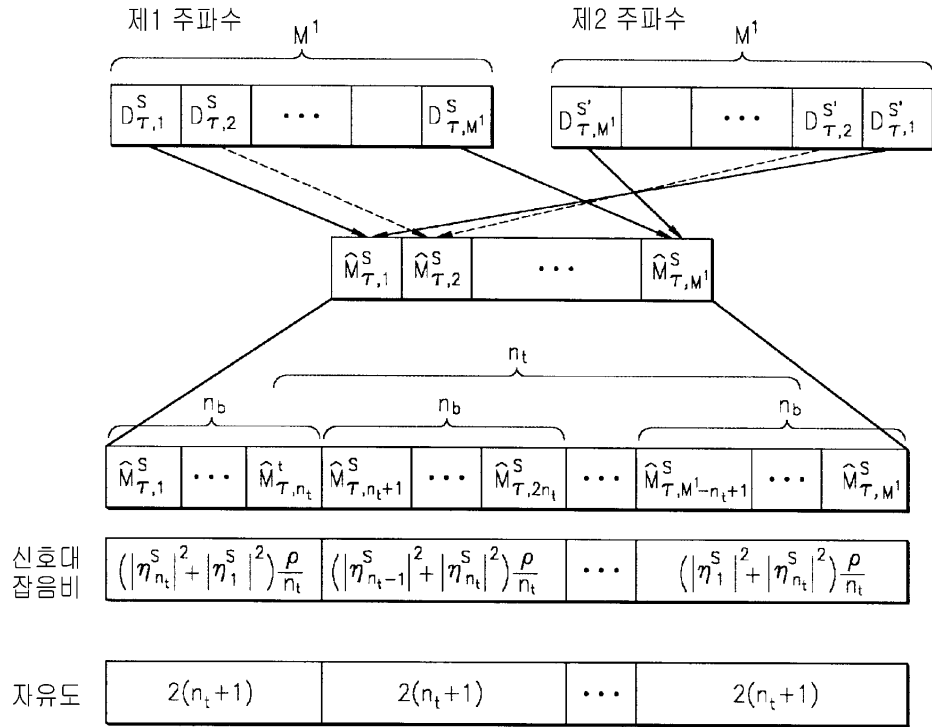
도면12



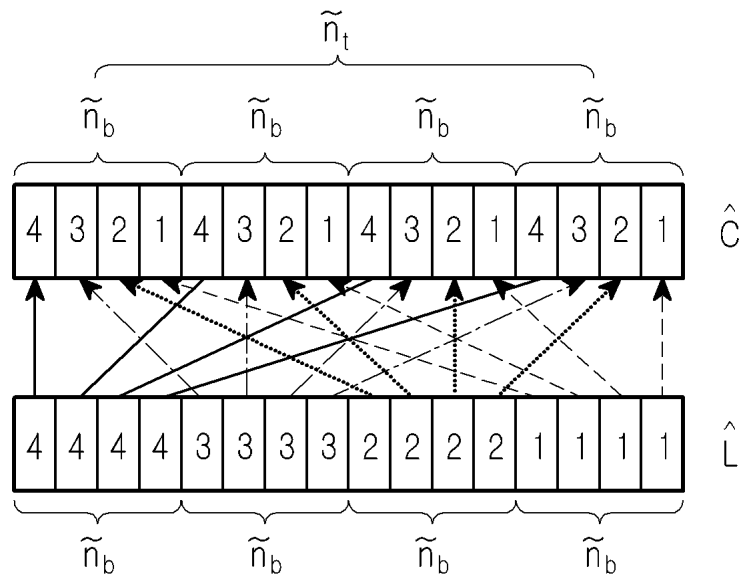
도면13



도면14



도면15



도면16

