



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0077128
(43) 공개일자 2016년07월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/26 (2006.01) H03M 13/11 (2006.01)
H03M 13/27 (2006.01) H04B 7/04 (2006.01)
H04H 20/71 (2008.01) H04L 27/34 (2006.01)
H04L 27/36 (2006.01) H04L 27/38 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H04L 27/2602 (2013.01)
H03M 13/1102 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7013727
(22) 출원일자(국제) 2014년11월24일
심사청구일자 2016년05월24일
(85) 번역문제출일자 2016년05월24일
(86) 국제출원번호 PCT/KR2014/011309
(87) 국제공개번호 WO 2015/076629
국제공개일자 2015년05월28일
(30) 우선권주장
61/908,728 2013년11월25일 미국(US)
(뒷면에 계속)
- (71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
- (72) 발명자
정병국
서울특별시 서초구 양재대로11길 19
교우석
서울특별시 서초구 양재대로11길 19
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김용인, 방해철

전체 청구항 수 : 총 8 항

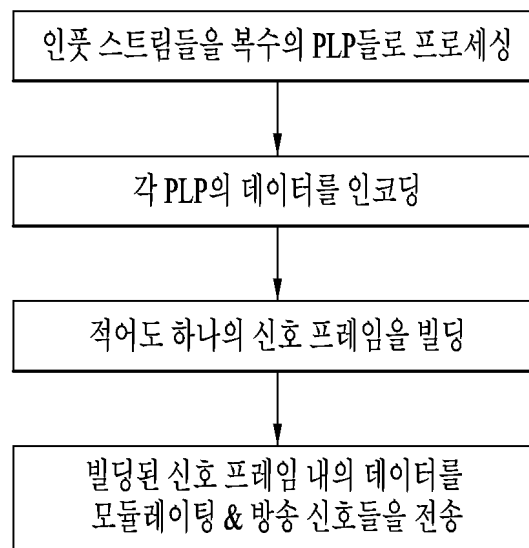
(54) 발명의 명칭 방송 신호 송신 장치, 방송 신호 수신 장치, 방송 신호 송신 방법 및 방송 신호 수신 방법

(57) 요약

본 발명은 방송 신호 송신 방법을 제공한다. 방송 신호 송신 방법은 인풋 스트림들을 복수의 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes, PLPs)로 프로세싱하는 단계; 각 PLP의 데이터를 코드 레이트에 따라 인코딩하는 단계, 여기서 상기 PLP의 데이터를 인코딩하는 단계는, 적어도 하나의 PLP의 데이터를 LDPC(Low Density

(뒷면에 계속)

대표도 - 도133



Parity Check) 코드로 인코딩하는 단계, 상기 LDPC 인코딩된 PLP의 데이터를 비트인터리빙하는 단계, 상기 코드 레이트에 따라 상기 비트 인터리빙된 데이터를 컨스텔레이션들의 세트로 매핑하는 단계, 상기 매핑된 데이터를 MIMO (Multi Input Multi Output) 인코딩하는 단계, 및 상기 MIMO 인코딩된 데이터를 타임 인터리빙하는 단계를 포함함; 상기 PLP의 인코딩된 데이터를 매핑하여 적어도 하나의 신호 프레임을 빌딩하는 단계; 및 상기 빌딩된 신호 프레임 내의 데이터를 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방법을 이용하여 모듈레이팅하고, 상기 모듈레이팅된 데이터를 갖는 상기 방송 신호들을 전송하는 단계를 포함하고, 여기서 각 PLP의 상기 비트 인터리빙된 데이터는 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), NUQ (Non Uniform QAM), 또는 NUC (Non Uniform Constellation) 중 하나를 이용하여 매핑될 수 있다.

(52) CPC특허분류

H03M 13/2792 (2013.01)
H04B 7/0413 (2013.01)
H04H 20/71 (2013.01)
H04L 27/2627 (2013.01)
H04L 27/2697 (2013.01)
H04L 27/3416 (2013.01)
H04L 27/3444 (2013.01)
H04L 27/361 (2013.01)
H04L 27/38 (2013.01)

(30) 우선권주장

61/908,729	2013년11월25일	미국(US)
61/908,730	2013년11월26일	미국(US)
61/908,731	2013년11월26일	미국(US)
61/908,732	2013년11월26일	미국(US)
61/908,734	2013년11월26일	미국(US)
61/908,736	2013년11월26일	미국(US)
61/908,738	2013년11월26일	미국(US)
61/908,739	2013년11월26일	미국(US)
61/908,741	2013년11월26일	미국(US)

(72) 발명자

홍영진

서울특별시 서초구 양재대로11길 19

홍성룡

서울특별시 서초구 양재대로11길 19

황재호

서울특별시 서초구 양재대로11길 19

명세서

청구범위

청구항 1

방송 신호들을 전송하는 방법에 있어서,

인풋 스트림들을 복수의 피지컬 레이어 파이프들 (Physical Layer Pipes, PLPs)로 프로세싱하는 단계;

각 PLP의 데이터를 코드 레이트에 따라 인코딩하는 단계, 여기서 상기 PLP의 데이터를 인코딩하는 단계는, 적어도 하나의 PLP의 데이터를 LDPC (Low Density Parity Check) 코드로 인코딩하는 단계, 상기 LDPC 인코딩된 PLP의 데이터를 비트인터리빙하는 단계, 상기 코드 레이트에 따라 상기 비트 인터리빙된 데이터를 컨스텔레이션들의 세트로 매핑하는 단계, 상기 매핑된 데이터를 MIMO (Multi Input Multi Output) 인코딩하는 단계, 및 상기 MIMO 인코딩된 데이터를 타임 인터리빙하는 단계를 포함함;

상기 PLP의 인코딩된 데이터를 매핑하여 적어도 하나의 신호 프레임을 빌딩하는 단계; 및

상기 빌딩된 신호 프레임 내의 데이터를 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방법을 이용하여 모듈레이팅하고, 상기 모듈레이팅된 데이터를 갖는 상기 방송 신호들을 전송하는 단계를 포함하고,

여기서 각 PLP의 상기 비트 인터리빙된 데이터는 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), NUQ (Non Uniform QAM), 또는 NUC (Non Uniform Constellation) 중 하나를 이용하여 매핑되는 방송 신호 송신 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 컨스텔레이션들은 컴플렉스 플레인의 인-페이즈 (in-phase) 축에 대칭되도록 배치되고,

상기 컨스텔레이션들은 상기 컴플렉스 플레인의 쿼드러처 (quadrature) 축에 대칭되도록 배치되는 방송 신호 송신 방법.

청구항 3

방송 신호들을 수신하는 방법에 있어서,

적어도 하나의 신호 프레임을 갖는 상기 방송 신호들을 수신하고, 상기 신호 프레임 내의 데이터를 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방법을 이용하여 디모듈레이팅하는 단계;

복수의 피지컬 레이어 파이프들 (Physical Layer Pipes, PLPs)의 데이터를 디매핑하여 상기 적어도 하나의 신호 프레임을 파싱하는 단계;

각 PLP의 데이터를 코드 레이트에 따라 디코딩하는 단계, 여기서 상기 PLP의 데이터를 디코딩하는 단계는, 적어도 하나의 PLP의 데이터를 타임 디인터리빙하는 단계, 상기 타임 디인터리빙된 상기 PLP의 데이터를 MIMO (Multi Input Multi Output) 디코딩하는 단계, 상기 MIMO 디코딩된 데이터를 상기 코드 레이트에 따라 컨스텔레이션들의 세트로부터 디매핑하는 단계, 상기 디매핑된 데이터를 비트 디인터리빙하는 단계, 및 상기 비트 디인터리빙된 데이터를 LDPC (Low Density Parity Check) 코드로 디코딩하는 단계를 포함함; 및

아웃풋 스트림들을 출력하기 위해 각 PLP의 상기 디코딩된 데이터를 프로세싱하는 단계를 포함하고,

여기서 각 PLP의 상기 MIMO 디코딩된 데이터는 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), NUQ (Non Uniform QAM), 또는 NUC (Non Uniform Constellation) 중 하나를 이용하여 디매핑되는 방송 신호 수신 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 컨스텔레이션들은 컴플렉스 플레인의 인-페이즈 (in-phase) 축에 대칭되도록 배치되고,

상기 컨스텔레이션들은 상기 컴플렉스 플레인의 쿼드러처 (quadrature) 축에 대칭되도록 배치되는 방송 신호 수

신 방법.

청구항 5

방송 신호들을 전송하는 장치에 있어서,

인풋 스트림들을 복수의 피지컬 레이어 파이프들 (Physical Layer Pipes, PLPs)로 프로세싱하는 인풋 프로세싱 모듈;

각 PLP의 데이터를 코드 레이트에 따라 인코딩하는 인코딩 모듈, 여기서 상기 인코딩 모듈은, 적어도 하나의 PLP의 데이터를 LDPC (Low Density Parity Check) 코드로 인코딩하는 LDPC 블록, 상기 LDPC 인코딩된 PLP의 데이터를 비트인터리빙하는 비트 인터리빙 블록, 상기 코드 레이트에 따라 상기 비트 인터리빙된 데이터를 컨스텔레이션들의 세트로 매핑하는 매핑 블록, 상기 매핑된 데이터를 MIMO (Multi Input Multi Output) 인코딩하는 MIMO 인코딩 블록, 및 상기 MIMO 인코딩된 데이터를 타임 인터리빙하는 타임 인터리빙 블록을 포함함;

상기 PLP의 인코딩된 데이터를 매핑하여 적어도 하나의 신호 프레임을 빌딩하는 프레임 빌딩 모듈; 및

상기 빌딩된 신호 프레임 내의 데이터를 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방법을 이용하여 모듈레이팅하고, 상기 모듈레이팅된 데이터를 갖는 상기 방송 신호들을 전송하는 OFDM 모듈을 포함하고,

여기서 각 PLP의 상기 비트 인터리빙된 데이터는 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), NUQ (Non Uniform QAM), 또는 NUC (Non Uniform Constellation) 중 하나를 이용하여 매핑되는 방송 신호 송신 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 컨스텔레이션들은 컴플렉스 플레인의 인-페이즈 (in-phase) 축에 대칭되도록 배치되고,

상기 컨스텔레이션들은 상기 컴플렉스 플레인의 쿼드러처 (quadrature) 축에 대칭되도록 배치되는 방송 신호 송신 장치.

청구항 7

방송 신호들을 수신하는 장치에 있어서,

적어도 하나의 신호 프레임을 갖는 상기 방송 신호들을 수신하고, 상기 신호 프레임 내의 데이터를 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방법을 이용하여 디모듈레이팅하는 리시빙 모듈;

복수의 피지컬 레이어 파이프들 (Physical Layer Pipes, PLPs)의 데이터를 디매핑하여 상기 적어도 하나의 신호 프레임을 파싱하는 파싱 모듈;

각 PLP의 데이터를 코드 레이트에 따라 디코딩하는 디코딩 모듈, 여기서 상기 디코딩 모듈은, 적어도 하나의 PLP의 데이터를 타임 디인터리빙하는 타임 디인터리빙 블록, 상기 타임 디인터리빙된 상기 PLP의 데이터를 MIMO (Multi Input Multi Output) 디코딩하는 MIMO 디코딩 블록, 상기 MIMO 디코딩된 데이터를 상기 코드 레이트에 따라 컨스텔레이션들의 세트로부터 디매핑하는 디매핑 블록, 상기 디매핑된 데이터를 비트 디인터리빙하는 비트 디인터리빙 블록, 및 상기 비트 디인터리빙된 데이터를 LDPC (Low Density Parity Check) 코드로 디코딩하는 LDPC 블록을 포함함; 및

아웃풋 스트림들을 출력하기 위해 각 PLP의 상기 디코딩된 데이터를 프로세싱하는 아웃풋 프로세싱 블록을 포함하고,

여기서 각 PLP의 상기 MIMO 디코딩된 데이터는 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), NUQ (Non Uniform QAM), 또는 NUC (Non Uniform Constellation) 중 하나를 이용하여 디매핑되는 방송 신호 수신 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 컨스텔레이션들은 컴플렉스 플레인의 인-페이즈 (in-phase) 축에 대칭되도록 배치되고,

상기 컨스텔레이션들은 상기 컴플렉스 플레인의 쿼드러처 (quadrature) 축에 대칭되도록 배치되는 방송 신호 수

신 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 방송 신호 송신 장치, 방송 신호 수신 장치, 방송 신호를 송수신하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 아날로그 방송 신호 송신이 끝남에 따라, 디지털 방송 신호를 송수신하는 다양한 기술이 개발되고 있다. 디지털 방송 신호는 아날로그 방송 신호보다 더 많은 양의 비디오/오디오 데이터를 포함할 수 있고, 비디오/오디오 데이터에 더하여 다양한 타입의 추가 데이터를 더 포함할 수 있다.

[0003] 즉, 디지털 방송 시스템은 고화질(HD; high definition) 영상, 멀티 채널 오디오 및 다양한 추가 서비스를 제공할 수 있다. 그러나, 디지털 방송을 위해, 많은 양의 데이터의 송신을 위한 데이터 송신 효율, 송수신 네트워크의 강건함(robustness) 및 모바일 수신 장비를 고려한 네트워크 유연성이 개선될 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 방송 신호를 송신하여 시간 도메인에서 2개 이상의 상이한 방송 서비스를 제공하는 방송 송수신 시스템의 데이터를 멀티플렉싱하고 동일한 RF 신호 대역폭을 통해 멀티플렉싱된 데이터를 송신하는 장치 및 방법 및 그에 대응하는 방송 신호를 수신하는 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명의 다른 목적은 방송 신호를 송신하는 장치, 방송 신호를 수신하는 장치 및 방송 신호를 송수신하여 컴포넌트에 의해 서비스에 대응하는 데이터를 분류하고 각 컴포넌트에 대응하는 데이터를 데이터 파이프로서 송신하고 데이터를 수신 및 처리하는 방법을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 다른 목적은 방송 신호를 송신하는 장치, 방송 신호를 수신하는 장치 및 방송 신호를 송수신하여 방송 신호를 제공하는데 필요한 시그널링 정보를 시그널링하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 목적 및 다른 이점을 달성하기 위하여, 본 발명은 방송 신호 송신 방법을 제공한다. 방송 신호 송신 방법은 인풋 스트림들을 복수의 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes, PLPs)로 프로세싱하는 단계; 각 PLP의 데이터를 코드 레이트에 따라 인코딩하는 단계, 여기서 상기 PLP의 데이터를 인코딩하는 단계는, 적어도 하나의 PLP의 데이터를 LDPC (Low Density Parity Check) 코드로 인코딩하는 단계, 상기 LDPC 인코딩된 PLP의 데이터를 비트인터리빙하는 단계, 상기 코드 레이트에 따라 상기 비트 인터리빙된 데이터를 컨스텔레이션들의 세트로 매핑하는 단계, 상기 매핑된 데이터를 MIMO (Multi Input Multi Output) 인코딩하는 단계, 및 상기 MIMO 인코딩된 데이터를 타임 인터리빙하는 단계를 포함함; 상기 PLP의 인코딩된 데이터를 매핑하여 적어도 하나의 신호 프레임을 빌딩하는 단계; 및 상기 빌딩된 신호 프레임 내의 데이터를 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방법을 이용하여 모듈레이팅하고, 상기 모듈레이팅된 데이터를 갖는 상기 방송 신호들을 전송하는 단계를 포함하고, 여기서 각 PLP의 상기 비트 인터리빙된 데이터는 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), NUQ (Non Uniform QAM), 또는 NUC (Non Uniform Constellation) 중 하나를 이용하여 매핑될 수 있다.

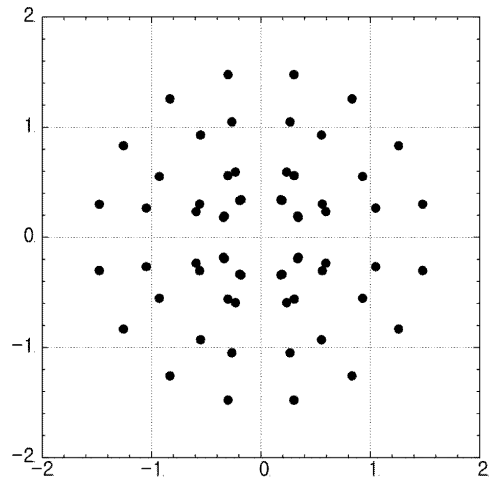
[0008] 바람직하게는, 컨스텔레이션들은 컴플렉스 플레인의 인-페이즈(in-phase) 축에 대칭되도록 배치되고, 또한 컴플렉스 플레인의 쿼드러처(quadrature) 축에 대칭되도록 배치될 수 있다. 각 컨스텔레이션 포인트들은 컴플렉스 플레인의 I와 Q 축에 대해 대칭으로 배치될 수 있다.

[0009] 바람직하게는, 컨스텔레이션 각각은 컴플렉스 플레인 내에서 90도의 배수로 회전될(rotated) 수 있고, 회전된 컨스텔레이션들은 오리지널 컨스텔레이션들과 오버랩될 수 있다.

[0010] 바람직하게는, 비트 인터리빙된 데이터가 NUC를 사용하여 매핑될 때, 컨스텔레이션들의 세트는 임의의

(arbitrary) 모양을 가질 수 있다.

[0011] 바람직하게는, 비트 인터리빙된 데이터가 NUC를 이용하여 매핑되고, 컨스텔레이션들의 수가 64이고, 코드 레이트가 6/15일 때, 컨스텔레이션은 다음과 같이 배치될 수 있다.



[0012]

[0013] 바람직하게는, 각 컨스텔레이션들의 리얼 컴포넌트 (실수부) 및 이미지너리 컴포넌트 (허수부)는 다음의 표와 같이 표현될 수 있다.

$d_0, d_1, \dots, d_{5j}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$
000000	0.1818	0.3417
000001	0.1932	0.3354
000010	0.2339	0.5929
000011	0.3030	0.5607
000100	0.3417	0.1818
000101	0.3354	0.1932
000110	0.5929	0.2339
000111	0.5607	0.3030
001000	0.3007	1.4778
001001	0.8324	1.2575
001010	0.2662	1.0483
001011	0.5530	0.9295
001100	1.4778	0.3007
001101	1.2575	0.8324
001110	1.0483	0.2662
001111	0.9295	0.5530

[0014]

010000	-0.1818	0.3417
010001	-0.1932	0.3354
010010	-0.2339	0.5929
010011	-0.3030	0.5607
010100	-0.3417	0.1818
010101	-0.3354	0.1932
010110	-0.5929	0.2339
010111	-0.5607	0.3030
011000	-0.3007	1.4778
011001	-0.8324	1.2575
011010	-0.2662	1.0483
011011	-0.5530	0.9295
011100	-1.4778	0.3007
011101	-1.2575	0.8324
011110	-1.0483	0.2662
011111	-0.9295	0.5530

[0015]

100000	0.1818	-0.3417
100001	0.1932	-0.3354
100010	0.2339	-0.5929
100011	0.3030	-0.5607
100100	0.3417	-0.1818
100101	0.3354	-0.1932
100110	0.5929	-0.2339
100111	0.5607	-0.3030
101000	0.3007	-1.4778
101001	0.8324	-1.2575
101010	0.2662	-1.0483
101011	0.5530	-0.9295
101100	1.4778	-0.3007
101101	1.2575	-0.8324
101110	1.0483	-0.2662
101111	0.9295	-0.5530

110000	-0.1818	-0.3417
110001	-0.1932	-0.3354
110010	-0.2339	-0.5929
110011	-0.3030	-0.5607
110100	-0.3417	-0.1818
110101	-0.3354	-0.1932
110110	-0.5929	-0.2339
110111	-0.5607	-0.3030
111000	-0.3007	-1.4778
111001	-0.8324	-1.2575
111010	-0.2662	-1.0483
111011	-0.5530	-0.9295
111100	-1.4778	-0.3007
111101	-1.2575	-0.8324
111110	-1.0483	-0.2662
111111	-0.9295	-0.5530

[0016]

[0017]

[0018]

[0019]

[0020]

[0021]

[0022]

[0023]

[0024]

여기서 컨스텔레이션은 첫번째 컬럼에 리스팅되고, 리얼 컴포넌트들의 값들은 두번째 컬럼에 리스팅되고, 이미 지너리 컴포넌트들의 값들은 세번째 컬럼에 리스팅되었다.

바람직하게는, 관련된 PLP에 의해 사용된 컨스텔레이션의 세트는 신호 프레임 내의 PLP 모듈레이션 파라미터에 의해 시그널링될 수 있다.

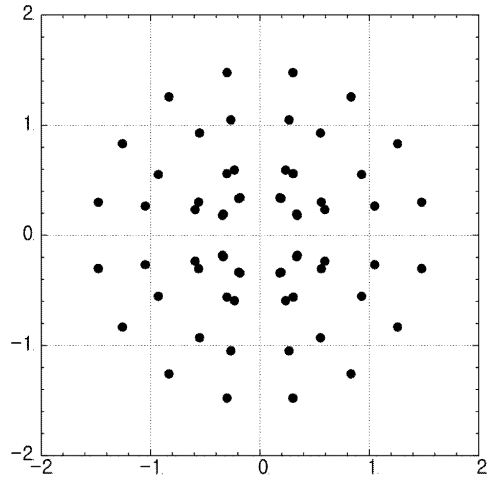
다른 관점에서, 본 발명은 방송 신호들을 수신하는 방법을 제공할 수 있다. 방송 신호들을 수신하는 방법은 적어도 하나의 신호 프레임을 갖는 상기 방송 신호들을 수신하고, 상기 신호 프레임 내의 데이터를 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방법을 이용하여 디모듈레이팅하는 단계; 복수의 피지컬 레이어 파이프들 (Physical Layer Pipes, PLPs)의 데이터를 디매핑하여 상기 적어도 하나의 신호 프레임을 파싱하는 단계; 각 PLP의 데이터를 코드 레이트에 따라 디코딩하는 단계, 여기서 상기 PLP의 데이터를 디코딩하는 단계는, 적어도 하나의 PLP의 데이터를 타임 디인터리빙하는 단계, 상기 타임 디인터리빙된 상기 PLP의 데이터를 MIMO (Multi Input Multi Output) 디코딩하는 단계, 상기 MIMO 디코딩된 데이터를 상기 코드 레이트에 따라 컨스텔레이션들의 세트로부터 디매핑하는 단계, 상기 디매핑된 데이터를 비트 디인터리빙하는 단계, 및 상기 비트 디인터리빙된 데이터를 LDPC (Low Density Parity Check) 코드로 디코딩하는 단계를 포함함; 및 아웃풋 스트림들을 출력하기 위해 각 PLP의 상기 디코딩된 데이터를 프로세싱하는 단계를 포함하고, 여기서 각 PLP의 상기 MIMO 디코딩된 데이터는 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), NUQ (Non Uniform QAM), 또는 NUC (Non Uniform Constellation) 중 하나를 이용하여 디매핑될 수 있다.

바람직하게는, 컨스텔레이션들은 컴플렉스 플레인의 인-페이즈 (in-phase) 축에 대칭되도록 배치되고, 또한 컴플렉스 플레인의 쿼드러처 (quadrature) 축에 대칭되도록 배치될 수 있다. 각 컨스텔레이션 포인트들은 컴플렉스 플레인의 I와 Q 축에 대해 대칭으로 배치될 수 있다.

바람직하게는, 컨스텔레이션 각각은 컴플렉스 플레인 내에서 90도의 배수로 회전될(rotated) 수 있고, 회전된 컨스텔레이션들은 오리지널 컨스텔레이션들과 오버랩될 수 있다.

바람직하게는, MIMO 디코딩된 데이터가 NUC를 이용하여 디매핑될 때, 컨스텔레이션들의 세트는 임의의 (arbitrary) 모양을 가질 수 있다.

바람직하게는, MIMO 디코딩된 데이터가 NUC를 이용하여 디매핑되고, 컨스텔레이션들의 수가 64이고, 코드 레이트가 6/15일 때, 컨스텔레이션은 다음과 같이 배치될 수 있다.



[0025]

[0026]

바람직하게는, 각 컨스텔레이션들의 리얼 컴포넌트 (실수부) 및 이미지너리 컴포넌트 (허수부)는 다음의 표와 같이 표현될 수 있다.

$d_{b,i}d_{1,i}...d_{5,i}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$
00000	0.1818	0.3417
00001	0.1932	0.3354
00010	0.2339	0.5929
00011	0.3030	0.5607
00100	0.3417	0.1818
00101	0.3354	0.1932
00110	0.5929	0.2339
00111	0.5607	0.3030
01000	0.3007	1.4778
01001	0.8324	1.2575
01010	0.2662	1.0483
01011	0.5530	0.9295
01100	1.4778	0.3007
01101	1.2575	0.8324
01110	1.0483	0.2662
01111	0.9295	0.5530

[0027]

01000	-0.1818	0.3417
01001	-0.1932	0.3354
01010	-0.2339	0.5929
01011	-0.3030	0.5607
010100	-0.3417	0.1818
010101	-0.3354	0.1932
010110	-0.5929	0.2339
010111	-0.5607	0.3030
011000	-0.3007	1.4778
011001	-0.8324	1.2575
011010	-0.2662	1.0483
011011	-0.5530	0.9295
011100	-1.4778	0.3007
011101	-1.2575	0.8324
011110	-1.0483	0.2662
011111	-0.9295	0.5530

[0028]

100000	0.1818	-0.3417
100001	0.1932	-0.3354
100010	0.2339	-0.5929
100011	0.3030	-0.5607
100100	0.3417	-0.1818
100101	0.3354	-0.1932
100110	0.5929	-0.2339
100111	0.5607	-0.3030
101000	0.3007	-1.4778
101001	0.8324	-1.2575
101010	0.2662	-1.0483
101011	0.5530	-0.9295
101100	1.4778	-0.3007
101101	1.2575	-0.8324
101110	1.0483	-0.2662
101111	0.9295	-0.5530

[0029]

110000	-0.1818	-0.3417
110001	-0.1932	-0.3354
110010	-0.2339	-0.5929
110011	-0.3030	-0.5607
110100	-0.3417	-0.1818
110101	-0.3354	-0.1932
110110	-0.5929	-0.2339
110111	-0.5607	-0.3030
111000	-0.3007	-1.4778
111001	-0.8324	-1.2575
111010	-0.2662	-1.0483
111011	-0.5530	-0.9295
111100	-1.4778	-0.3007
111101	-1.2575	-0.8324
111110	-1.0483	-0.2662
111111	-0.9295	-0.5530

[0030]

[0031]

[0032]

[0033]

여기서 컨스텔레이션은 첫번째 컬럼에 리스팅되고, 리얼 컴포넌트들의 값들은 두번째 컬럼에 리스팅되고, 이미지너리 컴포넌트들의 값들은 세번째 컬럼에 리스팅되었다.

바람직하게는, 관련된 PLP에 의해 사용된 컨스텔레이션의 세트는 신호 프레임 내의 PLP 모듈레이션 파라미터에 의해 시그널링될 수 있다.

방송 신호 송신 장치는 인풋 스트림들을 복수의 피지컬 레이어 파이프들 (Physical Layer Pipes, PLPs)로 프로세싱하는 인풋 프로세싱 모듈; 각 PLP의 데이터를 코드 레이트에 따라 인코딩하는 인코딩 모듈, 여기서 인코딩 모듈은, 적어도 하나의 PLP의 데이터를 LDPC (Low Density Parity Check) 코드로 인코딩하는 LDPC 블록, LDPC 인코딩된 PLP의 데이터를 비트 인터리빙하는 비트 인터리빙 블록, 코드 레이트에 따라 비트 인터리빙된 데이터를 컨스텔레이션들의 세트로 매핑하는 매핑 블록, 매핑된 데이터를 MIMO (Multi Input Multi Output) 인코딩하는 MIMO 인코딩 블록, 및 상기 MIMO 인코딩된 데이터를 타임 인터리빙하는 타임 인터리빙 블록을 포함함; PLP의 인코딩된 데이터를 매핑하여 적어도 하나의 신호 프레임을 빌딩하는 프레임 빌딩 모듈; 및 상기 빌딩된 신호 프레임 내의 데이터를 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방법을 이용하여 모듈레이팅하고, 상기 모듈레이팅된 데이터를 갖는 상기 방송 신호들을 전송하는 OFDM 모듈을 포함하고, 여기서 각 PLP의 상기 비트 인터리빙된 데이터는 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), NUQ (Non Uniform QAM), 또는 NUC (Non Uniform Constellation) 중 하나를 이용하여 매핑될 수 있다.

[0034]

바람직하게는, 컨스텔레이션들은 컴플렉스 플레인의 인-페이즈 (in-phase) 축에 대칭되도록 배치되고, 또한 컴플렉스 플레인의 쿼드러처 (quadrature) 축에 대칭되도록 배치될 수 있다. 각 컨스텔레이션 포인트들은 컴플렉스 플레인의 I와 Q 축에 대해 대칭으로 배치될 수 있다.

[0035]

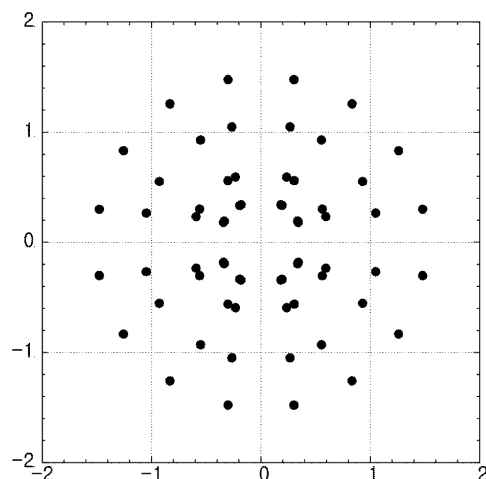
바람직하게는, 컨스텔레이션 각각은 컴플렉스 플레인 내에서 90도의 배수로 회전될(rotated) 수 있고, 회전된 컨스텔레이션들은 오리지널 컨스텔레이션들과 오버랩될 수 있다.

[0036]

바람직하게는, 비트 인터리빙된 데이터가 NUC를 사용하여 매핑될 때, 컨스텔레이션들의 세트는 임의의 (arbitrary) 모양을 가질 수 있다.

[0037]

바람직하게는, 비트 인터리빙된 데이터가 NUC를 이용하여 매핑되고, 컨스텔레이션들의 수가 64이고, 코드 레이트가 6/15일 때, 컨스텔레이션은 다음과 같이 배치될 수 있다.



[0038]

[0039] 바람직하게는, 각 컨스텔레이션들의 리얼 컴포넌트 (실수부) 및 이미지너리 컴포넌트 (허수부)는 다음의 표와 같이 표현될 수 있다.

$d_0, d_1, \dots, d_{5,j}$	$\text{Re}(e_j)$	$\text{Im}(e_j)$
000000	0.1818	0.3417
000001	0.1932	0.3354
000010	0.2339	0.5929
000011	0.3030	0.5607
000100	0.3417	0.1818
000101	0.3354	0.1932
000110	0.5929	0.2339
000111	0.5607	0.3030
001000	0.3007	1.4778
001001	0.8324	1.2575
001010	0.2662	1.0483
001011	0.5530	0.9295
001100	1.4778	0.3007
001101	1.2575	0.8324
001110	1.0483	0.2662
001111	0.9295	0.5530

[0040]

010000	-0.1818	0.3417
010001	-0.1932	0.3354
010010	-0.2339	0.5929
010011	-0.3030	0.5607
010100	-0.3417	0.1818
010101	-0.3354	0.1932
010110	-0.5929	0.2339
010111	-0.5607	0.3030
011000	-0.3007	1.4778
011001	-0.8324	1.2575
011010	-0.2662	1.0483
011011	-0.5530	0.9295
011100	-1.4778	0.3007
011101	-1.2575	0.8324
011110	-1.0483	0.2662
011111	-0.9295	0.5530

[0041]

100000	0.1818	-0.3417
100001	0.1932	-0.3354
100010	0.2339	-0.5929
100011	0.3030	-0.5607
100100	0.3417	-0.1818
100101	0.3354	-0.1932
100110	0.5929	-0.2339
100111	0.5607	-0.3030
101000	0.3007	-1.4778
101001	0.8324	-1.2575
101010	0.2662	-1.0483
101011	0.5530	-0.9295
101100	1.4778	-0.3007
101101	1.2575	-0.8324
101110	1.0483	-0.2662
101111	0.9295	-0.5530

[0042]

110000	-0.1818	-0.3417
110001	-0.1932	-0.3354
110010	-0.2339	-0.5929
110011	-0.3030	-0.5607
110100	-0.3417	-0.1818
110101	-0.3354	-0.1932
110110	-0.5929	-0.2339
110111	-0.5607	-0.3030
111000	-0.3007	-1.4778
111001	-0.8324	-1.2575
111010	-0.2662	-1.0483
111011	-0.5530	-0.9295
111100	-1.4778	-0.3007
111101	-1.2575	-0.8324
111110	-1.0483	-0.2662
111111	-0.9295	-0.5530

[0043]

[0044] 여기서 컨스텔레이션은 첫번째 컬럼에 리스팅되고, 리얼 컴포넌트들의 값들은 두번째 컬럼에 리스팅되고, 이미지너리 컴포넌트들의 값들은 세번째 컬럼에 리스팅되었다.

[0045] 바람직하게는, 관련된 PLP에 의해 사용된 컨스텔레이션의 세트는 신호 프레임 내의 PLP 모듈레이션 파라미터에 의해 시그널링될 수 있다.

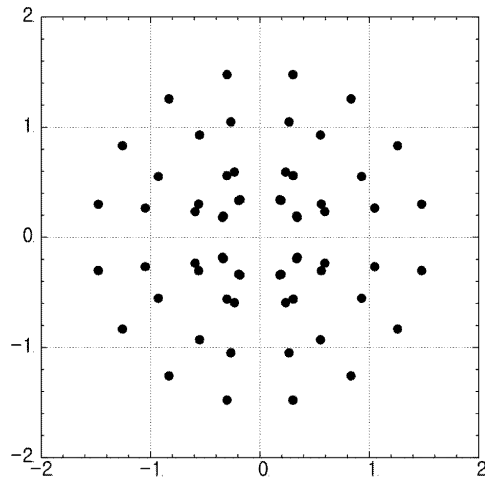
[0046] 다른 관점에서, 본 발명은 방송 신호들을 수신하는 장치를 제공할 수 있다. 방송 신호들을 수신하는 장치는 적어도 하나의 신호 프레임에 갖는 상기 방송 신호들을 수신하고, 신호 프레임 내의 데이터를 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방법을 이용하여 디모듈레이팅하는 리시빙 모듈; 복수의 피지컬 레이어 파이프들 (Physical Layer Pipes, PLPs)의 데이터를 디매핑하여 적어도 하나의 신호 프레임을 파싱하는 파싱 모듈; 각 PLP의 데이터를 코드 레이트에 따라 디코딩하는 디코딩 모듈, 여기서 디코딩 모듈은, 적어도 하나의 PLP의 데이터를 타임 디인터리빙하는 타임 디인터리빙 블록, 상기 타임 디인터리빙된 PLP의 데이터를 MIMO (Multi Input Multi Output) 디코딩하는 MIMO 디코딩 블록, MIMO 디코딩된 데이터를 상기 코드 레이트에 따라 컨스텔레이션들의 세트로부터 디매핑하는 디매핑 블록, 디매핑된 데이터를 비트 디인터리빙하는 비트 디인터리빙 블록, 및 비트 디인터리빙된 데이터를 LDPC (Low Density Parity Check) 코드로 디코딩하는 LDPC 블록을 포함함; 및 아웃풋 스트림들을 출력하기 위해 각 PLP의 상기 디코딩된 데이터를 프로세싱하는 아웃풋 프로세싱 모듈을 포함하고, 여기서 각 PLP의 상기 MIMO 디코딩된 데이터는 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), NUQ (Non Uniform QAM), 또는 NUC (Non Uniform Constellation) 중 하나를 이용하여 디매핑될 수 있다.

[0047] 바람직하게는, 컨스텔레이션들은 컴플렉스 플레인의 인-페이즈 (in-phase) 축에 대칭되도록 배치되고, 또한 컴플렉스 플레인의 쿼드러처 (quadrature) 축에 대칭되도록 배치될 수 있다. 각 컨스텔레이션 포인트들은 컴플렉스 플레인의 I와 Q 축에 대해 대칭으로 배치될 수 있다.

[0048] 바람직하게는, 컨스텔레이션 각각은 컴플렉스 플레인 내에서 90도의 배수로 회전될(rotated) 수 있고, 회전된 컨스텔레이션들은 오리지널 컨스텔레이션들과 오버랩될 수 있다.

[0049] 바람직하게는, MIMO 디코딩된 데이터가 NUC를 이용하여 디매핑될 때, 컨스텔레이션들의 세트는 임의의 (arbitrary)모양을 가질 수 있다.

[0050] 바람직하게는, MIMO 디코딩된 데이터가 NUC를 이용하여 디매핑되고, 컨스텔레이션들의 수가 64이고, 코드 레이트가 6/15일 때, 컨스텔레이션은 다음과 같이 배치될 수 있다.



[0051]

[0052] 바람직하게는, 각 컨스텔레이션들의 리얼 컴포넌트 (실수부) 및 이미지너리 컴포넌트 (허수부)는 다음의 표와 같이 표현될 수 있다.

$d_0, d_1, \dots, d_{51}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$
000000	0.1818	0.3417
000001	0.1932	0.3354
000010	0.2339	0.5929
000011	0.3030	0.5607
000100	0.3417	0.1818
000101	0.3354	0.1932
000110	0.5929	0.2339
000111	0.5607	0.3030
001000	0.3007	1.4778
001001	0.8324	1.2575
001010	0.2662	1.0483
001011	0.5530	0.9295
001100	1.4778	0.3007
001101	1.2575	0.8324
001110	1.0483	0.2662
001111	0.9295	0.5530

[0053]

010000	-0.1818	0.3417
010001	-0.1932	0.3354
010010	-0.2339	0.5929
010011	-0.3030	0.5607
010100	-0.3417	0.1818
010101	-0.3354	0.1932
010110	-0.5929	0.2339
010111	-0.5607	0.3030
011000	-0.3007	1.4778
011001	-0.8324	1.2575
011010	-0.2662	1.0483
011011	-0.5530	0.9295
011100	-1.4778	0.3007
011101	-1.2575	0.8324
011110	-1.0483	0.2662
011111	-0.9295	0.5530

[0054]

100000	0.1818	-0.3417
100001	0.1932	-0.3354
100010	0.2339	-0.5929
100011	0.3030	-0.5607
100100	0.3417	-0.1818
100101	0.3354	-0.1932
100110	0.5929	-0.2339
100111	0.5607	-0.3030
101000	0.3007	-1.4778
101001	0.8324	-1.2575
101010	0.2662	-1.0483
101011	0.5530	-0.9295
101100	1.4778	-0.3007
101101	1.2575	-0.8324
101110	1.0483	-0.2662
101111	0.9295	-0.5530

[0055]

110000	-0.1818	-0.3417
110001	-0.1932	-0.3354
110010	-0.2339	-0.5929
110011	-0.3030	-0.5607
110100	-0.3417	-0.1818
110101	-0.3354	-0.1932
110110	-0.5929	-0.2339
110111	-0.5607	-0.3030
111000	-0.3007	-1.4778
111001	-0.8324	-1.2575
111010	-0.2662	-1.0483
111011	-0.5530	-0.9295
111100	-1.4778	-0.3007
111101	-1.2575	-0.8324
111110	-1.0483	-0.2662
111111	-0.9295	-0.5530

[0056]

[0057] 여기서 컨스텔레이션은 첫번째 컬럼에 리스팅되고, 리얼 컴포넌트들의 값들은 두번째 컬럼에 리스팅되고, 이미지너리 컴포넌트들의 값들은 세번째 컬럼에 리스팅되었다.

[0058] 바람직하게는, 관련된 PLP에 의해 사용된 컨스텔레이션의 세트는 신호 프레임 내의 PLP 모듈레이션 파라미터에 의해 시그널링될 수 있다.

발명의 효과

[0059] 본 발명은 각 서비스 또는 서비스 컴포넌트에 대한 QoS(Quality of Services)를 제어하는 서비스 특성에 따라 데이터를 처리하여 다양한 방송 서비스를 제공할 수 있다.

[0060] 본 발명은 동일한 RF 신호 대역폭을 통해 다양한 방송 서비스를 송신함으로써 송신 유연성을 달성할 수 있다.

[0061] 본 발명은 데이터 송신 효율을 개선하고 MIMO 시스템을 이용하여 방송 신호의 송수신의 강건함을 증가시킬 수 있다.

[0062] 본 발명에 따르면, 모바일 수신 장비로 또는 실내 환경에서도 예리없이 디지털 방송 신호를 수신할 수 있는 방송 신호 송신 및 수신 방법 및 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0063] 본 발명의 추가의 이해를 제공하기 위하여 포함되고 본 출원의 일부에 포함되거나 그 일부를 구성하는 첨부된

도면은 본 발명의 실시예(들)을 나타내고 설명과 함께 본 발명의 원리를 설명한다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따라 미래의 방송 서비스를 위한 방송 신호를 송신하는 장치의 구조를 나타내는 도면.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 입력 포매팅 블록을 나타내는 도면.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 입력 포매팅 블록을 나타내는 도면.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 입력 포매팅 블록을 나타내는 도면.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 BICM 블록을 나타내는 도면.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 BICM 블록을 나타내는 도면.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 프레임 빌딩 블록을 나타내는 도면.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 OFMD 생성 블록을 나타내는 도면.

도 9는 본 발명의 실시예에 따라 미래의 방송 서비스를 위한 방송 신호를 수신하는 장치의 구조를 나타내는 도면.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 프레임 구조를 나타내는 도면.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 프레임의 시그널링 계층 구조를 나타내는 도면.

도 12는 본 발명의 실시예에 따른 프리엠블 시그널링 데이터를 나타내는 도면.

도 13은 본 발명의 실시예에 따른 PLS1 데이터를 나타내는 도면.

도 14는 본 발명의 실시예에 따른 PLS2 데이터를 나타내는 도면.

도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 PLS2 데이터를 나타내는 도면.

도 16은 본 발명의 실시예에 따른 프레임의 논리 구조를 나타내는 도면.

도 17은 본 발명의 실시예에 따른 PLS 맵핑을 나타내는 도면.

도 18은 본 발명의 실시예에 따른 EAC 맵핑을 나타내는 도면.

도 19는 본 발명의 실시예에 따른 FIC 맵핑을 나타내는 도면.

도 20은 본 발명의 실시예에 따른 DP의 타입을 나타내는 도면.

도 21은 본 발명의 실시예에 따른 DP 맵핑을 나타내는 도면.

도 22는 본 발명의 실시예에 따른 FEC 구조를 나타내는 도면.

도 23은 본 발명의 실시예에 따른 비트 인터리빙을 나타내는 도면.

도 24는 본 발명의 실시예에 따른 셀-워드 디멀티플렉싱을 나타내는 도면.

도 25는 본 발명의 실시예에 따른 시간 인터리빙을 나타내는 도면.

도 26는 본 발명의 실시예에 따른 트위스트 행-열 블록 인터리버의 기본 동작을 나타내는 도면.

도 27은 본 발명의 다른 실시예에 따른 트위스트 행-열 블록 인터리버의 기본 동작을 나타내는 도면.

도 28은 본 발명의 실시예에 따른 트위스트 행-열 블록 인터리버의 대각선 방향 관독 패턴을 나타내는 도면.

도 29은 본 발명의 실시예에 따른 각 인터리빙 어레이로부터의 인터리빙된 XFECBLOCK을 나타내는 도면.

도 30 은 본 발명의 일 실시예에 따른 정상도 매핑(constellation mapper) 를 도시한 도면이다.

도 31 은 본 발명의 일 실시예에 따른 최적의 정상도를 구성하는 방법을 도시한 도면이다.

도 32 는 본 발명의 다른 실시예에 따른 최적의 정상도를 구성하는 방법을 도시한 도면이다.

도 33 은 본 발명의 일 실시예에 따른 논 유니폼 정상도(NUC) 를 생성하는 방법을 도시한 도면이다.

도 34 는 본 발명의 일 실시예에 따른 비트 할당을 위한 수식을 도시한 도면이다.

도 35 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 16 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면이다.

도 36 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 16 NUC 의 각 파라미터들을 도시한 도면이다.

도 37 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 16 NUC 의 각 파라미터들에 기반하여, 각 SNR 별 성장도를 도시한 도면이다.

도 38 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 16 NUC 의 BICM 캐패시터를 비교한 그래프를 도시한 도면이다.

도 39 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 64 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 일부이다.

도 40 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 64 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 41 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 64 NUC 의 각 파라미터들에 기반하여, 각 SNR 별 성장도를 도시한 도면이다.

도 42 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 64 NUC 의 BICM 캐패시터를 비교한 그래프를 도시한 도면이다.

도 43 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 256 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 일부이다.

도 44 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 256 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 45 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 256 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 46 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 256 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 47 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 256 NUC 의 각 파라미터들에 기반하여, 각 SNR 별 성장도를 도시한 도면이다.

도 48 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 256 NUC 의 BICM 캐패시터를 비교한 그래프를 도시한 도면이다.

도 49 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 일부이다.

도 50 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 51 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 52 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 53 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 54 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 55 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 56 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 57 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 58 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 59 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 의 각 파라미터들에 기반하여, 각 SNR 별 성장도를 도시한 도면이다.

도 60 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 의 BICM 캐패시티를 비교한 그래프를 도시한 도면이다.

도 61 은 본 발명의 일 실시예에 따른 5/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 62 는 본 발명의 일 실시예에 따른 5/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면이다.

도 63 은 본 발명의 일 실시예에 따른 5/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 64 는 본 발명의 일 실시예에 따른 5/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면의 일부이다.

도 65 는 본 발명의 일 실시예에 따른 5/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 66 은 본 발명의 일 실시예에 따른 6/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 67 은 본 발명의 일 실시예에 따른 6/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면이다.

도 68 은 본 발명의 일 실시예에 따른 6/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 69 는 본 발명의 일 실시예에 따른 6/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면의 일부이다.

도 70 는 본 발명의 일 실시예에 따른 6/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 71 은 본 발명의 일 실시예에 따른 7/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 72 은 본 발명의 일 실시예에 따른 7/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면이다.

도 73 은 본 발명의 일 실시예에 따른 7/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 74 는 본 발명의 일 실시예에 따른 7/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면의 일부이다.

도 75 는 본 발명의 일 실시예에 따른 7/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 76 은 본 발명의 일 실시예에 따른 8/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 77 은 본 발명의 일 실시예에 따른 8/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면이다.

도 78 은 본 발명의 일 실시예에 따른 8/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 79 는 본 발명의 일 실시예에 따른 8/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면의 일부이다.

도 80 는 본 발명의 일 실시예에 따른 8/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 81 은 본 발명의 일 실시예에 따른 9/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 82 은 본 발명의 일 실시예에 따른 9/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면이다.

도 83 은 본 발명의 일 실시예에 따른 9/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 84 는 본 발명의 일 실시예에 따른 9/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면의 일부이다.

도 85 는 본 발명의 일 실시예에 따른 9/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면의

다른 일부이다.

도 86 은 본 발명의 일 실시예에 따른 10/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 87 은 본 발명의 일 실시예에 따른 10/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면이다.

도 88 은 본 발명의 일 실시예에 따른 10/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 89 는 본 발명의 일 실시예에 따른 10/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면의 일부이다.

도 90 는 본 발명의 일 실시예에 따른 10/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 정상도의 좌표를 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 91 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드/IQ-시메트릭 논 유니폼 정상도 매핑의 과정을 도시한 도면이다.

도 92 는 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 정상도 매핑방법에 의한 SNR 18 dB 에서의 64 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 93 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 64 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 94 는 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 64 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 95 는 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 96 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.

도 97 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 98 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 99 는 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 100 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.

도 101 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 102 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 103 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 64 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 104 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 64 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 105 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 106 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.

도 107 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의

256 NUC 의 성장도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 108 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 109 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.

도 110 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도식한 도면의 일부이다.

도 111 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도식한 도면의 다른 일부이다.

도 112 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 113 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.

도 114 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 64 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 115 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.

도 116 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.

도 117 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 118 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 119 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.

도 120 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.

도 121 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 122 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 123 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런싱드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.

도 124 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.

도 125 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 첨삭도를 도시한 도면이다.

도 126 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.

도 127 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 128 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의

256 NUC 의 정상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 129 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도를 도시한 도면이다.

도 130 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.

도 131 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.

도 132 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 정상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 정상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.

도 133은 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호 송신 방법을 나타낸다.

도 134는 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호를 수신하는 방법을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0064] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다. 첨부된 도면을 참조하여 이하에서 설명하는 상세한 설명은 본 발명에 따라 구현될 수 있는 실시예만을 나타내기 보다는 본 발명의 예시적인 실시예를 설명하기 위한 것이다. 다음의 상세한 설명은 본 발명의 완벽한 이해를 제공하기 위하여 특정한 세부사항을 포함한다. 그러나, 본 발명은 이러한 특정한 세부사항없이 실행될 수 있음은 당업자에게 자명하다.
- [0065] 본 발명에서 사용되는 대부분의 용어들은 본 기술에서 널리 사용되는 것으로부터 선택되었지만, 일부 용어는 출원인에 의해 임의로 선택된 것이며, 그 의미는 필요에 따라 다음의 설명에서 상세히 설명한다. 따라서, 본 발명은 단순한 이름 또는 의미보다는 용어의 의도된 의미에 기초하여 이해되어야 한다.
- [0066] 본 발명은 미래의 방송 서비스를 위한 방송 신호를 송수신하는 장치 및 방법을 제공한다. 본 발명의 실시예에 따른 미래의 방송 서비스는 지상파 방송 서비스, 모바일 방송 서비스, UHDTV 서비스 등을 포함한다.
- [0067] 본 발명의 실시예에 따른 송신 장치 및 방법은 지상파 방송 서비스를 위한 베이스 프로파일, 모바일 방송 서비스를 위한 핸드헬드 프로파일 및 UHDTV 서비스를 위한 어드밴스드 프로파일로 분류될 수 있다. 이 경우, 베이스 프로파일은 지상파 방송 서비스 및 모바일 방송 서비스를 위한 프로파일로서 사용될 수 있다. 즉, 베이스 프로파일은 모바일 프로파일을 포함하는 프로파일의 개념을 정의하는데 사용될 수 있다. 이것은 설계자의 의도에 따라 변경될 수 있다.
- [0068] 본 발명은 일 실시예에 따라 닌-MIMO(multiple input multiple output) 또는 MIMO를 통해 미래의 방송 서비스를 위한 방송 신호를 처리할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 닌-MIMO 방식은 MISO(multiple input single output) 방식, SISO(single input single output) 방식 등을 포함할 수 있다.
- [0069] MISO 또는 MIMO가 설명의 편의를 위해 다음에서 2개의 안테나를 사용하지만, 본 발명은 2개 이상의 안테나를 이용하는 시스템에 적용될 수 있다.
- [0070] 본 발명은 특정한 사용 케이스를 위해 요구되는 성능을 획득하면서 수신기 복잡도를 최소화하기에 각각 최적화된 3개의 물리층(PL) 프로파일(베이스, 핸드헬드 및 어드밴스드 프로파일)을 정의할 수 있다. 물리층(PHY) 프로파일은 해당 수신기가 구현해야 하는 모든 구성의 서브세트이다.
- [0071] 3개의 PHY 프로파일은 기능 블록의 대부분을 공유하지만 특정 블록 및/또는 파라미터에 있어서 약간 다르다. 추가의 PHY 프로파일이 미래에 정의될 수 있다. 시스템 진화를 위해, 미래의 프로파일은 또한 FEF(future extension frame)을 통해 단일 RF 채널 내의 기존 프로파일과 멀티플렉싱될 수 있다. 각각의 PHY 프로파일의 세부사항은 이하에서 설명한다.
- [0072] 1. 베이스 프로파일
- [0073] 베이스 프로파일은 루프탑(roof-top) 안테나에 통상 접속되는 고정 수신 장치에 대한 주요 사용 케이스를 나타낸다. 베이스 프로파일은 또한 어느 장소로 운반될 수 있지만 비교적 정지된 수신 카테고리 속하는 포터블 장치를 포함한다. 베이스 프로파일의 사용은 임의의 개선된 구현예에 의해 핸드헬드 장치 또는 심지어 차량 장치로 확장될 수 있지만, 이들 사용 케이스는 베이스 프로파일 수신기 동작에 대해서는 기대되지 않는다.

[0074] 수신기의 타겟 SNR 범위는 대략 10 내지 20 dB이고, 이는 기존 방송 시스템(예를 들어, ATSC A/53)의 15dB SNR 수신 능력을 포함한다. 수신기 복잡도 및 소비 파워는 핸드헬드 프로파일을 사용하는 배터리 동작 핸드헬드 장치에서처럼 중요하지 않다. 베이스 프로파일에 대한 중요한 시스템 파라미터는 이하의 표 1에 열거된다.

표 1

[0075] LDPC 코드워드 길이	16K, 64K 비트
성상(constellation) 사이즈	4-10 bpcu (채널 용도별 비트)
시간 디인터리빙 메모리 사이즈	$\leq 2^{19}$ 데이터 셀
파일럿 패턴	고정 수신을 위한 파일럿 패턴
FFT 사이즈	16K, 32K 포인트

[0076] 2. 핸드헬드 프로파일

[0077] 핸드헬드 프로파일은 배터리 파워로 동작하는 핸드헬드 및 차량 장치에 사용되도록 설계되었다. 장치는 보행자 또는 차량 속도로 이동할 수 있다. 수신기 복잡도 뿐만 아니라 소비 파워는 핸드헬드 프로파일의 장치의 구현에 매우 중요하다. 핸드헬드 프로파일의 타겟 SNR 범위는 대략 0 내지 10dB이지만, 더 깊은 실내 수신을 대상으로 할 때 0dB 미만에 도달하도록 구성될 수 있다.

[0078] 낮은 SNR 능력에 더하여, 수신기 이동도에 의해 유발된 도플러 효과에 대한 탄력성은 핸드헬드 프로파일의 가장 중요한 성능 속성이다. 핸드헬드 프로파일에 대한 중요한 파라미터는 이하의 표 2에 열거된다.

표 2

[0079] LDPC 코드워드 길이	16K 비트
성상(constellation) 사이즈	2-8 bpcu
시간 디인터리빙 메모리 사이즈	$\leq 2^{18}$ 데이터 셀
파일럿 패턴	모바일 및 실내 수신을 위한 파일럿 패턴
FFT 사이즈	8K, 16K 포인트

[0080] 3. 어드밴스드 프로파일

[0081] 어드밴스드 프로파일은 더 많은 구현 복잡도를 희생하고 가장 높은 채널 용량을 제공한다. 이 프로파일은 MIMO 송신 및 수신에 이용을 요구하고 UHDTV 서비스는 이 프로파일이 특별히 설계된 타겟 사용 케이스이다. 증가된 용량은 또한 주어진 대역폭 내에서 증가된 수의 서비스, 예를 들어, SDTV 또는 HDTV 서비스를 허용하도록 사용될 수 있다.

[0082] 어드밴스드 프로파일의 타겟 SNR 범위는 대략 20 내지 30dB이다. MIMO 송신은 초기에 기존의 타원 편파(elliptically-polarized) 송신 장치를 이용할 수 있지만, 미래에 풀 파워 교차 편파 송신(full-power cross-polarized transmission)으로 확장된다. 어드밴스드 프로파일에 대한 중요한 시스템 파라미터는 이하의 표 3에 열거된다.

표 3

[0083] LDPC 코드워드 길이	16K, 64K 비트
성상(constellation) 사이즈	8-12 bpcu
시간 디인터리빙 메모리 사이즈	$\leq 2^{19}$ 데이터 셀
파일럿 패턴	고정 수신을 위한 파일럿 패턴
FFT 사이즈	16K, 32K 포인트

[0084] 이 경우, 베이스 프로파일은 지상파 방송 서비스 및 모바일 방송 서비스 모두를 위한 프로파일로서 사용될 수 있다. 즉, 베이스 프로파일은 모바일 프로파일을 포함하는 프로파일의 개념을 정의하는데 사용될 수 있다. 또한, 어드밴스드 프로파일은 MIMO를 갖는 베이스 프로파일을 위한 어드밴스드 프로파일 및 MIMO를 갖는 핸드헬드 프로파일을 위한 어드밴스드 프로파일로 분리될 수 있다. 또한, 3개의 프로파일은 설계자의 의도에 따라 변

경될 수 있다.

- [0085] 다음의 용어 및 정의가 본 발명에 적용될 수 있다. 다음의 용어 및 정의는 설계에 따라 변경될 수 있다.
- [0086] 보조 스트림: 아직 정의되지 않은 변조 및 코딩의 데이터를 전달하는 셀의 시퀀스로서, 미래 확장을 위해 또는 브로드캐스터 또는 네트워크 오퍼레이터에 의한 요구대로 사용될 수 있다.
- [0087] 베이스 데이터 파이프: 서비스 시그널링 데이터를 전달하는 데이터 파이프
- [0088] 베이스밴드 프레임(또는 BBFRAME): 하나의 FEC 인코딩 프로세스(BCH 및 LDPC 인코딩)으로의 입력을 형성하는 K_{bch} 비트의 세트
- [0089] 셀: OFDM 송신의 하나의 캐리어에 의해 전달되는 변조 값
- [0090] 코딩 블록: PLS1 데이터의 LDPC 인코딩 블록 또는 PLS2 데이터의 LDPC 인코딩 블록 중의 하나
- [0091] 데이터 파이프: 서비스 데이터 또는 관련 메타데이터를 전달하는 물리층 내의 논리 채널로서, 하나 또는 다수의 서비스(들) 또는 서비스 컴포넌트(들)를 전달할 수 있다.
- [0092] 데이터 파이프 단위: 프레임 내의 DP로 데이터 셀을 할당하는 기본 단위
- [0093] 데이터 심볼: 프리앰블 심볼이 아닌 프레임 내의 OFDM 심볼 (프레임 시그널링 심볼 및 프레임 에지 심볼은 데이터 심볼에 포함된다.)
- [0094] DP_ID: 이 8 비트 필드는 SYSTEM_ID에 의해 식별된 시스템 내의 DP 를 고유하게 식별한다.
- [0095] 더미 셀: PLS 시그널링, DP 또는 보조 스트림에 사용되지 않는 나머지 용량을 채우는데 사용되는 의사 랜덤 값을 전달하는 셀
- [0096] 비상 경계 채널(emergency alert channel; EAS): EAS 정보 데이터를 전달하는 프레임의 일부
- [0097] 프레임: 프리앰블로 시작하고 프레임 에지 심볼로 종료하는 물리층 시간 슬롯
- [0098] 프레임 수신 eksdnl: FET를 포함하는 동일 또는 상이한 물리층 프로파일에 속하는 프레임 세트로서, 슈퍼 프레임 내에서 8회 반복된다.
- [0099] 고속 정보 채널: 서비스 및 대응 베이스 DP 사이의 맵핑 정보를 전달하는 프레임 내의 논리 채널
- [0100] FECBLOCK: DP 데이터의 LDPC 인코딩 비트의 세트
- [0101] FFT 사이즈: 특정 모드에 사용되는 공칭 FFT 사이즈로, 기본 기간((elementary period)(T)의 주기로 표현되는 액티브 심볼 기간(T_s)과 동일하다.
- [0102] 프레임 시그널링 심볼: FFT 사이즈, 보호 구간(guard interval) 및 분산형 파일럿 패턴의 소정의 조합으로 프레임의 시작시에 사용되는 더 높은 파일럿 밀도를 갖는 OFDM 심볼로, PLS 데이터의 일부를 전달한다.
- [0103] 프레임 에지 심볼: FFT 사이즈, 보호 구간(guard interval) 및 분산형 파일럿 패턴의 소정의 조합으로 프레임의 종료시에 사용되는 더 높은 파일럿 밀도를 갖는 OFDM 심볼
- [0104] 프레임 그룹: 슈퍼 프레임 내의 동일한 PHY 프로파일 타입을 갖는 모든 프레임의 세트
- [0105] 미래 확장 프레임: 미래 확장을 위해 사용될 수 있는 슈퍼 프레임 내의 물리층 시간 슬롯으로서, 프리앰블로 시작한다.
- [0106] 퓨처캐스트(futurecast) UTB 시스템: 입력이 하나 이상의 MPEG2-TS 또는 IP 또는 일반 스트림(들)이고 출력이 RF 신호인 제안된 물리층 방송 시스템
- [0107] 입력 스트림: 시스템에 의해 엔드 사용자에게 전달되는 서비스의 양상블을 위한 데이터의 스트림
- [0108] 정상 데이터 심볼: 프레임 시그널링 심볼 및 프레임 에지 심볼을 제외한 데이터 심볼
- [0109] PHY 프로파일: 해당 수신기가 구현해야 하는 모든 구성의 서브세트
- [0110] PLS: PLS1 및 PLS2로 구성된 물리층 시그널링 데이터
- [0111] PLS1: 고정 사이즈, 코딩 및 변조를 갖는 FSS 심볼에서 전달되는 PLS 데이터의 제1 세트로서, PLS2를 디코딩하

는데 필요한 파라미터 뿐만 아니라 시스템에 관한 기본 정보를 전달한다.

- [0112] 주(note): 프레임 그룹의 듀레이션을 위해 PLS1 데이터는 일정하게 유지된다.
- [0113] PLS2: FSS 심볼에서 송신되는 PLS 데이터의 제2 세트로서, 시스템 및 DP에 대한 더 세부적인 PLS 데이터를 전달한다.
- [0114] PLS2 동적 데이터: 프레임별로 동적으로 변할 수 있는 PLS2 데이터
- [0115] PLS2 정적 데이터: 프레임 그룹의 듀레이션 동안 정적으로 유지되는 PLS2 데이터
- [0116] 프리앰블 시그널링 데이터: 프리앰블 심볼에 의해 전달되고 시스템의 기본 모드를 식별하는데 사용되는 시그널링 데이터
- [0117] 프리앰블 심볼: 기본 PLS 데이터를 전달하고 프레임의 초기에 위치하는 고정 길이 파일럿 심볼
- [0118] 주: 프리앰블 심볼은 주로 고속 초기 밴드 스캔을 위해 사용되어 시스템 신호, 그 타이밍, 주파수 오프셋 및 FFT 사이즈를 검출한다.
- [0119] 미래 사용을 위해 예약: 현재 문서에서는 정의되지 않지만 미래에 정의될 수 있다.
- [0120] 슈퍼 프레임: 8개의 프레임 반복 단위의 세트
- [0121] 시간 인터리빙 블록(TI 블록): 시간 인터리버 메모리의 하나의 용도에 대응하는 시간 인터리빙이 수행되는 셀의 세트
- [0122] TI 그룹: 특정 DP를 위한 동적 용량 할당이 수행되는 단위로서, 정수, 즉, 동적으로 변하는 수의 XFECBLOCK으로 구성된다.
- [0123] 주: TI 그룹은 하나의 프레임에 직접 맵핑되거나 다수의 프레임에 맵핑될 수 있다. 이것은 하나 이상의 TI 블록을 포함할 수 있다.
- [0124] 타입 1 DP: 모든 DP가 TDM 방식으로 맵핑되는 프레임의 DP
- [0125] 타입 2 DP: 모든 DP가 FDM 방식으로 맵핑되는 프레임의 DP
- [0126] XFECBLOCK: 하나의 LDPC FECBLOCK의 모든 비트를 전달하는 Ncells 셀의 세트
- [0127] 도 1은 본 발명의 실시예에 따라 미래의 방송 서비스를 위한 방송 신호를 송신하는 장치의 구조를 나타내는 도면이다.
- [0128] 본 발명의 실시예에 따라 미래의 방송 서비스를 위한 방송 신호를 송신하는 장치는 입력 포매팅 블록(1000), BICM(bit interleaved coding & modulation) 블록(1010), 프레임 구조 블록(1020), OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 생성 블록(1030), 시그널링 생성 블록(1040)을 포함할 수 있다. 방송 신호를 송신하는 장치의 각 모듈의 동작을 이하에서 설명한다.
- [0129] IP 스트림/패킷 및 MPEG2-TS는 메인 입력 포매팅이고, 다른 스트림 타입은 일반 스트림으로서 처리된다. 이들 데이터 입력에 더하여, 관리 정보가 입력되어 각 입력 스트림에 대한 해당 대역폭의 스케줄링 및 할당을 제어한다. 하나 또는 다수의 TS 스트림(들), IP 스트림(들) 및/또는 일반 스트림(들) 입력이 동시에 허용된다.
- [0130] 입력 포매팅 블록(1000)은 각 입력 스트림을 하나 또는 다수의 데이터 파이프(들)로 디멀티플렉스하고, 독립 코딩 및 변조가 데이터 파이프에 적용된다. 데이터 파이프(DP)는 강건함 제어를 위한 기본 단위로, QoS에 영향을 준다. 하나 또는 다수의 서비스(들) 또는 서비스 컴포넌트(들)는 단일 DP에 의해 전달될 수 있다. 입력 포매팅 블록(1000)의 동작의 세부사항은 후술한다.
- [0131] 데이터 파이프는 서비스 데이터 또는 관련 메타데이터를 전달하는 물리층 내의 논리 채널로, 하나 또는 다수의 서비스(들) 또는 서비스 컴포넌트(들)를 전달할 수 있다.
- [0132] 또한, 데이터 파이프 단위는 프레임 내의 DP에 데이터 셀을 할당하는 기본 유닛이다.
- [0133] BICM 블록(1010)에서, 패리티 데이터가 여러 정정을 위해 추가되고, 인코딩된 비트 스트림은 복소수값 성상 심볼에 맵핑된다. 심볼은 해당 DP에 사용되는 특정 인터리빙 깊이를 가로질러 인터리빙된다. 어드밴스드 프로파일 에 대하여, MIMO 인코딩이 BICM 블록(1010)에서 수행되고 추가의 데이터 경로는 MIMO 송신을 위한 출력에서 더

해진다. BICM 블록(1010)의 세부사항은 후술한다.

- [0134] 프레임 빌딩 블록(1020)은 입력 DP의 데이터 셀을 프레임 내의 OFDM 심볼로 맵핑할 수 있다. 맵핑 후, 주파수 인터리빙은 주파수 도메인 다이버시티에 사용되어 특히 주파수 선택 페이딩 채널을 방지한다. 프레임 빌딩 블록(1020)의 동작의 세부사항은 후술한다.
- [0135] 각 프레임의 초기에 프리앰블을 삽입한 후에, OFDM 생성 블록(1030)은 보호 구간으로서 순환 전치(cyclic prefix)를 갖는 종래의 OFDM 변조를 적용할 수 있다. 안테나 공간 다이버시티를 위하여, 분산형 MISO 방식이 송신기에 적용된다. 또한, PAPR(peak-to-average power reduction) 방식이 시간 도메인에서 수행된다. 유연한 네트워크 계획을 위해, 이 제안은 다양한 FFT 사이즈, 보호 구간 길이 및 해당 파일럿 패턴의 세트를 제공한다.
- [0136] 시그널링 생성 블록(1040)은 각 기능 블록의 동작에 사용되는 물리층 시그널링 정보를 생성할 수 있다. 이 시그널링 정보는 또한 관심있는 서비스가 수신측에서 적절히 회복되도록 송신된다. 시그널링 생성 블록(1040)의 동작의 세부사항은 후술한다.
- [0137] 도 2, 3 및 4는 본 발명의 실시예에 따른 입력 포매팅 블록(1000)을 나타낸다. 각 도면에 대하여 설명한다.
- [0138] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 입력 포매팅 블록을 나타내는 도면이다. 도 2는 입력 신호가 단일 입력 스트림일 때의 입력 포매팅 블록을 나타낸다.
- [0139] 도 2에 도시된 입력 포매팅 블록은 도 1을 참조하여 설명한 입력 포매팅 블록(1000)의 실시예에 해당한다.
- [0140] 물리층으로의 입력은 하나 또는 다수의 데이터 스트림으로 구성될 수 있다. 각 데이터 스트림은 하나의 DP에 의해 전달된다. 모드 적응 모듈은 들어오는 데이터 스트림을 베이스밴드 프레임(BBF)의 데이터 필드로 슬라이스한다. 시스템은 3가지 타입의 입력 데이터 스트림, 즉, MPEG2-TS, 인터넷 프로토콜(IP) 및 GS(generic stream)를 지원한다. MPEG2-TS는 고정 길이(188 바이트) 패킷으로 특성화되고, 제1 바이트는 싱크(sync) 바이트(0x47)이다. IP 스트림은 IP 패킷 헤더 내에서 시그널링되는 가변 길이 IP 데이터그램 패킷으로 구성된다. 시스템은 IP 스트림을 위한 IPv4 및 IPv6를 지원한다. GS는 캡슐화 패킷 헤더 내에서 시그널링되는 가변 길이 패킷 또는 고정 길이 패킷으로 구성될 수 있다.
- [0141] (a) 는 신호 DP를 위한 모드 적응 블록(2000) 및 스트림 적응 블록(2010)을 나타내고, (b)는 PLS 신호를 생성하고 처리하는 PLS 생성 블록(2020) 및 PLS 스크램블러(2030)를 나타낸다. 각 블록의 동작을 설명한다.
- [0142] 입력 스트림 스플리터는 입력 TS, IP, GS 스트림을 다수의 서비스 또는 서비스 컴포넌트(오디오, 비디오, 등) 스트림으로 분리한다. 모드 적응 모듈(2010)은 CRC 인코더, BB(baseband) 프레임 슬라이서 및 BB 프레임 헤더 삽입 블록으로 구성된다.
- [0143] CRC 인코더는 사용자 패킷(UP) 레벨, 즉, CRC-8, CRC-16 및 CRC-32에서 에러 정정을 위한 3가지 타입의 CRC 인코딩을 제공한다. 계산된 CRC 바이트는 UP 후에 첨부된다. CRC-8는 TS 스트림에 사용되고 CRC-32는 IP 스트림에 사용된다. GS 스트림이 CRC 인코딩을 제공하지 않으면, 제안된 CRC 인코딩이 적용되어야 한다.
- [0144] BB 프레임 슬라이서는 입력을 내부 논리 비트 포맷으로 맵핑한다. 처음 수신된 비트는 MBS인 것으로 정의된다. BB 프레임 슬라이서는 이용가능한 데이터 필드 용량과 동일한 다수의 입력 비트를 할당한다. BBF 페이로드와 동일한 다수의 입력 비트를 할당하기 위하여, UP 패킷 스트림은 BBF의 데이터 필드에 맞도록 슬라이스된다.
- [0145] BB 프레임 헤더 삽입 블록은 2바이트의 고정 길이 BBF 헤더를 BB 프레임의 앞에 삽입할 수 있다. BBF 헤더는 STUFFI (1 비트), SYNC(13 비트) 및 RFU(2 비트)로 구성된다. 고정 2바이트 BBF 헤더에 더하여, BBF는 2바이트 BBF 헤더의 끝에 확장 필드(1 또는 3 바이트)를 가질 수 있다.
- [0146] 스트림 적응 블록(2010)은 스테핑(stuffing) 삽입 블록 및 BB 스크램블러로 구성된다.
- [0147] 스테핑 삽입 블록은 스테핑 필드를 BB 프레임의 페이로드에 삽입할 수 있다. 스트림 적응으로의 입력 데이터가 BB 프레임을 채우기에 충분하면, STUFFI는 "0"으로 설정되고 BBF는 스테핑 필드를 갖지 않는다. 그렇지 않으면, STUFFI가 "1"로 설정되고 스테핑 필드가 BBF 헤더 직후에 삽입된다. 스테핑 필드는 2 바이트의 스테핑 필드 헤더 및 가변 사이즈의 스테핑 데이터를 포함한다.
- [0148] BB 스크램블러는 에너지 분산(energy dispersal)을 위해 완전한 BBF를 스크램블링한다. 스크램블링 시퀀스는 BBF와 동시 발생한다. 스크램블링 시퀀스는 피드백된 시프트 레지스터에 의해 생성된다.
- [0149] PLS 생성 블록(2020)은 물리층 시그널링(PLS) 데이터를 생성할 수 있다. PLS는 수신기에 물리층 DP를 액세스하

는 수단을 제공한다. PLS 데이터는 PLS1 데이터 및 PLS2 데이터로 구성된다.

- [0150] PLS1 데이터는 고정 사이즈, 코딩 및 변조를 갖는 프레임 내의 FSS 심볼에서 전달되는 PLS 데이터의 제1 세트로서, PLS2 데이터를 디코딩하는데 필요한 파라미터 뿐만 아니라 시스템에 관한 기본 정보를 전달한다. PLS1 데이터는 PLS2 데이터의 수신 및 디코딩을 가능하게 하는데 요구되는 파라미터를 포함하는 기본 송신 파라미터를 제공한다. 또한, PLS1 데이터는 프레임 그룹의 듀레이션 동안 일정하게 유지된다.
- [0151] PLS2 데이터는 FSS 심볼에서 전송되는 PLS 데이터의 제2 세트로서, 시스템 및 DP에 대한 더 상세한 PLS 데이터를 전달한다. PLS2는 수신기에게 충분한 데이터를 제공하여 원하는 DP를 디코딩하는 파라미터를 포함한다. PLS2 시그널링은 또한 2가지 타입의 파라미터, 즉, PLS2 정적 데이터(PLS2-STAT 데이터) 및 PLS2 동적 데이터(PLS2-DYN 데이터)로 구성된다. PLS2 정적 데이터는 프레임 그룹의 듀레이션 동안 정적으로 남아 있는 PLS2 데이터이고, PLS2 동적 데이터는 프레임별로 동적으로 변할 수 있는 PLS2 데이터이다.
- [0152] PLS 데이터의 세부사항은 후술한다.
- [0153] PLS 스크램블러(2030)는 에너지 분산을 위해 생성된 PLS 데이터를 스크램블링할 수 있다.
- [0154] 상술한 블록은 생략되거나 유사 또는 동일한 기능을 갖는 블록으로 대체될 수 있다.
- [0155] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 입력 포매팅 블록을 나타내는 도면이다.
- [0156] 도 3에 도시된 입력 포매팅 블록은 도 1을 참조하여 설명한 입력 포매팅 블록(1000)의 실시예에 해당한다.
- [0157] 도 3은 입력 신호가 다수의 입력 스트림에 대응할 때 입력 포매팅 블록의 모드 적응 블록을 나타낸다.
- [0158] 다수의 입력 스트림을 처리하는 입력 포매팅 블록의 모드 적응 블록은 독립적으로 다수의 입력 스트림을 처리할 수 있다.
- [0159] 도 3을 참조하면, 다수의 입력 스트림을 각각 처리하는 모드 적응 블록은 입력 스트림 스플리터(3000), 입력 스트림 동기화기(3010), 보상 지연 블록(3020), 널(null) 패킷 삭제 블록(3030), 헤드 압축 블록(3040), CRC 인코더(3050), BB 프레임 슬라이서(3060) 및 BB 헤더 삽입 블록(3070)을 포함할 수 있다. 모드 적응 블록의 각 블록을 이하에서 설명한다.
- [0160] CRC 인코더(3050), BB 프레임 슬라이서(3060) 및 BB 헤더 삽입 블록(3070)의 동작은 도 2를 참조하여 설명한 CRC 인코더, BB 프레임 슬라이서 및 BB 헤더 삽입 블록에 대응하므로 그 설명은 생략한다.
- [0161] 입력 스트림 스플리터(3000)는 입력 TS, IP GS 스트림을 다수의 서비스 또는 서비스 컴포넌트(오디오, 비디오, 등) 스트림으로 분리할 수 있다.
- [0162] 입력 스트림 동기화기(3010)는 ISSY라 할 수 있다. ISSY는 임의의 입력 데이터 포맷에 대한 일정한 엔드-투-엔드 송신 지연 및 CBR(constant bit rate)을 보장하는 적절한 수단을 제공할 수 있다. ISSY는 항상 TS를 전달하는 다수의 DP의 경우에 사용되고, 선택적으로, GS 스트림을 전달하는 DP에 사용된다.
- [0163] 보상 지연 블록(3020)은 ISSY 정보의 삽입 후에 분리된 TS 패킷 스트림을 지연하여 수신기 내의 추가의 메모리를 요구하지 않고 TS 패킷 재결합 메커니즘을 허용할 수 있다.
- [0164] 널 패킷 삭제 블록(3030)은 TS 입력 스트림 케이스에만 사용된다. 임의의 TS 입력 스트림 또는 분리된 TS 스트림은 CBR TS 스트림에 VBR(variable bit-rate) 서비스를 수용하기 위하여 존재하는 다수의 널 패킷을 가질 수 있다. 이 경우, 불필요한 송신 오버헤드를 피하기 위하여, 널 패킷이 식별되고 송신되지 않는다. 수신기에서, 제거된 널 패킷은 송신시에 삽입된 DNP(deleted null-packet) 카운터를 참조하여 본래에 있던 정확한 장소에 재삽입되어, 일정한 비트 레이트를 보장하고 타임스탬프(PCR) 업데이트에 대한 필요성을 피할 수 있다.
- [0165] 헤드 압축 블록(3040)은 패킷 헤더 압축을 제공하여 TS 또는 IP 입력 스트림에 대한 송신 효율을 증가시킬 수 있다. 수신기가 헤더의 소정 부분에 대한 선험적 정보(a priori information)를 가질 수 있으므로, 이 기지의 정보는 송신기에서 삭제될 수 있다.
- [0166] 전송 스트림에 대하여, 수신기는 싱크-바이트 구성(0x47) 및 패킷 길이(188 바이트)에 관한 선험적 정보를 갖는다. 입력 TS 스트림이 단 하나의 PID를 갖는 콘텐츠를 전달하면, 즉, 하나의 서비스 컴포넌트(비디오, 오디오 등) 또는 서비스 서브 컴포넌트(SVC 베이스층, SVC 인핸스먼트층, MVC 베이스 뷰 또는 MVC 종속 뷰)에 대해서만, TS 패킷 헤더 압축이 (선택적으로) 전송 스트림에 적용될 수 있다. 입력 스트림이 IP 스트림이면, IP

패킷 헤더 압축이 선택적으로 사용된다.

- [0167] 상술한 블록은 생략되거나 유사 또는 동일한 기능을 갖는 블록으로 대체될 수 있다.
- [0168] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 입력 포매팅 블록을 나타내는 도면이다.
- [0169] 도 4에 도시된 입력 포매팅 블록은 도 1을 참조하여 설명한 입력 포매팅 블록(1000)의 실시예에 해당한다.
- [0170] 도 4는 입력 신호가 다수의 입력 스트림에 대응할 때 입력 포매팅 모듈의 스트림 적응 블록을 나타낸다.
- [0171] 도 4를 참조하면, 다수의 입력 스트림을 각각 처리하는 모드 적응 블록은 스케줄러(4000), 1프레임 지연 블록(4010), 스테핑 삽입 블록(4020), 인밴드(in-band) 시그널링(4030), BB 프레임 스크램블러(4040), PLS 생성 블록(4050) 및 PLS 스크램블러(4060)를 포함할 수 있다. 스트림 적응 블록의 각각의 블록을 이하에서 설명한다.
- [0172] 스테핑 삽입 블록(4020), BB 프레임 스크램블러(4040), PLS 생성 블록(4050) 및 PLS 스크램블러(4060)의 동작은 도 2를 참조하여 설명한 스테핑 삽입 블록, BB 스크램블러, PLS 생성 블록 및 PLS 스크램블러에 대응하므로 그 설명은 생략한다.
- [0173] 스케줄러(4000)는 각각의 DP의 FECBLOCK의 양으로부터 전체 프레임에 걸친 전체 셀 할당을 결정할 수 있다. PLS, EAC 및 FIC에 대한 할당을 포함하여, 스케줄러는 PLS2-DYN 데이터의 값을 생성하고, 이는 프레임의 FSS 내의 인밴드 시그널링 또는 PLS 셀로서 송신된다. FECBLOCK, EAC 및 FIC의 세부사항은 후술한다.
- [0174] 1프레임 지연 블록(4010)은 입력 데이터를 1 송신 프레임만큼 지연시켜 다음 프레임에 관한 스케줄링 정보가 DP로 삽입될 인밴드 시그널링 정보에 대한 현재 프레임을 통해 송신되도록 할 수 있다.
- [0175] 인밴드 시그널링(4030)은 PLS2 데이터의 지연되지 않은 부분을 프레임의 DP로 삽입할 수 있다.
- [0176] 상술한 블록은 생략되거나 유사 또는 동일한 기능을 갖는 블록으로 대체될 수 있다.
- [0177] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 BICM 블록을 나타내는 도면이다.
- [0178] 도 5에 도시된 BICM 블록은 도 1을 참조하여 설명한 BICM 블록(1010)의 실시예에 해당한다.
- [0179] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따라 미래의 방송 서비스를 위한 방송 신호를 송신하는 장치는 지상파 방송 서비스, 모바일 방송 서비스, UHDTV 서비스 등을 제공할 수 있다.
- [0180] QoS는 본 발명의 실시예에 따라 미래의 방송 서비스를 위한 방송 신호를 송신하는 장치에 의해 제공되는 서비스의 특성에 의존하므로, 각 서비스에 대응하는 데이터는 상이한 방식을 통해 처리될 필요가 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 BICM 블록은 SISO, MISO 및 MIMO 방식을 데이터 경로에 각각 대응하는 데이터 파이프에 독립적으로 적용함으로써 그에 입력된 DP를 독립적으로 처리할 수 있다. 결과적으로, 본 발명의 실시예에 따라 미래의 방송 서비스를 위한 방송 신호를 송신하는 장치는 각각의 DP를 통해 송신되는 각각의 서비스 또는 서비스 컴포넌트에 대한 QoS를 제어할 수 있다.
- [0181] (a)는 베이스 프로파일 및 핸드헬드 프로파일에 의해 공유된 BICM 블록을 나타내고, (b)는 어드밴스드 프로파일의 BICM 블록을 나타낸다.
- [0182] 베이스 프로파일 및 핸드헬드 프로파일에 의해 공유된 BICM 블록 및 어드밴스드 프로파일에 의해 공유된 BICM 블록은 각 DP를 처리하는 복수의 처리 블록을 포함할 수 있다.
- [0183] 베이스 프로파일 및 핸드헬드 프로파일을 위한 BICM 블록 및 어드밴스드 프로파일을 위한 BICM 블록의 각각의 처리 블록을 이하에서 설명한다.
- [0184] 베이스 프로파일 및 핸드헬드 프로파일을 위한 BICM 블록의 처리 블록(5000)은 데이터 FEC 인코더(5010), 비트 인터리버(5020), 성상 맵퍼(5030), SSD(signal space diversity) 인코딩 블록(5040) 및 시간 인터리버(5050)를 포함할 수 있다.
- [0185] 데이터 FEC 인코더(5010)는 입력 BBF에 대하여 FEC 인코딩을 수행하여 아우터 코딩(BCH) 및 이너 코딩(LDPC)를 이용하여 FECBLOCK 절차를 생성할 수 있다. 아우터 코딩(BCH)은 선택적인 코딩 방법이다. 데이터 FEC 인코더(5010)의 동작의 세부사항은 후술한다.
- [0186] 비트 인터리버(5020)는 데이터 FEC 인코더(5010)의 출력을 인터리빙하여 효율적으로 구현가능한 구조를 제공하면서 LDPC 코드 및 변조 방식의 조합으로 최적화된 성능을 달성할 수 있다. 비트 인터리버(5020)의 동작의 세부

사항은 후술한다.

- [0187] 성상 맵퍼(5030)는 QPSK, QAM-16, 불균일 QAM(NUQ-64, NUQ-256, NUQ-1024) 또는 불균일 성상(NUC-16, NUC-64, NUC-256, NUC-1024)을 이용하여 베이스 및 핸드헬드 프로파일 내의 비트 인터리버(5020)로부터의 각 셀 워드 및 어드밴스드 프로파일 내의 셀-워드 디멀티플렉서(5010-1)로부터의 셀 워드를 변조하여 파워 정규화 성상 포인트를 제공할 수 있다. 이 성상 맵핑은 DP 에 대해서만 적용된다. QAM-16 및 NUQ가 방형(square shaped)이지만 NUC는 임의의 형상을 갖는다. 각각의 성상이 90도의 임의의 배수로 회전하면, 회전된 성상은 정확히 본래의 성상과 중첩한다. 이 "회전-감각(rotation-sense) 대칭 특성은 실수 성분 및 허수 성분의 평균 파워 및 용량이 서로 같아지게 한다. NUQ 및 NUC는 각 코드 레이트에 대하여 특별히 정의되고 사용되는 특정한 하나가 PLS2 데이터에서 제출된 파라미터(DP_MOD)에 의해 시그널링된다.
- [0188] SSD 인코딩 블록(5040)은 2(2D), 3(3D) 및 4(4D) 차원으로 셀을 프리코딩하여 상이한 페이딩 조건 하에서 수신 강건함을 증가시킬 수 있다.
- [0189] 시간 인터리버(5050)는 DP 레벨에서 동작할 수 있다. 시간 인터리빙(TI)의 파라미터는 각 DP 에 대하여 상이하게 설정될 수 있다. 시간 인터리버(5050)의 동작의 세부사항은 후술한다.
- [0190] 어드밴스드 프로파일을 위한 BICM 블록의 처리 블록(5000-1)은 데이터 FEC 인코더, 비트 인터리버, 성상 맵퍼 및 시간 인터리버를 포함할 수 있다. 그러나, 처리 블록(5000-1)은 처리 블록(5000)과 구별되며, 셀-워드 디멀티플렉서(5010-1) 및 MIMO 인코딩 블록(5020-1)을 더 포함한다.
- [0191] 또한, 처리 블록(5000-1)의 데이터 FEC 인코더, 비트 인터리버, 성상 맵퍼 및 시간 인터리버의 동작은 상술한 데이터 FEC 인코더(5010), 비트 인터리버(5020), 성상 맵퍼(5030) 및 시간 인터리버(5050)에 대응하므로 그 설명은 생략한다.
- [0192] 셀-워드 디멀티플렉서(5010-1)는 어드밴스드 프로파일의 DP에 사용되어 단일 셀-워드 스트림을 MIMO 처리를 위한 듀얼 셀-워드 스트림으로 분리한다. 셀-워드 디멀티플렉서(5010-1)의 동작의 세부사항은 후술한다.
- [0193] MIMO 인코딩 블록(5020-1)은 MIMO 인코딩 방식을 이용하여 셀-워드 디멀티플렉서(5010-1)의 출력을 처리할 수 있다. MIMO 인코딩 방식은 방송 신호 송신을 위해 최적화되었다. MIMO 기술은 MIMO 기술은 용량을 증가시키는 우수한 방식이지만 채널 특성에 의존한다. 특히, 브로드캐스팅에 대하여, 상이한 신호 전파 특성에 의해 유발된 2개의 안테나 사이의 수신된 신호 파워의 차 또는 채널의 강한 LOS 성분은 MIMO로부터 용량 이득을 얻기 어렵게 만들 수 있다. 제안된 MIMO 인코딩 방식은 MIMO 출력 신호 중의 하나의 회전 기반 프리코딩 및 위상 랜덤화를 이용하여 이 문제를 극복한다.
- [0194] MIMO 인코딩은 송신기 및 수신기에서 적어도 2개의 안테나를 필요로 하는 2X2 MIMO 시스템을 목적으로 할 수 있다. 이 제안에서 2개의 MIMO 인코딩 모드, 즉, FR-SM(full-rate spatial multiplexing) 및 FRFD-SM(full-rate full-diversity spatial multiplexing)가 정의된다. FR-SM 인코딩은 수신기측에서 비교적 작은 복잡도 증가와 함께 용량 증가를 제공하지만, FRFD-SM 인코딩은 수신기측에서 큰 복잡도 증가와 함께 용량 증가 및 추가의 다이버시티 이득을 제공한다. 제안된 MIMO 인코딩 방식은 안테나 극성 구성에 대한 제한을 갖지 않는다.
- [0195] MIMO 처리는 어드밴스드 프로파일 프레임에 대해 요구될 수 있고, 이는 어드밴스드 프로파일 프레임 내의 모든 DP가 MIMO 인코더에 의해 처리되는 것을 의미한다. MIMO 처리는 DP 레벨에서 적용될 수 있다. 성상 맵퍼 출력(constellation mapper output)(NUQ)의 쌍($e_{1,i}$ 및 $e_{2,i}$)은 MIMO 인코더의 입력으로 공급될 수 있다. MIMO 인코더 출력의 쌍($g_{1,i}$ 및 $g_{2,i}$)은 각각의 TX 안테나의 OFDM 심볼(1) 및 동일 캐리어(k)에 의해 송신될 수 있다.
- [0196] 상술한 블록은 생략되거나 유사 또는 동일한 기능을 갖는 블록으로 대체될 수 있다.
- [0197] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 BICM 블록을 나타내는 도면이다.
- [0198] 도 6에 도시된 BICM 블록은 도 1을 참조하여 설명한 BICM 블록(1010)의 실시예에 해당한다.
- [0199] 도 6은 물리층 시그널링(PLS), 비상 경계 채널(EAC) 및 고속 정보 채널(FIC)의 보호를 위한 BICM 블록을 나타낸다. EAC는 EAS 정보를 전달하는 프레임의 일부이고 FIC는 서비스 및 해당 베이스 DP 사이의 맵핑 정보를 전달하는 프레임 내의 논리 채널이다. EAC 및 FIC의 세부사항은 후술한다.
- [0200] 도 6을 참조하면, PLS, EAC 및 FIC의 보호를 위한 BICM 블록은 PLS FEC 인코더(6000), 비트 인터리버(6010), 성상 맵퍼(6020) 및 타임 인터리버(6030)를 포함할 수 있다.

[0201] 또한, PLS FEC 인코더(6000)는 스크램블러, BCH 인코딩/제로 삽입 블록, LDPC 인코딩 블록 및 LDPC 패리티 평처리 블록을 포함할 수 있다. BICM 블록의 각 블록을 이하에서 설명한다.

[0202] PLS FEC 인코더(6000)는 스크램블링된 PLS 1/2 데이터, EAC 및 FIC 섹션을 인코딩할 수 있다.

[0203] 스크램블러는 BCH 인코딩 및 단축 및 평처리된 LDPC 인코딩 전에 PLS1 데이터 및 PLS2 데이터를 스크램블링할 수 있다.

[0204] BCH 인코딩/제로 삽입 블록은 PLS 보호를 위해 단축된 BCH 코드를 이용하여 스크램블링된 PLS 1/2 데이터에 대하여 아우터 인코딩을 수행하고 BCH 인코딩 후 제로 비트를 삽입할 수 있다. PLS1 데이터에 대해서만, LDPC 인코딩 전에 제로 삽입의 출력 비트가 퍼뮤팅(permute)될 수 있다.

[0205] LDPC 인코딩 블록은 LDPC 코드를 이용하여 BCH 인코딩/제로 삽입 블록의 출력을 인코딩할 수 있다. 완전한 코딩 블록(C_{ldpc})을 생성하기 위하여, 패리티 비트(P_{ldpc})가 각각의 제로 삽입 PLS 정보 블록(I_{ldpc})로부터 조직적으로 인코딩되고 그 후 첨부된다.

수학적식 1

$$C_{ldpc} = [I_{ldpc} \ P_{ldpc}] = [i_0, i_1, \dots, i_{K_{ldpc}-1}, p_0, p_1, \dots, p_{N_{ldpc}-K_{ldpc}-1}]$$

[0207] PLS1 및 PLS2에 대한 LDPC 코드 파라미터는 다음의 표 4와 같다.

표 4

시그널링 타입	K_{sig}	K_{bch}	N_{bch_parity}	K_{ldpc} ($= N_{bch}$)	N_{ldpc}	N_{ldpc_parity}	코드 레이트	Q_{ldpc}
PLS1	342	1020	60	1080	4320	3240	1/4	36
PLS2	<1021			2160	7200	5040	3/10	56
	>1020	2100						

[0209] LDPC 패리티 평처리 블록은 PLS1 데이터 및 PLS2 데이터에 대하여 평처리를 수행할 수 있다.

[0210] PLS1 데이터 보호에 단축이 적용되면, 임의의 LDPC 패리티 비트는 LDPC 인코딩 후에 평처리된다. 또한, PLS2 데이터 보호를 위해, PLS2의 LDPC 패리티 비트는 LDPC 인코딩 후에 평처리된다. 이들 평처리된 비트는 송신되지 않는다.

[0211] 비트 인터리버(6010)는 각각 단축 및 평처리된 PLS1 데이터 및 PLS2 데이터를 인터리빙한다.

[0212] 성상 맵퍼(6020)는 비트 인터리빙된 PLS1 데이터 및 PLS2 데이터를 성상에 맵핑할 수 있다.

[0213] 시간 인터리버(6030)는 맵핑된 PLS1 데이터 및 PLS2 데이터를 인터리빙할 수 있다.

[0214] 상술한 블록은 생략되거나 유사 또는 동일한 기능을 갖는 블록으로 대체될 수 있다.

[0215] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 프레임 빌딩 블록을 나타내는 도면이다.

[0216] 도 7에 도시된 프레임 빌딩 블록은 도 1을 참조하여 설명한 프레임 빌딩 블록(1020)의 실시예에 해당한다.

[0217] 도 7을 참조하면, 프레임 빌딩 블록은 지연 보상 블록(7000), 셀 맵퍼(7010) 및 주파수 인터리버(7020)를 포함할 수 있다. 프레임 빌딩 블록의 각각의 블록을 이하에서 설명한다.

[0218] 지연 보상 블록(7000)은 데이터 파이프 및 대응 PLS 데이터 간의 타이밍을 조절하여 송신단에서 시간이 함께 맞추어지도록 보장할 수 있다. PLS 데이터는 입력 포매팅 블록 및 BICM 블록에 의해 유발된 데이터 파이프의 지연을 처리함으로써 데이터 파이프와 동일한 양만큼 지연된다. BICM 블록의 지연은 주로 시간 인터리버(5050)에 의한 것이다. 인밴드 시그널링 데이터가 다음의 TI 그룹의 정보를 전달하여 시그널링될 DP 보다 하나의 프레임만큼 빠

르게 전달된다. 따라서, 지연 보상 블록은 인밴드 시그널링 데이터를 지연한다.

- [0219] 셀 맵퍼(7010)는 PLS, EAC, FIC, DP, 보조 스트림 및 터미 셀을 프레임 내의 OFDM 심볼의 액티브 캐리어로 맵핑할 수 있다. 셀 맵퍼(7010)의 기본 기능은, 만약에 있다면, DP, PLS 셀 및 EAC/FIC 셀의 각각에 대하여 TI에 의해 생성된 데이터 셀을 프레임 내의 OFDM 심볼의 각각에 대응하는 액티브 OFDM 셀의 어레이로 맵핑하는 것이다. 서비스 시그널링 데이터(PSI(program specific information)/SI))는 데이터 파이프에 의해 개별적으로 모아 전송될 수 있다. 셀 맵퍼는 스케줄러에 의해 생성된 동적 정보 및 프레임 구조의 구성에 따라 동작한다. 프레임의 세부사항은 후술한다.
- [0220] 주파수 인터리버(7020)는 셀 맵퍼(7010)로부터 수신된 데이터 셀을 랜덤하게 인터리빙하여 주파수 다이버시티를 제공할 수 있다. 또한, 주파수 인터리버(7020)는 상이한 인터리빙 시드(interleaving-seed) 순서를 이용하여 2개의 순차적인 OFDM 심볼로 구성되는 OFDM 심볼 쌍에 대하여 동작하여 단일 프레임 내의 최대 인터리빙 이득을 얻을 수 있다. 주파수 인터리버(7020)의 동작의 세부사항은 후술한다.
- [0221] 상술한 블록은 생략되거나 유사 또는 동일한 기능을 갖는 블록으로 대체될 수 있다.
- [0222] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 OFDM 생성 블록을 나타내는 도면이다.
- [0223] 도 8에 도시된 OFDM 생성 블록은 도 1을 참조하여 설명한 OFDM 생성 블록(1030)의 실시예에 해당한다.
- [0224] OFDM 생성 블록은 프레임 빌딩 블록에 의해 생성된 셀에 의해 OFDM 캐리어를 변조하고, 파일럿을 삽입하고, 송신될 시간 도메인 신호를 생성한다. 또한, 이 블록은 순차적으로 보호 구간을 삽입하고 PAPR(peak-to-average power ratio) 감소 처리를 적용하여 최종 RF 신호를 생성한다.
- [0225] 도 8을 참조하면, 프레임 빌딩 블록은 파일럿 및 예약 톤 삽입 블록(8000), 2D-eSFN 인코딩 블록(8010), IFFT(inverse fast Fourier transform) 블록(8020), PAPR 감소 블록(8030), 보호 구간 삽입 블록(8040), 프리앰블 삽입 블록(8050), 다른 시스템 삽입 블록(8060) 및 DAC 블록(8070)을 포함할 수 있다. 프레임 빌딩 블록의 각각의 블록을 이하에서 설명한다.
- [0226] 파일럿 및 예약 톤 삽입 블록(8000)은 파일럿 및 예약 톤을 삽입할 수 있다.
- [0227] OFDM 심볼 내의 다양한 셀은 파일럿으로 알려진 기준 정보로 변조되고, 파일럿은 수신기에서 선형적으로 알려진 송신 값을 갖는다. 파일럿 셀의 정보는 분산된 파일럿, 반복 파일럿(continual pilot), 에지 파일럿, FSS(frame signaling symbol) 파일럿 및 FES(frame edge symbol) 파일럿으로 구성된다. 각각의 파일럿은 파일럿 타입 및 파일럿 패턴에 따라 특정 부스팅 파워 레벨에서 송신된다. 파일럿 정보의 값은 임의의 주어진 심볼 상의 각각의 송신된 캐리어에 대하여 일련의 값인 기준 시퀀스로부터 도출된다. 파일럿은 프레임 동기화, 주파수 동기화, 시간 동기화, 채널 추정 및 송신 모드 식별에 사용될 수 있고, 또한 위상 잡음을 팔로잉(following)하는데 사용될 수 있다.
- [0228] 기준 시퀀스로부터 취해진 기준 정보는 프레임의 프리앰블, FSS 및 FES를 제외한 모든 심볼에서 분산된 파일럿 셀에서 송신된다. 반복 파일럿은 프레임의 모든 심볼에 삽입된다. 반복 파일럿의 수와 위치는 FFT 사이즈 및 분산된 파일럿 패턴에 의존한다. 에지 캐리어는 프리앰블 심볼을 제외한 모든 심볼 내의 에지 파일럿이다. 이들은 스펙트럼의 에지까지 주파수 보간을 허용하기 위하여 삽입된다. FSS 파일럿은 FSS(들)에 삽입되고 FES 파일럿은 FES에 삽입된다. 이들은 프레임의 에지까지 시간 보간을 허용하기 위하여 삽입된다.
- [0229] 본 발명의 실시예에 따른 시스템은 SFN 네트워크를 지원하고, 분산형 MISO 방식은 선택적으로 매우 강건한 송신 모드를 지원하는데 사용된다. 2D-eSFN은 다수의 TX 안테나를 이용하는 분산형 MISO 방식이고, 각각의 TX 안테나는 SFN 네트워크 내의 상이한 송신측에 배치된다.
- [0230] 2D-eSFN 인코딩 블록(8010)은, SFN 구성에서 시간 및 주파수 다이버시티를 생성하기 위하여, 2D-eSFN 처리를 수행하여 다수의 송신기로부터 송신된 신호의 위상을 왜곡할 수 있다. 그러므로, 오랜 시간 동안의 낮은 플랫폼 페이딩 또는 깊은 페이딩에 의한 버스트 에러가 완화될 수 있다.
- [0231] IFFT 블록(8020)은 OFDM 변조 방식을 이용하여 2D-eSFN 인코딩 블록(8010)으로부터의 출력을 변조할 수 있다. 파일럿으로서 (또는 예약 톤으로서) 지정되지 않은 데이터 심볼 내의 임의의 셀은 주파수 인터리버로부터의 데이터 셀 중의 하나를 전달한다. 셀은 OFDM 캐리어에 맵핑된다.
- [0232] PAPR 감소 블록(8030)은 시간 도메인 내의 다양한 PAPR 감소 알고리즘을 이용하여 입력 신호에 대한 PAPR 감소를 수행할 수 있다.

- [0233] 보호 구간 삽입 블록(8040)은 보호 구간을 삽입할 수 있고, 프리앰블 삽입 블록(8050)은 신호의 앞에 프리앰블을 삽입할 수 있다. 프리앰블의 구조의 세부사항은 후술한다. 다른 시스템 삽입 블록(8060)은 시간 도메인에서 복수의 방송 송수신 시스템의 신호를 멀티플렉싱하여 방송 서비스를 제공하는 2개 이상의 상이한 방송 송신/수신 시스템의 데이터가 동일한 RF 신호 대역폭에서 동시에 송신될 수 있다. 이 경우, 2개 이상의 상이한 방송 송수신 시스템은 상이한 방송 서비스를 제공하는 시스템을 지칭한다. 상이한 방송 서비스는 지상파 방송 서비스, 모바일 방송 서비스 등을 지칭한다. 각각의 방송 서비스와 관련된 데이터는 상이한 프레임의 통해 송신될 수 있다.
- [0234] DAC 블록(8070)은 입력 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하고 아날로그 신호를 출력할 수 있다. DAC 블록(8070)으로부터 출력된 신호는 물리층 프로파일에 따라 다수의 출력 안테나를 통해 송신될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 TX 안테나는 수직 또는 수평 극성(polarity)을 가질 수 있다.
- [0235] 상술한 블록은 생략되거나 유사 또는 동일한 기능을 갖는 블록으로 대체될 수 있다.
- [0236] 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 미래의 방송 서비스를 위한 방송 신호를 수신하는 장치의 구조를 나타내는 도면이다.
- [0237] 본 발명의 실시예에 따라 미래의 방송 서비스를 위한 방송 신호를 수신하는 장치는 도 1을 참조하여 설명한 미래의 방송 서비스를 위해 방송 신호를 송신하는 장치에 대응할 수 있다.
- [0238] 본 발명의 실시예에 따라 미래의 방송 서비스를 위한 방송 신호를 수신하는 장치는 동기화 및 복조 모듈(9000), 프레임 파싱 모듈(9010), 디맵핑 및 디코딩 모듈(9020), 출력 프로세서(9030) 및 시그널링 디코딩 모듈(9040)을 포함할 수 있다. 방송 신호를 수신하는 장치의 각 모듈의 동작을 이하에서 설명한다.
- [0239] 동기화 및 복조 모듈(9000)은 m개의 Rx 안테나를 통해 입력 신호를 수신하고 방송 신호를 수신하는 장치에 대응하는 시스템에 대하여 신호 검출 및 동기화를 수행하고 방송 신호를 송신하는 장치에 의해 수행되는 절차의 역 절차에 대응하는 복조를 수행할 수 있다.
- [0240] 프레임 파싱 모듈(9100)은 입력 신호 프레임을 파싱하고 사용자에게 의해 선택된 서비스가 송신되는 데이터를 추출할 수 있다. 방송 신호를 송신하는 장치가 인터리빙을 수행하면, 프레임 파싱 모듈(9100)은 인터리빙의 역 절차에 대응하는 디인터리빙을 수행할 수 있다. 이 경우, 추출될 필요가 있는 신호 및 데이터의 위치는 시그널링 디코딩 모듈(9400)로부터 출력된 데이터를 디코딩하여 방송 신호를 송신하는 장치에 의해 생성된 시그널링 정보를 회복함으로써 얻어질 수 있다.
- [0241] 디맵핑 및 디코딩 모듈(9200)은 입력 신호를 비트 도메인 데이터로 변환한 후 필요에 따라 디인터리빙할 수 있다. 디맵핑 및 디코딩 모듈(9200)은 송신 효율을 위해 적용된 맵핑에 대하여 디맵핑을 수행하고 디코딩을 통해 송신 채널에 대하여 생성된 에러를 정정할 수 있다. 이 경우, 디맵핑 및 디코딩 모듈(9200)은 시그널링 디코딩 모듈(9400)로부터 출력된 데이터를 디코딩함으로써 디맵핑 및 디코딩에 필요한 송신 파라미터를 얻을 수 있다.
- [0242] 출력 프로세서(9300)는 방송 신호를 송신하여 송신 효율을 개선하는 장치에 의해 적용되는 다양한 압축/신호 처리 절차의 역 절차를 수행할 수 있다. 이 경우, 출력 프로세서(9300)는 시그널링 디코딩 모듈(9400)로부터 출력된 데이터로부터 필요한 제어 정보를 얻을 수 있다. 출력 프로세서(9300)의 출력은 방송 신호를 송신하는 장치로 입력되는 신호에 대응하고 MPEG-TS, IP 스트림(v4 또는 v6) 및 일반 스트림일 수 있다.
- [0243] 시그널링 디코딩 모듈(9400)은 동기화 및 복조 모듈(9000)에 의해 복조된 신호로부터 PLS 정보를 얻을 수 있다. 상술한 바와 같이, 프레임 파싱 모듈(9100), 디맵핑 및 디코딩 모듈(9200) 및 출력 프로세서(9300)는 시그널링 디코딩 모듈(9400)로부터 출력된 데이터를 이용하여 그 기능을 실행할 수 있다.
- [0244] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 프레임 구조를 나타내는 도면이다.
- [0245] 도 10은 슈퍼프레임 내의 프레임 타입 및 FRU의 예시적인 구성을 나타낸다. (a) 본 발명의 실시예에 따른 슈퍼프레임을 나타내고, (b)는 본 발명의 실시예에 따른 FRU(frame repetition unit)를 나타내고, (c)는 FRU 내의 가변 PHY 프로파일의 프레임을 나타내고, (d)는 프레임의 구조를 나타낸다.
- [0246] 슈퍼 프레임은 8개의 FRU로 구성될 수 있다. FRU는 프레임의 TDM을 위한 기본 멀티플렉싱 단위이고 슈퍼프레임 내에서 8번 반복된다.
- [0247] FRU 내의 각 프레임은 PHY 프로파일(베이스, 핸드헬드, 어드밴스드) 또는 FET 중의 하나에 속한다. FRU 내의 프레임의 최대 허용수는 4이고 주어진 PHY 프로파일은 FRU(예를 들어, 베이스, 베이스, 핸드헬드, 어드밴스드)에

서 0배 내지 4배까지의 임의의 횟수만큼 나타날 수 있다. PHY 프로파일 정의는 필요하다면 프리앰블 내의 PHY_PROFILE의 예약 값을 이용하여 확장될 수 있다.

[0248] FET 부분은 포함된다면 FRU의 끝에 삽입된다. FET가 FRU에 포함되면, 수퍼 프레임에서 FET의 최소수는 8이다. FET 부분이 서로 인접하는 것은 추천되지 않는다.

[0249] 하나의 프레임은 또한 다수의 OFDM 심볼 및 프리앰블로 분리된다. (d)에 도시된 바와 같이, 프레임은 프리앰블, 하나 이상의 프레임 시그널링 심볼(FSS), 정상 데이터 심볼 및 프레임 에지 심볼(FES)을 포함한다.

[0250] 프리앰블은, 고속 퓨어캐스트 UTB 시스템 신호 검출이 가능하고 신호위 효율적인 송수신을 위한 기본 송신 파라미터의 세트를 제공하는 특수 심볼이다. 프리앰블의 세부 설명은 후술한다.

[0251] FSS(들)의 주요 목적은 PLS 데이터를 전달하는 것이다. 고속 동기화 및 채널 추정 및 PLS 데이터의 고속 디코딩을 위해, FSS는 정상 데이터 심볼보다 더 밀집한 파일럿 패턴을 갖는다. FES는 정확히 FSS와 동일한 파일럿을 갖고, 이는 FES 직전의 심볼에 대하여 외삽하지 않고 FES 내의 주파수 전용 보간 및 시간 보간을 가능하게 한다.

[0252] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 프레임의 시그널링 계층 구조를 나타내는 도면이다.

[0253] 도 11은 3개의 주요 부분, 즉, 프리앰블 시그널링 데이터(11000), PLS1 데이터(11010) 및 PLS2 데이터(11020)로 분리된 시그널링 계층 구조를 나타낸다. 모든 프레임에서 프리앰블 심볼에 의해 전달되는 프리앰블의 목적은 그 프레임의 송신 타입 및 기본 송신 파라미터를 지시하는 것이다. PLS1은 수신기가 PLS2 데이터를 액세스 및 디코딩하도록 하고, 이는 관심있는 DP를 액세스하는 파라미터를 포함한다. PLS2는 모든 프레임에서 전달되고 2개의 주요 부분, 즉, PLS2-STAT 데이터 및 PLS2-DYN 데이터로 분리된다. PLS2 데이터의 정적 및 동적 부분은 필요하면 패딩이 뒤따른다.

[0254] 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 프리앰블 시그널링 데이터를 나타내는 도면이다.

[0255] 프리앰블 시그널링 데이터는 프레임 구조 내에서 수신기가 PLS 데이터를 액세스하고 DP를 트레이싱하도록 하는 데 필요한 정보의 21 비트를 전달한다. 프리앰블 시그널링의 세부사항은 다음과 같다.

[0256] PHY_PROFILE: 이 3 비트 필드는 현재 프레임의 PHY 프로파일 타입을 나타낸다. 상이한 PHY 프로파일 타입의 맵핑은 이하 표 5에 주어진다.

표 5

값	PHY 프로파일
000	베이스 프로파일
001	핸드헬드 프로파일
010	어드밴스드 프로파일
011-110	예약
111	FET

[0258] FFT_SIZE: 이 2 비트 필드는 이하의 표 6에 기재된 바와 같이 프레임 그룹 내의 현재 프레임의 FFT 사이즈를 나타낸다.

표 6

값	FFT 사이즈
00	8K FFT
01	16K FFT
10	32K FFT
11	예약

[0260] GI_FRACTION: 이 3 비트 필드는 이하의 표 7에 기재된 바와 같이 현재의 수퍼 프레임 내의 보호 구간 분수(fraction) 값을 나타낸다.

표 7

[0261]

값	GI_FRACTION
000	1/5
001	1/10
010	1/20
011	1/40
100	1/80
101	1/160
110-111	예약

[0262]

EAC_FLAG: 이 1 비트 필드는 EAC가 현재의 프레임에 제공되는지를 나타낸다. 이 필드가 "1"로 설정되면, EAS(emergency alert service)가 현재의 프레임에서 제공된다. 이 필드가 "0"으로 설정되면, EAS가 현재의 프레임에서 전달되지 않는다. 이 필드는 수퍼 프레임 내에서 동적으로 스위칭될 수 있다.

[0263]

PILOT_MODE: 이 1 비트 필드는 프로파일 모드가 현재의 프레임 그룹 내의 현재의 프레임에 대하여 모바일 모드인지 고정 모드인지를 지시한다. 이 필드가 "0"로 설정되면, 모바일 파일럿 모드가 사용된다. 필드가 "1"로 설정되면, 고정 파일럿 모드가 사용된다.

[0264]

PAPR_FLAG: 이 1 비트 필드는 PAPR 감소가 현재의 프레임 그룹 내의 현재의 프레임에 사용되는지를 지시한다. 이 필드가 "1"로 설정되면, PAPR 감소에 톤 예약(tone reservation)이 사용된다. 이 필드가 "0"으로 설정되면, PAPR 감소가 사용되지 않는다.

[0265]

FRU_CONFIGURE: 이 3 비트 필드는 현재의 수퍼 프레임 내에 존재하는 FRU(frame repetition unit)의 PHY 프로파일 타입 구성을 나타낸다. 현재의 수퍼 프레임에서 전달되는 모든 프로파일 타입은 현재의 수퍼 프레임 내의 모든 프레임 내의 이 필드에서 식별된다. 3 비트 필드는 이하의 표 8에 도시된 바와 같이 각 프로파일에 대한 상이한 정의를 갖는다.

표 8

[0266]

	현재의 PHY_PROFILE="000" (베이스)	현재의 PHY_PROFILE="001" (핸드헬드)	현재의 PHY_PROFILE="010" (어드밴스드)	현재의 PHY_PROFILE="111" (FET)
FRU_CONFIGURE=000	베이스 프로파일만 존재	핸드헬드 프로파일만 존재	어드밴스드 프로파일만이 존재	FET만이 존재
FRU_CONFIGURE=1XX	핸드헬드 프로파일이 존재	베이스 프로파일이 존재	베이스 프로파일이 존재	베이스 프로파일이 존재
FRU_CONFIGURE=X1X	어드밴스드 프로파일이 존재	어드밴스드 프로파일이 존재	핸드헬드 프로파일이 존재	핸드헬드 프로파일이 존재
FRU_CONFIGURE=XX1	FET가 존재	FET가 존재	FET가 존재	어드밴스드 프로파일이 존재

[0267]

RESERVED: 이 7 비트 필드가 미래의 사용을 위해 예약된다.

[0268]

도 13은 본 발명의 실시예에 따른 PLS1 데이터틀 나타내는 도면이다.

[0269]

PLS1 데이터는 PLS2의 수신 및 디코딩을 가능하게 하는데 필요한 파라미터를 포함하는 기본 송신 파라미터를 제공한다. 상술한 바와 같이, PLS1 데이터는 하나의 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 변경되지 않는다. PLS1 데이터의 시그널링 필드의 상세한 정의는 다음과 같다.

[0270]

PREAMBLE_DATA: 이 20 비트 필드는 EAC_FLAG를 제외한 프리앰블 시그널링 데이터의 사본이다.

[0271]

NUM_FRAME_FRU: 이 2 비트 필드는 FRU당 프레임의 수를 나타낸다.

[0272]

PAYLOAD_TYPE: 이 3 비트 필드는 프레임 그룹에서 전달되는 페이로드 데이터의 포맷을 지시한다. PAYLOAD_TYPE은 표 9에 도시된 바와 같이 시그널링된다.

표 9

[0273]

값	페이로드 타입
1XX	TS 스트림이 송신됨
X1X	IP 스트림이 송신됨
XX1	GS 스트림이 송신됨

[0274]

NUM_FSS: 이 2 비트 필드는 현재의 프레임 내의 FSS 심볼의 수를 나타낸다.

[0275]

SYSTEM_VERSION: 이 8 비트 필드는 송신된 신호 포맷의 버전을 나타낸다. SYSTEM_VERSION은 2개의 4 비트 필드, 즉 메이저 버전 및 마이너 버전으로 분리된다.

[0276]

메이저 버전: SYSTEM_VERSION 필드의 MSB 4 비트는 메이저 버전 정보를 나타낸다. 메이저 버전 필드의 변화는 비-하위-호환(non-backward-compatible) 변화를 나타낸다. 디폴트 값은 "0000"이다. 이 표준에 기재된 버전에서, 값은 "0000"으로 설정된다.

[0277]

마이너 버전: SYSTEM_VERSION의 LSB 4 비트는 마이너 버전 정보를 나타낸다. 마이너 버전 필드의 변화는 하위 호환성이다.

[0278]

CELL_ID: 이것은 ATSC 네트워크에서 지리적인 셀을 고유하게 식별하는 16 비트 필드이다. ATSC 셀 커버리지 영역은 퓨어캐스트 UTB 시스템에 사용되는 주파수의 수에 의존하여 하나 이상의 주파수로 구성될 수 있다. CELL_ID의 값이 알려져 있지 않거나 특정되지 않으면, 이 필드는 "0"으로 설정된다.

[0279]

NETWORK_ID: 이것은 현재의 ATSC 네트워크를 고유하게 식별하는 16 비트 필드이다.

[0280]

SYSTEM_ID: 이 16 비트 필드는 ATSC 네트워크 내의 퓨어캐스트 UTB 시스템을 고유하게 식별한다. 퓨어캐스트 UTB 시스템은 입력이 하나 이상의 입력 스트림(TS, IP, GS)이고 출력이 RF 신호인 지상파 방송 시스템이다. 퓨어캐스트 UTB 시스템은 만약 있다면 하나 이상의 PHY 프로파일 및 FET를 전달한다. 동일한 퓨어캐스트 UTB 시스템은 상이한 입력 스트림을 전달할 수 있고 상이한 지리적 영역에서 상이한 RF 주파수를 사용하여 로컬 서비스 삽입을 허용한다. 프레임 구조 및 스케줄링은 하나의 장소에서 제어되고 퓨어캐스트 UTB 시스템 내에서 모든 송신에 대하여 동일하다. 하나 이상의 퓨어캐스트 UTB 시스템은 모두 동일한 물리층 구조 및 구성을 갖는다는 것을 의미하는 동일한 SYSTEM_ID를 가질 수 있다.

[0281]

다음의 루프는 각 프레임 타입의 FRU 구성 및 길이를 지시하는데 사용되는 FRU_PHY_PROFILE, FRU_FRAME_LENGTH, FRU_GI_FRACTION 및 RESERVED로 구성된다. 루프 사이즈는 고정되어 4개의 PHY 프로파일(FET를 포함)이 FRU 내에서 시그널링된다. NUM_FRAME_FRU가 4보다 작으면, 사용되지 않은 필드는 제로로 채워진다.

[0282]

FRU_PHY_PROFILE: 이 3 비트 필드는 연관된 FRU의 (i+1)번째 (i는 루프 인덱스이다) 프레임의 PHY 프로파일 타입을 나타낸다. 이 필드는 표 8에 도시된 바와 같이 동일한 시그널링 포맷을 사용한다.

[0283]

FRU_FRAME_LENGTH: 이 2 비트 필드는 연관된 FRU의 (i+1)번째 프레임의 길이를 나타낸다. FRU_GI_FRACTION과 함께 FRU_FRAME_LENGTH를 이용하여, 프레임 듀레이션의 정확한 값이 얻어질 수 있다.

[0284]

FRU_GI_FRACTION: 이 3 비트 필드는 연관된 FRU의 (i+1)번째 프레임의 보호 구간 분수 값을 나타낸다. FRU_GI_FRACTION은 표 7에 따라 시그널링된다.

[0285]

RESERVED: 이 4 비트 필드가 미래의 사용을 위해 예약된다.

[0286]

다음의 필드는 PLS2 데이터를 디코딩하는 파라미터를 제공한다.

[0287]

PLS2_FEC_TYPE: 이 2 비트 필드는 PLS2 보호에 의해 사용되는 FEC 타입을 나타낸다. FEC 타입은 표 10에 따라 시그널링된다. LDPC 코드의 세부사항은 후술한다.

표 10

[0288]

콘텐츠	PLS2 FEC 타입
00	4K-1/4 및 7K-3/10 LDPC 코드
01-11	예약

[0289] PLS2_MOD: 이 3 비트 필드는 PLS2에 의해 사용되는 변조 타입을 나타낸다. 변조 타입은 표 11에 따라 시그널링된다.

표 11

[0290]

값	PLS2_MODE
000	BPSK
001	QPSK
010	QAM-16
011	NUQ-64
100-111	예약

[0291] PLS2_SIZE_CELL: 이 15 비트 필드는 현재의 프레임 그룹에서 전달되는 PLS2에 대한 풀 코딩 블록(full coded blocks)의 모음(collection)의 사이즈(QAM 셀의 수로서 특정됨)($C_{total_partial_block}$)를 나타낸다. 이 값은 현재의 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.

[0292] PLS2_STAT_SIZE_BIT: 이 14 비트 필드는 현재의 프레임 그룹에 대한 PLS2-STAT의 비트 사이즈를 나타낸다. 이 값은 현재의 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.

[0293] PLS2_DYN_SIZE_BIT: 이 14 비트 필드는 현재의 프레임 그룹에 대한 PLS2-DYN의 비트 사이즈를 나타낸다. 이 값은 현재의 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.

[0294] PLS2_REP_FLAG: 이 1 비트 플래그는 현재의 프레임 그룹에서 PLS2 반복 모드가 사용되는지를 나타낸다. 이 필드가 값 "1"로 설정되면, PLS2 반복 모드가 활성화된다. 이 필드가 값 "0"으로 설정되면, PLS2 반복 모드가 비활성화된다.

[0295] PLS2_REP_SIZE_CELL: 이 15 비트 필드는 PLS2 반복이 사용될 때 현재의 프레임 그룹의 모든 프레임에서 전달되는 PLS2에 대한 부분 코딩 블록(partial coded blocks)의 모음(collection)의 사이즈(QAM 셀의 수로서 특정됨)($C_{total_partial_block}$)를 나타낸다. 반복이 사용되지 않으면, 이 필드의 값은 0과 동일하다. 이 값은 현재의 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.

[0296] PLS2_NEXT_FEC_TYPE: 이 2 비트 필드는 다음의 프레임 그룹의 모든 프레임에서 전달되는 PLS2에 사용되는 FEC 타입을 나타낸다. FEC 타입은 표 10에 따라 시그널링된다.

[0297] PLS2_NEXT_MOD: 이 3 비트 필드는 다음의 프레임 그룹의 모든 프레임에서 전달되는 PLS2에 사용되는 변조 타입을 나타낸다. 변조 타입은 표 11에 따라 시그널링된다.

[0298] PLS2_NEXT_REP_FLAG: 이 1 비트 필드는 다음의 프레임 그룹에서 PLS2 반복 모드가 사용되는지를 나타낸다. 이 필드가 값 "1"로 설정되면, PLS2 반복 모드가 활성화된다. 이 필드가 값 "0"으로 설정되면, PLS2 반복 모드가 비활성화된다.

[0299] PLS2_NEXT_REP_SIZE_CELL: 이 15 비트 필드는 PLS2 반복이 사용될 때 다음의 프레임 그룹의 모든 프레임에서 전달되는 PLS2에 대한 풀 코딩 블록(full coded blocks)의 모음(collection)의 사이즈(QAM 셀의 수로서 특정됨)($C_{total_partial_block}$)를 나타낸다. 다음의 프레임 그룹에서 반복이 사용되지 않으면, 이 필드의 값은 0과 동일하다. 이 값은 현재의 프레임 그룹에서 일정하다.

[0300] PLS2_NEXT_REP_STAT_SIZE_BIT: 이 14 비트 필드는 다음의 프레임 그룹에 대한 PLS2-STAT의 비트 사이즈를 나타낸다. 이 값은 현재의 프레임 그룹에서 일정하다.

[0301] PLS2_NEXT_REP_DYN_SIZE_BIT: 이 14 비트 필드는 다음의 프레임 그룹에 대한 PLS2-DYN의 비트 사이즈를 나타낸다. 이 값은 현재의 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.

[0302] PLS2_AP_MODE: 이 2 비트 필드는 현재의 프레임 그룹 내의 PLS2에 추가의 패리티가 제공되는지를 나타낸다. 이 값은 현재의 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다. 하기의 표 12는 이 필드의 값을 나타낸다. 이 필드가 "00"으로 설정되면, 현재의 프레임에서 PLS2에 대하여 추가의 패리티가 사용되지 않는다.

표 12

[0303]

값	PLS2-AP 모드
00	AP는 제공되지 않음
01	AP1 모드
10-11	예약

[0304]

PLS2_AP_SIZE_CELL: 이 15 비트 필드는 PLS2의 추가의 패리티 비트의 사이즈(QAM 셀의 수로 특정됨)를 나타낸다. 이 값은 현재의 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.

[0305]

PLS2_NEXT_AP_MODE: 이 2 비트 필드는 다음의 프레임 그룹에서 PLS2에 추가의 패리티가 제공되는지를 나타낸다. 이 값은 현재의 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다. 표 12는 이 필드의 값을 정의한다.

[0306]

PLS2_NEXT_AP_SIZE_CELL: 이 15 비트 필드는 다음의 프레임 그룹의 모든 프레임에서 PLS2의 추가의 패리티 비트의 사이즈(QAM 셀의 수로 특정됨)를 나타낸다. 이 값은 현재의 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.

[0307]

RESERVED: 이 32 비트 필드가 미래의 사용을 위해 예약된다.

[0308]

CRC_32: 전체 PLS1 시그널링에 적용되는 32 비트 에러 검출 코드

[0309]

도 14는 본 발명의 실시예에 따른 PLS2 데이터를 나타내는 도면이다.

[0310]

도 14는 PLS2 데이터의 PLS2-STAT 데이터를 나타낸다. PLS2-STAT 데이터는 프레임 그룹 내에서 동일하지만, PLS2-DYN 데이터는 현재의 프레임에 특정된 정보를 제공한다.

[0311]

PLS2-STAT 데이터의 필드의 세부사항은 다음과 같다.

[0312]

FIC_FLAG: 이 1 비트 필드는 FIC가 현재의 프레임 그룹에 사용되는지를 나타낸다. 이 필드가 "1"로 설정되면, FIC가 현재의 프레임에서 제공된다. 이 필드가 "0"으로 설정되면, FIC가 현재의 프레임에서 전달되지 않는다. 이 값은 현재의 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.

[0313]

AUX_FLAG: 이 1 비트 필드는 현재의 프레임 그룹에서 보조 스트림(들)이 사용되는지를 나타낸다. 이 필드가 "1"로 설정되면, 보조 스트림에 현재의 프레임에서 제공된다. 이 필드가 "0"으로 설정되면, 보조 스트림이 현재의 프레임에서 전달되지 않는다. 이 값은 현재의 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.

[0314]

NUM_DP: 이 6 비트 필드는 현재의 프레임에서 전달되는 DP의 수를 나타낸다. 이 필드의 값은 1 내지 64의 범위 내에 있고 DP의 수는 NUM_DP+1이다.

[0315]

DP_ID: 이 6 비트 필드는 PHY 프로파일 내에서 DP를 고유하게 식별한다.

[0316]

DP_TYPE: 이 3 비트 필드는 DP의 타입을 나타낸다. 이것은 이하의 표 13에 따라 시그널링된다.

표 13

[0317]

값	DP 타입
000	DP 타입 1
001	DP 타입 2
010-111	예약

[0318]

DP_GROUP_ID: 이 8 비트 필드는 현재의 DP가 연관된 DP 그룹을 식별한다. 이것은 수신기가 특정 서비스와 연관된 서비스 컴포넌트의 DP를 액세스하는데 사용될 수 있고, 이들 DP는 동일한 DP_GROUP_ID를 갖는다.

[0319]

BASE_DP_ID: 이 6 비트 필드는 관리층에서 사용되는 서비스 시그널링 데이터(PSI/SI)를 전달하는 DP를 나타낸다. BASE_DP_ID로 지시된 DP는 서비스 시그널링 데이터만을 전달하는 전용 DP 또는 서비스 데이터와 함께 서비스 시그널링 데이터를 전달하는 정상 DP일 수 있다.

[0320]

DP_FEC_TYPE: 이 2비트 필드는 연관된 DP에 의해 사용되는 FEC 타입을 나타낸다. FEC 타입은 이하의 표 14에 따라 시그널링된다.

표 14

[0321]

값	FEC_TYPE
00	16K LDPC
01	64K LDPC
10-11	예약

[0322]

DP_COD: 이 4 비트 필드는 연관된 DP에 의해 사용되는 코드 레이트를 나타낸다. 코드 레이트는 이하의 표 15에 따라 시그널링된다.

표 15

[0323]

값	코드 레이트
0000	5/15
0001	6/15
0010	7/15
0011	8/15
0100	9/15
0101	10/15
0110	11/15
0111	12/15
1000	13/15
1001-111	예약

[0324]

DP_MOD: 이 4비트 필드는 연관된 DP에 의해 사용되는 변조를 나타낸다. 변조는 이하의 표 16에 따라 시그널링된다.

표 16

[0325]

값	변조
0000	QPSK
0001	QAM-16
0010	NUQ-64
0011	NUQ-256
0100	NUQ-1024
0101	NUC-16
0110	NUC-64
0111	NUC-256
1000	NUC-1024
1001-111	예약

[0326]

DP_SSD_FLAG: 이 1 비트 필드는 SSD 모드가 연관된 DP 에서 사용되는지를 나타낸다. 이 필드가 값 "1"로 설정되면, SSD가 사용된다. 이 필드가 값 "0"으로 설정되면, SSD가 사용되지 않는다.

[0327]

PHY_PROFILE이 어드밴스드 프로파일을 나타내는 "010"과 동일한 경우에만 다음의 필드가 나타난다.

[0328]

DP_MIMO: 이 3 비트 필드는 연관된 DP에 어떤 타입의 MIMO 인코딩 프로세스가 적용되는지를 나타낸다. MIMO 인코딩 프로세스의 타입은 표 17에 따라 시그널링된다.

표 17

[0329]

값	MIMO 인코딩
000	FR-SM
001	FRFD-SM
010-111	예약

- [0330] DP_TI_TYPE: 이 1 비트 필드는 시간 인터리빙의 타입을 나타낸다. "0"의 값은 하나의 TI 그룹이 하나의 프레임에 대응하고 하나 이상의 TI 블록을 포함하는 것을 나타낸다. "1"의 값은 하나의 TI 그룹이 1보다 많은 프레임에서 전달되고 단 하나의 TI 블록만을 포함하는 것을 나타낸다.
- [0331] DP_TI_LENGTH: 2 비트 필드의 사용(허용되는 값이 단지 1, 2, 4, 8임)은 다음과 같이 DP_TI_TYPE 필드 내에 설정된 값에 의해 결정된다.
- [0332] DP_TI_LENGTH가 값 "1"로 설정되면, 이 필드는 PI, 즉, 각 TI 그룹이 맵핑되는 프레임의 수를 나타내고, TI 그룹당 하나의 TI 블록이 있다(NTI=1). 2 비트 필드를 갖는 허용된 PI 값은 이하의 표 18에서 정의된다.
- [0333] DP_TI_TYPE이 "0"으로 설정되면, 이 필드는 TI 그룹당 TI 블록의 수(NTI)를 나타내고 프레임당 하나의 TI 그룹이 있다(PI=1). 2 비트 필드를 갖는 허용된 PI 값은 이하의 표 18에서 정의된다.

표 18

2 비트 필드	P _I	N _{TI}
00	1	1
01	2	2
10	4	3
11	8	4

- [0335] DP_FRAME_INTERVAL: 이 2 비트 필드는 연관된 DP에 대한 프레임 그룹 내의 프레임 구간(I_{JUMP})을 나타내고, 허용되는 값은 1, 2, 4, 8이다(대응하는 2 비트 필드는 각각 "00", "01", "10", "11"이다). 프레임 그룹의 모든 프레임에서 나타나지 않는 DP에 대하여, 이 필드의 값은 연속적인 프레임 간의 간격과 동일하다. 예를 들어, DP가 프레임 1, 5, 9, 13 등에서 나타나면, 이 필드는 "4"로 설정된다. 모든 프레임에서 나타나는 DP에 대하여, 이 필드는 "1"로 설정된다.
- [0336] DP_TI_BYPASS: 이 1 비트 필드는 시간 인터리버(5050)의 이용가능성을 결정한다. DP에 대하여 시간 인터리빙이 사용되지 않으면, 이는 "1"로 설정된다. 시간 인터리빙이 사용되면, 이는 "0"으로 설정된다.
- [0337] DP_FIRST_FRAME_IDX: 이 5 비트 필드는 현재 DP가 발생하는 수퍼 프레임의 제1 프레임의 인덱스를 나타낸다. DP_FIRST_FRAME_IDX의 값은 0 내지 31의 범위 내에 있다.
- [0338] DP_NUM_BLOCK_MAX: 이 10 비트 필드는 이 DP에 대하여 DP_NUM_BLOCKS의 최대 값을 나타낸다. 이 필드의 값은 DP_NUM_BLOCKS와 동일한 범위를 갖는다.
- [0339] DP_PAYLOAD_TYPE: 이 2 비트 필드는 주어진 DP에 의해 전달되는 페이로드 데이터의 타입을 나타낸다. DP_PAYLOAD_TYPE은 이하의 표 19에 따라 시그널링된다.

표 19

값	페이로드 타입
00	TS
01	IP
10	GS
11	예약

- [0341] DP_INBAND_MODE: 이 2 비트 필드는 현재의 DP가 인밴드 시그널링 정보를 전달하는지를 나타낸다. 인밴드 시그널링 타입은 이하의 표 20에 따라 시그널링된다.

표 20

값	인밴드 모드
00	인밴드 시그널링이 전달되지 않음
01	INBAND-PLS만이 전달됨
10	INBAND-ISSY만이 전달됨
11	INBAND-PLS 및 INBAND-ISSY이 전달됨

[0343] DP_PROTOCOL_TYPE: 이 2 비트 필드는 주어진 DP에 의해 전달되는 페이로드의 프로토콜 타입을 나타낸다. 입력 페이로드 타입이 선택되면, 이하의 표 21에 따라 시그널링된다.

표 21

값	DP_PAYLOAD_TYPE이 TS인 경우	DP_PAYLOAD_TYPE이 IP인 경우	DP_PAYLOAD_TYPE이 GS인 경우
00	MPEG2-TS	IPv4	(주)
01	예약	IPv6	예약
10	예약	예약	예약
11	예약	예약	예약

[0345] DP_CRC_MODE: 이 2 비트 필드는 입력 포매팅 블록에서 CRC 인코딩이 사용되는지를 나타낸다. CRC 모드는 이하의 표 22에 따라 시그널링된다.

표 22

값	CRC 모드
00	사용되지 않음
01	CRC-8
10	CRC-16
11	CRC-32

[0347] DNP_MODE: 이 2 비트 필드는 DP_PAYLOAD_TYPE이 TS("00")으로 설정될 때 연관된 DP에 의해 사용되는 널-패킷 삭제 모드를 나타낸다. DNP_MODE는 이하의 표 23에 따라 시그널링된다. DP_PAYLOAD_TYPE이 TS("00")가 아니면, DNP_MODE는 값 "00"으로 설정된다.

표 23

값	널-패킷 삭제 모드
00	사용되지 않음
01	DNP-NORMAL
10	DNP-OFFSET
11	예약

[0349] ISSY_MODE: 이 2 비트 필드는 DP_PAYLOAD_TYPE이 TS("00")으로 설정될 때 연관된 DP에 의해 사용되는 ISSY 모드를 나타낸다. ISSY_MODE는 이하의 표 24에 따라 시그널링된다. DP_PAYLOAD_TYPE이 TS("00")가 아니면, ISSY_MODE는 값 "00"으로 설정된다.

표 24

값	ISSY 모드
00	사용되지 않음
01	ISSY-UP
10	ISSY-BBF
11	예약

[0351] HC_MODE_TS: 이 2 비트 필드는 DP_PAYLOAD_TYPE이 TS("00")으로 설정될 때 연관된 DP에 의해 사용되는 TS 헤더 압축 모드를 나타낸다. HC_MODE_TS는 이하의 표 25에 따라 시그널링된다.

표 25

값	헤더 압축 모드
00	HC_MODE_TS 1
01	HC_MODE_TS 2

10	HC_MODE_TS 3
11	HC_MODE_TS 4

- [0353] HC_MODE_IP: 이 2 비트 필드는 DP_PAYLOAD_TYPE이 IP ("01")으로 설정될 때의 IP 헤더 압축 모드를 나타낸다. HC_MOD_IP는 이하의 표 26에 따라 시그널링된다.

표 26

[0354]	값	헤더 압축 모드
	00	압축하지 않음
	01	HC_MODE_IP 1
	10-11	예약

- [0355] PID: 이 13 비트 필드는 DP_PAYLOAD_TYPE이 TS("00")으로 설정되고 HC_MODE_TS가 "01" 또는 "10"으로 설정될 때의 TS 헤더 압축을 위한 PID 번호를 나타낸다.
- [0356] RESERVED: 이 8 비트 필드는 미래의 사용을 위해 예약된다.
- [0357] FIC_FLAG가 "1"과 동일한 경우에만 다음의 필드가 나타난다.
- [0358] FIC_VERSION: 이 8 비트 필드는 FIC의 버전 번호를 나타낸다.
- [0359] FIC_LENGTH_BYTE: 이 13 비트 필드는 FIC의 바이트 길이를 나타낸다.
- [0360] RESERVED: 이 8 비트 필드는 미래의 사용을 위해 예약된다.
- [0361] AUX_FLAG가 "1"과 동일한 경우에만 다음의 필드가 나타난다.
- [0362] NUM_AUX: 이 4 비트 필드는 보조 스트림의 수를 나타낸다. 제로는 보조 스트림이 사용되지 않는 것을 의미한다.
- [0363] AUX_CONFIG_RFU: 이 8 비트 필드는 미래의 사용을 위해 예약된다.
- [0364] AUX_STREAM_TYPE: 이 4 비트 필드는 현재의 보조 스트림의 타입을 나타내기 위한 미래의 사용을 위해 예약된다.
- [0365] UX_PRIVATE_CONFIG: 이 28 비트 필드는 보조 스트림을 시그널링 하기 위한 미래의 사용을 위해 예약된다.
- [0366] 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 PLS2 데이터틀 나타내는 도면이다.
- [0367] 도 15는 PLS2 데이터의 PLS2-DYN 데이터를 나타낸다. PLS2-DYN 데이터의 값은 하나의 프레임 그룹의 듀레이션 동안 변할 수 있고, 필드의 사이즈는 일정하게 유지된다.
- [0368] PLS2-DYN 데이터의 필드의 세부사항은 다음과 같다.
- [0369] FRAME_INDEX: 이 5 비트 필드는 수퍼 프레임 내의 현재의 프레임의 프레임 인덱스를 나타낸다. 수퍼 프레임의 제1 프레임의 인덱스는 "0"으로 설정된다.
- [0370] PLS_CHANGE_COUNTER: 이 4 비트 필드는 구성이 변경되기 전의 수퍼 프레임의 수를 나타낸다. 구성에 있어서 변경된 다음의 수퍼 프레임은 이 필드 내에서 시그널링되는 값에 의해 지시된다. 이 필드가 값 "0000"으로 설정되면, 스케줄링된 변화가 예상되지 않은 것을 의미하고, 값 "1"은 다음 수퍼 프레임에서 변화가 있다는 것을 의미한다.
- [0371] FIC_CHANGE_COUNTER: 이 4 비트 필드는 구성(즉, FIC의 내용)이 변경되기 전의 수퍼 프레임의 수를 나타낸다. 구성에 있어서 변경된 다음의 수퍼 프레임은 이 필드 내에서 시그널링되는 값에 의해 지시된다. 이 필드가 값 "0000"으로 설정되면, 스케줄링된 변화가 예상되지 않은 것을 의미하고, 값 "0001"은 다음 수퍼 프레임에서 변화가 있다는 것을 의미한다.
- [0372] RESERVED: 이 16 비트 필드는 미래의 사용을 위해 예약된다.
- [0373] NUM_DP를 통해 루프에서 다음의 필드가 나타나고, 이는 현재의 프레임에서 전달되는 DP와 연관된 파라미터를 나타낸다.
- [0374] DP_ID: 이 6 비트 필드는 PHY 프로파일 내의 DP를 고유하게 지시한다.

[0375] DP_START: 이 15 비트 (또는 13 비트) 필드는 DPU 어드레싱 방식을 이용하여 제1 DP의 시작 위치를 나타낸다. DP_START 필드는 이하의 표 27에 도시된 바와 같이 PHY 프로파일 및 FFT 사이즈에 따라 다른 길이를 갖는다.

표 27

PHY 프로파일	DP_START 필드 사이즈	
	64K	16K
베이스	13 비트	15 비트
핸드오프	-	13 비트
어드밴스드	13 비트	15 비트

[0377] DP_NUM_BLOCK: 이 10 비트 필드는 현재의 DP에 대한 현재의 TI 그룹 내의 FEC 블록의 수를 나타낸다. DP_NUM_BLOCK의 값은 0 내지 1023 범위 내에 있다.

[0378] RESERVED: 이 8 비트 필드는 미래의 사용을 위해 예약된다.

[0379] 다음의 필드는 EAC와 연관된 FIC 파라미터를 나타낸다.

[0380] EAC_FLAG: 이 1 비트 필드는 현재의 프레임 내의 EAC의 존재를 나타낸다. 이 비트는 프리앰블 내의 EAC_FLAG와 동일한 값이다.

[0381] EAS_WAKE_UP_VERSION_NUM: 이 8 비트 필드는 웨이크업 지시의 버전 번호를 나타낸다.

[0382] EAC_FLAG 필드가 "1"과 동일하면, 다음의 12 비트는 EAC_LENGTH_BYTE 필드에 대하여 할당된다. EAC_FLAG 필드가 "0"과 동일하면, 다음의 12 비트는 EAC_COUNTER에 할당된다.

[0383] EAC_LENGTH_BYTE: 이 12 비트 필드는 EAC의 바이트 길이를 나타낸다.

[0384] EAC_COUNTER: 이 12 비트 필드는 EAC가 도달하는 프레임 전의 프레임의 수를 나타낸다.

[0385] AUX_FLAG 필드가 "1"과 동일한 경우에만 다음의 필드가 나타난다.

[0386] AUX_PRIVATE_DYN: 이 48 비트 필드는 보조 스트림을 시그널링하기 위한 미래 사용을 위해 예약된다. 이 필드의 의미는 구성가능한 PLS2-STAT 내의 AUX_STREAM_TYPE의 값에 의존한다.

[0387] CRC_32: 전체 PLS2에 적용되는 32 비트 에러 검출 코드.

[0388] 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 프레임의 논리 구조를 나타내는 도면이다.

[0389] 상술한 바와 같이, PLS, EAC, FIC, DP, 보조 스트림 및 더미 셀은 프레임 내의 OFDM 심볼의 액티브 캐리어에 맵핑된다. PLS1 및 PLS2는 먼저 하나 이상의 FSS(들)에 맵핑된다. 그 후, 있다면, EAC 셀이 PLS 필드 직후에 맵핑되고, 그 후, 있다면, FIC 셀이 맵핑된다. 있다면, DP는 PLS 또는 EAC, FIC 후에 맵핑된다. 타입 1 DP가 먼저 뒤따르고 그 후 타입 2 DP가 뒤따른다. DP의 타입의 세부사항은 후술한다. 임의의 경우, DP는 EAS를 위한 임의의 특수 데이터 또는 서비스 시그널링 데이터를 전달할 수 있다. 있다면, 보조 스트림 또는 스트림들이 DP를 뒤따르고, 그 후, 더미 셀이 뒤따른다. 이들 모두를 상술한 순서, 즉, PLS, EAC, FIC, DP, 보조 스트림 및 더미 데이터 셀의 순서로 맵핑하는 것은 프레임 내의 셀 용량을 정확히 채운다.

[0390] 도 17은 본 발명의 실시예에 따른 PLS 맵핑을 나타내는 도면이다.

[0391] PLS 셀은 FSS(들)의 액티브 캐리어에 맵핑된다. PLS에 의해 점유된 셀의 수에 의존하여, 하나 이상의 심볼이 FSS(들)로서 지정되고, FSS(들)의 수(N_{FSS})는 PLS1 내의 NUM_FSS에 의해 시그널링된다. FSS는 PLS 셀을 전달하는 특수 심볼이다. 강건함 및 레이턴시(latency)는 PLS의 중요한 문제이므로, FSS(들)는 FSS 내의 주파수 전용 공간 및 고속 동기화를 허용하는 더 높은 밀도의 파일럿을 갖는다.

[0392] PLS 셀은 도 17의 예에 도시된 바와 같이 탑-다운(top-down) 방식으로 N_{FSS} 개의 FSS(들)의 액티브 캐리어에 맵핑된다. PLS1 셀은 셀 인덱스의 증가 순서로 제1 FSS의 제1 셀로부터 먼저 맵핑된다. PLS2 셀은 PLS1의 마지막 셀 직후에 맵핑되고 제1 FSS의 마지막 셀 인덱스까지 맵핑이 하향으로 계속된다. 요구되는 PLS 셀의 총 수가 하나의 FSS의 액티브 캐리어의 수를 초과하면, 맵핑은 다음의 FSS로 진행하고 제1 FSS와 정확히 동일한 방식으로 계속된다.

- [0393] PLS 맵핑이 완료된 후, DP가 다음에 전달된다. EAC, FIC 또는 EAC 및 FIC가 현재의 프레임에 존재하면, 이들은 PLS 및 "정상" DP 사이에 배치된다.
- [0394] 도 18은 본 발명의 실시예에 따른 EAC 맵핑을 나타내는 도면이다.
- [0395] EAC는 EAS 메시지를 전달하는 전용 채널이며 EAS에 대한 DP에 링크된다. EAS 지원은 제공되지만, EAC 자체는 모든 프레임에 존재할 수도 있고 존재하지 않을 수도 있다. 있다면, EAC는 PLS2 셀 직후에 맵핑된다. EAC가 PLS 셀 이외에 FIC, DP, 보조 스트림 또는 더미 셀 중의 어느 것의 후에 오지 않는다. EAC 셀을 맵핑하는 절차는 PLS와 정확히 동일하다.
- [0396] EAC 셀은 도 18에 도시된 바와 같이 셀 인덱스의 증가 순서로 PLS2의 다음 셀로부터 맵핑된다. EAS 메시지 사이즈에 따라, EAC 셀은 도 18에 도시된 바와 같이 몇 개의 심볼을 점유한다.
- [0397] EAC 셀은 PLS2의 마지막 셀 직후에 맵핑되고, 맵핑은 마지막 FSS의 마지막 셀 인덱스까지 하향으로 계속된다. 요구되는 EAC의 총수가 마지막 FSS의 나머지 액티브 캐리어의 수를 초과하면, 맵핑은 다음의 심볼로 진행하고 FSS(들)와 정확히 동일한 방식으로 계속된다. 이 경우의 맵핑을 위한 다음 심볼은 정상 데이터 심볼이고, 이는 FSS보다 더 많은 액티브 캐리어를 갖는다.
- [0398] EAC 맵핑이 완료된 후, 존재한다면, FIC가 다음에 전달된다. (PLS2 필드에서 시그널링됨에 따라) FIC가 송신되지 않으면, DP는 EAC의 마지막 셀 직후에 맵핑된다.
- [0399] 도 19는 본 발명의 실시예에 따른 FIC 맵핑을 나타내는 도면이다.
- [0400] (a) 는 EAC가 없는 FIC의 예시적인 맵핑을 나타내고 (b)는 EAC가 있는 FIC의 예시적인 맵핑을 나타낸다.
- [0401] FIC는 고속 서비스 획득 및 채널 스캐닝을 가능하게 하는 계층간(cross-layer) 정보에 대한 전용 채널이다. 이 정보는 주로 각 브로드캐스터의 DP 및 서비스 간의 정보를 결합하는 채널을 포함한다. 고속 스캔을 위하여, 수신기는 FIC를 디코딩하여 브로드캐스터 ID, 서비스의 수 및 BASE_DP_ID 등의 정보를 얻을 수 있다. 고속 서비스 획득을 위해, FIC에 더하여, 베이스 DP가 BASE_DP_ID를 이용하여 디코딩될 수 있다. 전달되는 내용 이외에, 베이스 DP는 정상 DP와 정확히 동일한 방식으로 인코딩되고 프레임에 맵핑된다. 그러므로, 베이스 DP에 대하여 추가의 설명이 요구되지 않는다. FIC 데이터가 생성되어 관리층에서 소비된다. FIC 데이터의 내용은 관리 층 설명서에 기재된 것과 같다.
- [0402] FIC 데이터는 선택적이고 FIC의 사용은 PLS2의 정적 부분 내의 FIC_FLAG 파라미터에 의해 시그널링된다. FIC가 사용되면, FIC_FLAG가 "1"로 설정되고 FIC를 위한 시그널링 필드는 PLS2의 정적 부분에 정의된다. 이 필드에서는 FIC_VERSION 및 FIC_LENGTH_BYTE가 시그널링된다. FIC는 PLS2와 동일한 변조, 코딩 및 시간 인터리빙 파라미터를 이용한다. FIC는 PLS2_MODE 및 PLS2_FEC 등의 동일한 시그널링 파라미터를 공유한다. 있다면, FIC 데이터는 PLS2 또는 있다면 EAC 직후에 맵핑된다. FIC는 임의의 정상 DP, 보조 스트림 또는 더미 셀 후에 맵핑되지 않는다. FIC 셀을 맵핑하는 방법은 EAC와 정확하게 동일하고, 이는 PLS와 동일하다.
- [0403] PLS 후에 EAC가 없으면, FIC 셀은 (a)의 예에 도시된 바와 같이 셀 인덱스의 증가 순서로 PLS2의 다음 셀로부터 맵핑된다. FIC 데이터 사이즈에 따라, FIC 셀은 (b)에 도시된 바와 같이 몇 개의 심볼에 걸쳐 맵핑될 수 있다.
- [0404] FIC 셀은 PLS2의 마지막 셀 직후에 맵핑되고 맵핑은 마지막 FSS의 마지막 셀 인덱스까지 하향으로 계속된다. 요구되는 FIC 셀의 총수가 마지막 FSS의 나머지 액티브 캐리어의 수를 초과하면, 맵핑은 다음 심볼로 진행하고 FSS(들)와 정확히 동일한 방식으로 계속된다. 이 경우의 맵핑을 위한 다음의 심볼은 FSS보다 더 많은 액티브 캐리어를 갖는 정상 데이터 심볼이다.
- [0405] EAS 메시지가 현재의 프레임에서 송신되면, EAC는 FIC를 앞서고, FIC 셀은 (b)에 도시된 바와 같이 셀 인덱스의 증가 순서로 EAC의 다음 셀로부터 맵핑된다.
- [0406] FIC 맵핑이 완료된 후, 하나 이상의 DP가 맵핑되고, 그 후, 있다면, 보조 스트림 및 더미 셀이 맵핑된다.
- [0407] 도 20은 본 발명의 실시예에 따른 DP의 타입을 나타내는 도면이다.
- [0408] 도 20의 (a)는 타입 1 DP를 나타내고 (b)는 타입 2 DP를 나타낸다.
- [0409] 선행 채널, 즉, PLS, EAC 및 FIC가 맵핑된 후, DP의 셀이 맵핑된다. DP는 맵핑 방법에 따라 2개의 타입 중의 하나로 분류된다:

- [0410] 타입 1 DP: DP는 TDM에 의해 맵핑됨
- [0411] 타입 2 DP: DP는 FDM에 의해 맵핑됨
- [0412] DP의 타입은 PLS2의 정적 부분에서 DP_TYPE 필드에 의해 지시된다. 도 20은 타입 1 DP 및 타입 2 DP의 맵핑 순서를 나타낸다. 타입 1 DP는 먼저 셀 인덱스의 증가 순서로 맵핑되고, 마지막 셀 인덱스에 도달 한 후, 심볼 인덱스가 1씩 증가한다. 다음 심볼 내에서, DP는 $p=0$ 로부터 셀 인덱스의 중간 순서로 계속 맵핑된다. 하나의 프레임에서 함께 맵핑된 다수의 DP로, 타입 1 DP의 각각은 DP의 TDM 멀티플렉싱과 유사하게 시간에서 그룹화된다.
- [0413] 타입 2 DP는 먼저 심볼 인덱스의 증가 순서로 맵핑되고, 프레임의 마지막 OFDM 심볼에 도달한 후에, 셀 인덱스는 1씩 증가하고, 심볼 인덱스는 제1 이용가능한 심볼로 밀려나고 그 심볼 인덱스부터 증가한다. 하나의 프레임에서 다수의 DP를 함께 맵핑한 후, 타입 2 DP의 각각은 DP의 FDM 멀티플렉싱과 유사하게 주파수에서 그룹화된다.
- [0414] 하나의 제한이 필요하면, 즉, 타입 1 DP가 항상 타입 2 DP를 앞서면, 타입 1 DP 및 타입 2 DP는 프레임 내에서 공존할 수 있다. 타입 1 및 타입 2 DP를 전달하는 OFDM 셀의 총수는 DP의 송신을 위해 이용가능한 OFDM 셀의 총수를 초과할 수 없다.

수학적식 2

$$D_{DP1} + D_{DP2} \leq D_{DP}$$

- [0415]
- [0416] 여기서, D_{DP1} 는 타입 1 DP에 의해 점유되는 OFDM 셀의 수이고, D_{DP2} 는 타입 2 DP에 의해 점유되는 OFDM 셀의 수이다. PLS, EAC, FIC는 모두 타입 1 DP와 동일한 방식으로 맵핑되므로, 이들은 모두 "타입 1 맵핑 룰"을 따른다. 그러므로, 타입 1 맵핑은 항상 타입 2 맵핑보다 앞선다.
- [0417] 도 21은 본 발명의 실시예에 따른 DP 맵핑을 나타내는 도면이다.
- [0418] (a)는 타입 1 DP를 맵핑하기 위한 OFDM 셀의 어드레싱을 나타내고 (b)는 타입 2 DP를 맵핑하기 위한 OFDM 셀의 어드레싱을 나타낸다.
- [0419] 타입 1 DP(0, $D_{DP1}-1$)를 맵핑하기 위한 OFDM 셀의 어드레싱은 타입 1 DP의 액티브 데이터 셀을 위해 정의된다. 어드레싱 방식은 타입 1 DP의 각각에 대한 TI로부터의 셀이 액티브 데이터 셀에 할당되는 순서를 정의한다. 이는 또한 PLS2의 동적 부분 내의 DP의 위치를 시그널링하는데 사용된다.
- [0420] EAC 및 FIC 없이, 어드레스 0는 마지막 FSS 내의 PLS를 전달하는 마지막 셀 직후의 셀을 지칭한다. EAC가 송신되고 FIC가 그 해당 프레임에서 없으면, 어드레스 0는 EAC를 전달하는 마지막 셀 직후의 셀을 지칭한다. FIC가 해당 프레임에서 송신되면, 어드레스 0는 FIC를 전달하는 마지막 셀 직후의 셀을 지칭한다. 타입 1 DP에 대한 어드레스 0는 (a)에 도시된 바와 같이 2개의 상이한 케이스를 고려하여 산출될 수 있다. (a)에 도시된 예에서, PLS, EAC 및 FIC는 모두 송신되는 것으로 가정한다. EAC 및 FIC 중의 하나 또는 둘다가 생략되는 경우로의 확장은 쉽다. (a)의 좌측에 도시된 바와 같이 FIC까지의 모든 셀을 맵핑한 후에 FSS 내에 나머지 셀이 남아 있다.
- [0421] 타입 2 DP(0, ..., $D_{DP2}-1$)를 맵핑하는 OFDM 셀의 어드레싱은 타입 2 DP의 액티브 데이터 셀을 위해 정의된다. 어드레싱 방식은 타입 2 DP의 각각에 대한 TI로부터의 셀이 액티브 데이터 셀로 할당되는 순서를 정의한다. 이는 또한 PLS2의 동적 부분 내의 DP의 위치를 시그널링하는데 사용된다.
- [0422] (b)에 도시된 바와 같이 3개의 약간 다른 케이스가 가능하다. (b)의 좌측 상에 도시된 제1 케이스에서는, 마지막 FSS 내의 셀은 타입 2 DP 맵핑에 이용된다. 중간에 도시된 제2 케이스에서는, FIC가 정상 심볼의 셀을 차지하지만, 그 심볼 상의 FIC 셀의 수는 C_{FSS} 보다 작다. (b)의 우측에 도시된 제3의 케이스는 그 심볼 상에 맵핑된 FIC 셀의 수가 C_{FSS} 를 초과한다는 것을 제외하고 제2 케이스와 동일하다.
- [0423] PLS, EAC 및 FIC는 타입 1 DP(들)와 동일한 "타입 1 맵핑 규칙"을 따르기 때문에, 타입 1 DP(들)이 타입 2 DP(들)를 앞서는 경우로의 확장은 간단하다.

- [0424] 데이터 파이프 단위(DPU)는 데이터 셀을 프레임 내의 DP로 할당하는 기본 단위이다.
- [0425] DPU는 프레임 내에 DP를 위치시키는 시그널링 단위로서 정의된다. 셀 매퍼(7010)는 DP의 각각에 대한 TI에 의해 생성된 셀을 맵핑할 수 있다. 시간 인터리버(5050)는 일련의 TI 블록을 출력하고, 각각의 TI 블록은 셀의 세트에 의해 구성되는 가변 수(variable number)의 XFECBLOCK를 포함한다. XFECBLOCK 내의 셀의 수(N_{cells})는 FECBLOCK 사이즈(N_{ldpc}) 및 정상 심볼당 송신 비트수에 의존한다. DPU는 주어진 PHY 프로파일에서 지원되는 XFECBLOCK 내의 셀의 수의 모든 가능한 값의 가장 큰 공통 제수(divisor) (N_{cells})로서 정의된다. 셀 내의 DPU의 길이는 L_{DPU} 로 정의된다. 각 PHY 프로파일이 FECBLOCK 사이즈 및 정상 심볼 당 상이한 수의 상이한 조합을 지원하기 때문에, L_{DPU} 는 PHY 프로파일에 기초하여 정의된다.
- [0426] 도 22는 본 발명의 실시예에 따른 FEC 구조를 나타내는 도면이다.
- [0427] 도 22는 비트 인터리빙 전의 본 발명의 실시예에 따른 FEC 구조를 나타낸다. 상술한 바와 같이, 데이터 FEC 인코더는 입력 BBF에 대하여 FEC 인코딩을 수행하여 아우터 코딩(BCH) 및 이너 코딩(LDPC)을 이용하여 FECBLOCK 절차를 생성할 수 있다. 도식된 FEC 구조는 FECBLOCK에 대응한다. 또한, FECBLOCK 및 FEC 구조는 LDPC 코드워드의 길이에 대응하는 동일한 값을 갖는다.
- [0428] 도 22에 도식된 바와 같이 BCH 인코딩은 각각의 BBF(K_{bch} 비트)에 적용되고, LDPC 인코딩은 BCH 인코딩 BBF(K_{ldpc} 비트 = N_{bch} 비트)에 적용된다.
- [0429] N_{ldpc} 의 값은 64800 비트(긴 FECBLOCK) 또는 16200 비트(짧은 FECBLOCK)이다.
- [0430] 이하의 표 28 및 29는 각각 긴 FECBLOCK 및 짧은 FECBLOCK에 대한 FEC 인코딩 파라미터를 나타낸다.

표 28

LDPC 레이트	N_{ldpc}	K_{ldpc}	K_{bch}	BCH 에러 정정 능력	$N_{bch}-K_{bch}$
5/15	64800	21600	21408	12	192
6/15		25920	25728		
7/15		30240	30048		
8/15		34560	34368		
9/15		38880	38688		
10/15		43200	43008		
11/15		47520	47328		
12/15		51840	51648		
13/15		56160	55968		

표 29

LDPC 레이트	N_{ldpc}	K_{ldpc}	K_{bch}	BCH 에러 정정 능력	$N_{bch}-K_{bch}$
5/15	16200	5400	5232	12	168
6/15		6480	6312		
7/15		7560	7392		
8/15		8640	8472		
9/15		9720	9552		
10/15		10800	10632		
11/15		11880	11712		
12/15		12960	12792		
13/15		14040	13872		

- [0433] BCH 인코딩 및 LDPC 인코딩의 동작의 세부사항은 다음과 같다.
- [0434] 12 에러 정정 BCH 코드는 BBF의 아우터 인코딩에 사용된다. 짧은 FECBLOCK 및 긴 FECBLOCK에 대한 BCH 생성기 다항식은 모든 다항식을 함께 곱함으로써 얻어진다.

[0435] LDPC 코드는 아우터 BCH 인코딩의 출력을 인코딩하는데 사용된다. 완성된 B_{ldpc} (FECBLOCK)를 생성하기 위하여, P_{ldpc} (패리티 비트)는 각 I_{ldpc} (BCH 인코딩 BBF)로부터 체계적으로 인코딩되고 I_{ldpc} 에 첨부된다. 완성된 B_{ldpc} (FECBLOCK)는 다음의 수학식으로 표현된다.

수학식 3

[0436]
$$B_{ldpc} = [I_{ldpc} \ P_{ldpc}] = [i_0, i_1, \dots, i_{K_{ldpc}-1}, p_0, p_1, \dots, p_{N_{ldpc}-K_{ldpc}-1}]$$

[0437] 긴 FECBLOCK 및 짧은 FECBLOCK에 대한 파라미터는 각각 상기 표 28 및 29에 주어진다.

[0438] 긴 FECBLOCK에 대한 $N_{ldpc}-K_{ldpc}$ 를 산출하는 세부 절차는 다음과 같다.

[0439] 1) 패리티 비트 초기화

수학식 4

[0440]
$$p_0 = p_1 = p_2 = \dots = p_{N_{ldpc}-K_{ldpc}-1} = 0$$

[0441] 2) 패리티 체크 매트릭스의 어드레스의 제1 행에 특정된 패리티 비트 어드레스에서 제1 정보 비트(i_0)를 누산한다. 패리티 체크 매트릭스의 어드레스의 세부사항은 후술한다. 예를 들어, 레이트 13/15에 대하여,

수학식 5

[0442]
$$\begin{aligned} p_{983} &= p_{983} \oplus i_0 & p_{2815} &= p_{2815} \oplus i_0 \\ p_{4837} &= p_{4837} \oplus i_0 & p_{4989} &= p_{4989} \oplus i_0 \\ p_{6138} &= p_{6138} \oplus i_0 & p_{6458} &= p_{6458} \oplus i_0 \\ p_{6921} &= p_{6921} \oplus i_0 & p_{6974} &= p_{6974} \oplus i_0 \\ p_{7572} &= p_{7572} \oplus i_0 & p_{8260} &= p_{8260} \oplus i_0 \\ p_{8496} &= p_{8496} \oplus i_0 \end{aligned}$$

[0443] 3) 다음의 359개의 정보 비트(i_s) ($s=1, 2, \dots, 359$)가 다음의 수학식을 이용하여 패리티 비트에서 누산된다.

수학식 6

[0444]
$$\{x + (s \bmod 360) \times Q_{ldpc}\} \bmod (N_{ldpc} - K_{ldpc})$$

[0445] 여기서, x 는 제1 비트(i_0)에 대응하는 패리티 비트 누산기의 어드레스를 나타내고, Q_{ldpc} 는 패리티 체크 매트릭스의 어드레스에서 특정된 코드 레이트 종속 상수이다. 계속 예를 들어, 레이트 13/15에 대하여, $Q_{ldpc} = 24$ 이고, 따라서, 정보 비트(i_1)에 대하여, 다음의 동작이 수행된다.

수학식 7

$$P_{1007} = P_{1007} \oplus i_1 \quad P_{2839} = P_{2839} \oplus i_1$$

$$P_{4861} = P_{4861} \oplus i_1 \quad P_{5013} = P_{5013} \oplus i_1$$

$$P_{6162} = P_{6162} \oplus i_1 \quad P_{6482} = P_{6482} \oplus i_1$$

$$P_{6945} = P_{6945} \oplus i_1 \quad P_{6998} = P_{6998} \oplus i_1$$

$$P_{7596} = P_{7596} \oplus i_1 \quad P_{8284} = P_{8284} \oplus i_1$$

$$P_{8520} = P_{8520} \oplus i_1$$

[0446]

[0447]

4) 361번째 정보 비트(i_{360})에 대하여, 패리티 비트 누산기의 어드레스는 패리티 체크 매트릭스의 어드레스의 제 2 행에 주어진다. 유사한 방식으로, 다음의 358개의 정보 비트(i_s) ($s=361, 362, \dots, 719$)에 대한 패리티 비트 누산기의 어드레스는 수학식 6을 이용하여 얻어지고, 여기서, x 는 정보 비트(i_{360})에 대응하는 패리티 비트 누산기의 어드레스, 패리티 체크 매트릭스의 어드레스의 제2 행 내의 엔트리를 나타낸다.

[0448]

5) 유사한 방식으로, 360개의 새로운 정보 비트의 모든 그룹에 대하여, 패리티 체크 매트릭스의 어드레스로부터의 새로운 행이 패리티 비트 누산기의 어드레스를 찾는 데 사용된다.

[0449]

정보 비트의 전부가 소진된 후, 최종 패리티가 다음과 같이 얻어진다.

[0450]

6) $i=1$ 로 시작하는 다음의 동작을 순차적으로 수행한다.

수학식 8

$$p_i = p_i \oplus p_{i-1}, \quad i = 1, 2, \dots, N_{ldpc} - K_{ldpc} - 1$$

[0451]

[0452]

여기서, p_i ($i=0, 1, \dots, N_{ldpc}-K_{ldpc}-1$)의 최종 내용은 패리티 비트(p_i)와 동일하다.

표 30

[0453]

코드 레이트	Q_{ldpc}
5/15	120
6/15	108
7/15	96
8/15	84
9/15	72
10/15	60
11/15	48
12/15	36
13/15	24

[0454]

짧은 FECBLOCK에 대한 이 LDPC 인코딩 절차는 표 30 및 31을 대체하고 긴 FECBLOCK에 대한 패리티 체크 매트릭스의 어드레스를 짧은 FECBLOCK에 대한 패리티 체크 매트릭스의 어드레스로 대체하는 것을 제외하고 긴 FECBLOCK에 대한 t LDPC 인코딩 절차를 따른다.

표 31

코드 레이트	Q_{ldpc}
5/15	30
6/15	27
7/15	24
8/15	21
9/15	18
10/15	15
11/15	12
12/15	9
13/15	6

[0455]

[0456]

도 23은 본 발명의 실시예에 따른 비트 인터리빙을 나타내는 도면이다.

[0457]

LDPC 인코더의 출력은 비트 인터리빙되고, 이는 패리티 인터리빙 및 그 후의 QCB(quasi-cyclic block) 인터리빙 및 내부 그룹 인터리빙으로 구성된다.

[0458]

(a) 는 QCB 인터리빙을 나타내고 (b)는 내부 그룹 인터리빙을 나타낸다.

[0459]

FECBLOCK는 패리티 인터리빙될 수 있다. 패리티 인터리빙의 출력에서, LDPC 코드워드는 긴 FECBLOCK 내의 180개의 인접한 QC 블록 및 짧은 FECBLOCK 내의 180개의 인접한 QC 블록으로 구성된다. 긴 또는 짧은 FECBLOCK 내의 각각의 QC 블록은 360 비트로 구성된다. 패리티 인터리빙된 LDPC 코드워드는 QCB 인터리빙에 의해 인터리빙된다. QCB 인터리빙의 단위는 QC 블록이다. 패리티 인터리빙의 출력에서의 QC 블록은 도 23에 도시된 바와 같이 QCB 인터리빙에 의해 퍼뮤테이션(permutation)되고, 여기서, FECBLOCK 길이에 따라 $N_{cells}=64800/\mu \text{ mod}$ 또는 $16200/\mu \text{ mod}$ 이다. QCB 인터리빙 패턴은 변조 타입 및 LDPC 코드 레이트의 각 조합에 고유하다.

[0460]

QCB 인터리빙 후, 내부 그룹 인터리빙은 이하의 표 32에 정의된 변조 타입 및 순서($\mu \text{ mod}$)에 따라 수행된다. 하나의 내부 그룹에 대한 QC 블록의 수(N_{QCB_IG})가 또한 정의된다.

표 32

변조 타입	$\mu \text{ mod}$	N_{QCB_IG}
QAM-16	4	2
NUC-16	4	4
NUQ-64	6	3
NUC-64	6	6
NUQ-256	8	4
NUC-256	8	8
NUQ-1024	10	5
NUC-1024	10	10

[0461]

[0462]

내부 그룹 인터리빙 프로세스는 QCB 인터리빙 출력의 N_{QCB_IG} 개의 QC 블록으로 수행된다. 내부 그룹 인터리빙은 360개의 열과 N_{QCB_IG} 개의 행을 이용하여 내부 그룹의 비트를 기입 및 판독하는 프로세스를 갖는다. 기입 동작에서, QCB 인터리빙 출력으로부터의 비트가 행방향으로 기입된다. 판독 동작은 열 방향으로 수행되어 각 행으로부터 m개의 비트를 판독하고, 여기서, m은 NUC에 대하여 1과 같고 NCQ에 대하여 2와 동일하다.

[0463]

도 24는 본 발명의 실시예에 따른 셀-워드 디멀티플렉싱을 나타내는 도면이다.

[0464]

(a)는 8 및 12 bpcu MIMO에 대한 셀-워드 디멀티플렉싱을 나타내고 (b)는 10 bpcu MIMO에 대한 셀-워드 디멀티플렉싱을 나타낸다.

$$(c_{0,l}, c_{1,l}, \dots, c_{\eta \text{ mod } \eta \text{ mod} - 1, l})$$

[0465]

(a)에 도시된 바와 같이 비트 인터리빙 출력의 각 셀 워드 은

$(d1,0,m, d1,1,m, \dots, d1, \eta_{mod} \text{ mod-1}, m)$

및

$(d2,0,m, d2,1,m, \dots, d2, \eta_{mod} \text{ mod-1}, m)$

로 디멀티플렉싱되고, 이는 하나의 XFECBLOCK에 대한 셀-워드 디멀티플렉싱 프로세스를 나타낸다.

[0466] MIMO 인코딩을 위한 상이한 타입의 NUQ를 이용한 10bpcu MIMO 케이스에 대하여, NUQ-1024에 대한 비트 인터리버가 재사용된다. (b)에 도시된 바와 같이 비트 인터리버 출력의 각 셀 워드 $(c0,1, c1,1, \dots, c9,1)$ 는 $(d1,0,m, d1,1,m, \dots, d1,3,m)$ 및 $(d2,0,m, d2,1,m, \dots, d2,5,m)$ 으로 디멀티플렉싱된다.

[0467] 도 25는 본 발명의 실시예에 따른 시간 인터리빙을 나타내는 도면이다.

[0468] (a) 내지 (c)는 TI 모드의 예를 나타낸다.

[0469] 시간 인터리버는 DP 레벨에서 동작한다. 시간 인터리빙(TI)의 파라미터는 각 DP에 대하여 상이하게 설정될 수 있다.

[0470] PLS2-STAT 데이터의 일부에서 나타나는 다음의 파라미터는 TI를 구성한다:

[0471] DP_TI_TYPE(허용치: 0 또는 1): TI 모드를 나타냄; "0"은 TI 그룹당 다수의 TI 블록(1보다 많은 TI 블록)을 갖는 모드를 나타낸다. 이 경우, 하나의 TI 그룹은 하나의 프레임에 직접 맵핑된다(인터프레임 인터리빙이 아님). "1"은 TI 그룹당 단 하나의 TI 블록을 갖는 모드를 나타낸다. 이 경우, TI 블록은 1보다 많은 프레임에 확산될 수 있다(인터프레임 인터리빙).

[0472] DP_TI_LENGTH: DP_TI_TYPE="0"이면, 이 파라미터는 TI 그룹당 TI 블록의 수(NTI)이다. DP_TI_TYPE="1"에 대하여, 이 파라미터는 하나의 TI 그룹으로부터 확산된 프레임의 수(PI)이다.

[0473] DP_NUM_BLOCK_MAX(허용치: 0 내지 1023): TI 그룹당 XFECBLOCK의 최대 수를 나타냄.

[0474] DP_FRAME_INTERVAL(허용치: 1, 2, 4, 8): 주어진 PHY 프로파일의 동일 DP를 전달하는 2개의 연속적인 프레임 간의 프레임의 수(IJUMP)를 나타냄.

[0475] DP_TI_BYPASS(허용치: 0 또는 1): 시간 인터리빙이 DP에 사용되지 않으면, 이 파라미터는 "1"로 설정된다. 시간 인터리빙이 사용되면, "0"으로 설정된다.

[0476] 추가적으로, PLS2-DYN 데이터로부터의 파라미터(DP_NUM_BLOCK)는 DP의 하나의 TI 그룹에 의해 전달된 XFECBLOCK의 수를 나타내는데 사용된다.

[0477] 시간 인터리빙이 DP에 사용되지 않으면, 다음의 TI 그룹, 시간 인터리빙 동작 및 TI 모드는 고려되지 않는다. 그러나, 스케줄러로부터의 동적 구성 정보에 대한 보상 블록은 여전히 필요하다. 각 DP에서, SSD/MIMO 인코딩으로부터 수신된 XFECBLOCK은 TI 그룹으로 그룹핑된다. 즉, 각각의 TI 그룹은 정수의(an integer number of) XFECBLOCK의 세트이고 동적으로 가변하는 수의 XFECBLOCK를 포함한다. 인덱스의 TI 그룹 내의 XFECBLOCK의 수(n)는 $N_{xBLOCK_Group_}(n)$ 으로 표시되고 PLS2-DYN 데이터의 DP_NUM_BLOCK로서 시그널링된다. $N_{xBLOCK_Group_}(n)$ 은 0의 최소값으로부터 가장 큰값이 1023인 최대 값($N_{xBLOCK_Group_MAX}$)(DP_NUM_BLOCK_MAX에 대응)까지 변할 수 있다.

[0478] 각 TI 그룹은 하나의 프레임에 직접 맵핑되거나 PI 프레임에 걸쳐 확산된다. 각각의 TI 그룹은 또한 1보다 많은 TI 블록(NTI)으로 분리되고, 각각의 TI 블록은 시간 인터리버 메모리의 하나의 용도에 대응한다. TI 그룹 내의 TI 블록은 약간 상이한 수의 XFECBLOCK를 포함할 수 있다. TI 그룹이 다수의 TI 블록으로 분리되면, 단 하나의 프레임에만 직접 맵핑된다. 이하의 표 33에 도시된 바와 같이 (시간 인터리빙을 스킵하는 추가의 옵션을 제외하고) 시간 인터리빙을 위한 3개의 옵션이 존재한다.

표 33

[0479]

모드	설명
옵션 1	각각의 TI 그룹은 하나의 TI 블록을 포함하고 (a)에 도시된 바와 같이 하나의 프레임에 직접 맵핑된다. 이 옵션은 DP_TI_TYPE="0" 및 DP_TI_LENGTH="1"(N _{TI} =1)에 의해 PLS2-STAT에서 시그널링된다.
옵션 2	각각의 TI 그룹은 하나의 TI 블록을 포함하고 1보다 많은 프레임에 맵핑된다. (b)는 하나의 TI 그룹이 2개의 프레임, 즉, DP_TI_LENGTH="2"(P _I =2) 및 DP_frame_INTERVAL (I _{JUMP} =2)에 맵핑되는 예를 나타낸다. 이것은 낮은 데이터 레이트 서비스에 더 높은 시간 다이버시티를 제공한다. 이 옵션은 DP_TI_TYPE="1"에 의해 PLS2-STAT에서 시그널링된다.
옵션 3	각각의 TI 그룹은 다수의 TI 블록으로 분리되고 (c)에 도시된 바와 같이 하나의 프레임에 직접 맵핑된다. 각각의 TI 블록은 전체 TI 메모리를 사용하여 DP에 최대 비트 레이트를 제공한다. 이 옵션은 P _I =1 동안 DP_TI_TYPE="0" 및 DP_TI_LENGTH=N _{TI} 에 의해 PLS2-STAT에서 시그널링된다.

[0480]

각 DP에서, TI 메모리는 입력 XFECBLOCK(SSD/MIMO 인코딩 블록으로부터의 출력 XFECBLOCK)를 저장한다. 입력 XFECBLOCK은

[0481]

$(d_{n,s,0,0}, d_{n,s,0,1}, \dots, d_{n,s,0,N_{cells}-1}, d_{n,s,1,0}, \dots, d_{n,s,1,N_{cells}-1}, \dots, d_{n,s,N_{xBLOCK_TI}(n,s)-1,0}, \dots, d_{n,s,N_{xBLOCK_TI}(n,s)-1,N_{cells}-1})$ 으로서 정의되고,

[0482]

여기서, $d_{n,s,r,q}$ 는 n번째 TI 그룹의 s번째 TI 블록 내의 r번째 XFECBLOCK의 q번째 셀이고 다음과 같이 SSD 및 MIMO 인코딩의 출력을 나타낸다.

$$d_{n,s,r,q} = \begin{cases} f_{n,s,r,q} & , \text{SSD 인코딩의 출력} \\ g_{n,s,r,q} & , \text{MIMO 인코딩의 출력} \end{cases}$$

[0483]

[0484]

또한, 시간 인터리버로부터의 출력 XFECBLOCK는 다음과 같이 정의되는 것으로 가정한다.

[0485]

$(h_{n,s,0}, h_{n,s,1}, \dots, h_{n,s,i}, \dots, h_{n,s,N_{xBLOCK_TI}(n,s) \times N_{cells}-1})$

[0486]

여기서, $h_{n,s,i}$ 는 n번째 TI 그룹의 s번째 TI 블록 내의 i번째 출력 셀

$(i = 0, \dots, N_{xBLOCK_TI}(n,s) \times N_{cells} - 1)$ 이다.

[0487]

일반적으로, 시간 인터리버는 프레임 빌딩 프로세스 전에 DP 데이터를 위한 버퍼로서 동작한다. 이것은 각각의 DP에 대한 2개의 메모리 뱅크에 의해 달성된다. 제1 TI 블록은 제1 뱅크에 기입된다. 제1 뱅크가 판독되는 동안 제2 TI 블록이 제2 뱅크에 기입된다.

[0488]

TI는 트위스트 행-열 블록 인터리버이다. n번째 TI 그룹의 s번째 TI 블록에 대하여, TI 메모리의 행(N_r)의 수는 셀의 수(N_{cell})와 동일하다, 즉, N_r=N_{cell}이지만, 열의 수(N_c)는 수(N_{xBLOCK_TI}(n,s))와 동일하다.

[0489]

도 26는 본 발명의 실시예에 따른 트위스트 행-열 블록 인터리버의 기본 동작을 나타내는 도면이다.

[0490]

(a) 는 시간 인터리버에서의 기입 동작을 나타내고 (b)는 시간 인터리버에서의 판독 동작을 나타낸다. (a)에 도시된 바와 같이 제1 XFECBLOCK는 TI 메모리의 제1 열에 열방향으로 기입되고 제2 XFECBLOCK는 다음 열에 기입된다. 그 후, 인터리빙 어레이에서, 셀은 대각선 방향으로 판독된다. 제1 행(최좌측 열에서 시작하여 행을 따라 오른쪽으로) 마지막행까지 대각선 방향의 판독 동안, (b)에 도시된 바와 같이 셀이 판독된다. 구체적으로, 순차적으로 판독될 TI 메모리 셀 위치로서 $Z_{n,s,i}(i=0, \dots, N,N)$ 를 상정하여, 이러한 인터리빙 어레이에서의 판독 프로세스는 다음의 수학적식에서처럼 행 인덱스(R_{n,s,i}), 열 인덱스(C_{n,s,i}) 및 연관된 트위스트 파라미터(T_{n,s,i})를 산출함으로써 수행된다.

수학식 9

$$\begin{aligned} & GENERATE(R_{n,s,i}, C_{n,s,i}) = \\ & \{ \\ & R_{n,s,i} = \text{mod}(i, N_r), \\ & T_{n,s,i} = \text{mod}(S_{\text{shift}} \times R_{n,s,i}, N_c), \\ & C_{n,s,i} = \text{mod}\left(T_{n,s,i} + \left\lfloor \frac{i}{N_r} \right\rfloor, N_c\right) \\ & \} \end{aligned}$$

[0491]

[0492]

여기서, S_{shift} 는 $N_{\text{xBLOCK_TI}}(n,s)$ 와 관계없이 대각선 방향 판독 프로세스에 대한 공통 시프트 값이고, 다음의 수학식에서처럼 PLS-STAT에 주어진 $N_{\text{xBLOCK_TI_MAX}}$ 에 의해 결정된다.

수학식 10

$$\begin{aligned} & \text{for } \begin{cases} N'_{\text{xBLOCK_TI_MAX}} = N_{\text{xBLOCK_TI_MAX}} + 1, & \text{if } N_{\text{xBLOCK_TI_MAX}} \bmod 2 = 0 \\ N'_{\text{xBLOCK_TI_MAX}} = N_{\text{xBLOCK_TI_MAX}}, & \text{if } N_{\text{xBLOCK_TI_MAX}} \bmod 2 = 1 \end{cases} \\ & S_{\text{shift}} = \frac{N'_{\text{xBLOCK_TI_MAX}} - 1}{2} \end{aligned}$$

[0493]

[0494]

결과적으로, 판독될 셀 위치는 $Z_{n,s,i} = N_r C_{n,s,i} + R_{n,s,i}$ 로서 좌표에 의해 산출된다.

[0495]

도 27은 본 발명의 다른 실시예에 따른 트위스트 행-열 블록 인터리버의 기본 동작을 나타내는 도면이다.

[0496]

특히, 도 27은 $N_{\text{xBLOCK_TI}}(0,0)=3$, $N_{\text{xBLOCK_TI}}(1,0)=6$, $N_{\text{xBLOCK_TI}}(2,0)=5$ 일 때 가상 XFECBLOCK를 포함하여 각 TI 그룹에 대한 TI 메모리 내의 인터리빙 어레이를 나타낸다.

[0497]

가변수($N_{\text{xBLOCK_TI}}(n,s)=N_r$)는 $N_{\text{xBLOCK_TI_MAX}}$ 보다 작거나 같다. 따라서, 수신측에서 단일 메모리 디인터리빙을 달성하기 위하여, $N_{\text{xBLOCK_TI}}(n,s)$ 과 관계없이, 트위스트 행-열 블록 인터리버에 사용되는 인터리빙 어레이는 가상 XFECBLOCK를 TI 메모리에 삽입함으로써 $N_r \times N_c = N_{\text{cells}} \times N_{\text{xBLOCK_TI_MAX}}$ 의 사이즈로 설정되고, 판독 프로세스는 다음의 수학식으로 달성된다.

수학식 11

$$\begin{aligned} & p = 0; \\ & \text{for } i = 0; i < N_{\text{cells}} N'_{\text{xBLOCK_TI_MAX}}; i = i + 1 \\ & \{ GENERATE(R_{n,s,i}, C_{n,s,i}); \\ & V_i = N_r C_{n,s,i} + R_{n,s,i} \\ & \text{if } V_i < N_{\text{cells}} N_{\text{xBLOCK_TI}}(n,s) \\ & \{ \\ & Z_{n,s,p} = V_i; p = p + 1; \\ & \} \\ & \} \end{aligned}$$

[0498]

[0499]

TI 그룹의 수는 3으로 설정된다. 시간 인터리버의 옵션은 $\text{DP_TI_TYPE}="0"$, $\text{DP_FRAME_INTERVAL}="1"$ 및 $\text{DP_TI_LENGTH}="1"$, 즉, $N_{\text{TI}}=1$, $I_{\text{JUMP}}=1$ 및 $P_1=1$ 에 의해 PLS2-STAT 데이터에서 시그널링된다. TI 그룹당 각각이 $N_{\text{cells}}=30$ 를 갖는 XFECBLOCK의 수는 각각 $N_{\text{xBLOCK_TI}}(0,0)=3$, $N_{\text{xBLOCK_TI}}(1,0)=6$, $N_{\text{xBLOCK_TI}}(2,0)=5$ 에 의해 PLS2-DYN 데

이터에서 시그널링된다. XFECBLOCK의 최대수는 $N_{xBLOCK_Group_MAX}$ 에 의해 PLS2-STAT 데이터에서 시그널링되고, 이는 다음을 유도한다.

$$\lfloor N_{xBLOCK_Group_MAX} / N_{TI} \rfloor = N_{xBLOCK_TI_MAX} = 6$$

[0500]

도 28은 본 발명의 실시예에 따른 트위스트 행-열 블록 인터리버의 대각선 방향 관독 패턴을 나타내는 도면이다.

[0501]

특히, 도 28은 $N_{xBLOCK_TI_MAX} = 7$ 및 $S_{shift} = (7-1)/2 = 3$ 의 파라미터를 갖는 각 인터리빙 어레이로부터의 대각선 방향 관독 패턴을 나타낸다. 상기 의사 코드로서 도시된 관독 프로세스에서, $V_i \geq N_{cells} N_{xBLOCK_TI}(n, s)$ 이면, V_i 의 값은 스킵되고 V_i 의 다음 산출 값이 사용된다.

[0502]

도 29은 본 발명의 실시예에 따른 각 인터리빙 어레이로부터의 인터리빙된 XFECBLOCK을 나타내는 도면이다.

[0503]

도 29은 $N_{xBLOCK_TI_MAX} = 7$ 및 $S_{shift} = 3$ 의 파라미터를 갖는 각각의 인터리빙 어레이로부터 인터리빙된 XFECBLOCK을 나타낸다.

[0504]

도 30 은 본 발명의 일 실시예에 따른 성상도 매핑(constellation mapper)를 도시한 도면이다.

[0505]

본 발명의 일 실시예에 따른 성상도 매핑의 동작은 전술한 BICM 블록의 성상도 매핑의 동작과 같다.

[0506]

전술한 인풋 포매팅 블록으로부터 받은 데이터는 FEC 인코딩을 거쳐 비트 스트림으로 변환될 수 있다. 이 비트 스트림의 여러 비트들이 모여 셀을 이루고, 이 셀들은 성상도 매핑에 의해 복소평면 상의 성상도(constellation)들 중 하나로 매핑될 수 있다. 여기서 N 개의 비트들이 하나의 셀을 통해 전송되기 위해서는 2^N 개의 성상도 포인트들이 필요할 수 있다.

[0507]

여기서, 성상도 포인트는 성상도 하나를 의미할 수 있다. 성상도 포인트는 성상도라고 불릴 수 있다. 성상도들의 집합인 QAM-64 등은 성상도 집합, 성상도 세트(set), 성상도 등으로 불릴 수 있다.

[0508]

성상도를 만드는 방법은 다양하다. 어떠한 방식으로 성상도 내의 성상도 포인트들을 배열하는지에 따라, 수신기가 성상도를 비트 스트림으로 복호하였을 때의 에러 발생 확률이 달라질 수 있다.

[0509]

성상도 매핑이 사용하는 성상도는 (a), (b), (c)와 같은 종류가 있다. 제시된 성상도는 각 종류의 성상도에 대한 예시이다. (a), (b)는 모두 스퀘어 QAM(square QAM)이지만, (a)의 경우 성상도 포인트 간의 간격이 일정하지 않은(Non-uniform)한 것이 특징이고, (b)의 경우 성상도 포인트 간의 간격이 일정한(Uniform)한 것이 특징이다. (a)는 논 유니폼 QAM에 해당하고, (b)는 일반적인 QAM에 해당할 수 있다. (b)는 (a)의 특별한 경우라 할 수 있다.

[0510]

본 발명은 (c)와 같은 종류의 성상도 및 그 성상도를 찾는 방법을 제안한다. 본 발명이 제안하는 방법에 따르면, 주어진 SNR (Signal-to-Noise Ratio)에서, 기존 방법보다 더 낮은 에러 확률 및 더 큰 채널 용량을 구현할 수 있다. 이하, 본 발명에 대해 설명한다.

[0511]

도 31은 본 발명의 일 실시예에 따른 최적의 성상도를 구성하는 방법을 도시한 도면이다.

[0512]

본 발명은 APSK (Amplitude and Phase-Shift Keying)를 기반으로 하여 최적의 성상도를 구성하는 방법을 제안한다. 셰이핑 게인(Shaping gain)을 얻기 위해서는 둥근 형태의 성상도를 구성해야 한다. 따라서, 변형된 APSK 타입의 성상도, 즉 논 유니폼 APSK (Non Uniform APSK)가 활용될 수 있다. 논 유니폼 APSK는 각각의 중심원 상에 위치하는 성상도 포인트 간의 거리/각도가 일정하지 않을 수 있다. 여기서, 논 유니폼 APSK는 논 유니폼 성상도(Non Uniform Constellation, NUC)라 불릴 수 있다.

[0513]

본 발명은 최적의 성상도 포인트들의 위치를 찾기 위해서 성상도 스플릿팅(constellation splitting) & 비트 할로케이션(bit allocation) 방법을 제안한다.

[0514]

성상도 스플릿팅이란, 성상도 포인트들을 나누어 성상도를 생성하는 것을 말한다. QPSK에서 시작하여 각 성상도 포인트를 2개로 나누어 8개의 성상도 포인트를 만들 수 있다. 마찬가지로 방법으로 16, 32, 64, ... 개의 성상도 포인트들을 생성할 수 있다. 비트 할로케이션이란, 성상도 스플릿팅으로 인하여 각 단계마다 2배로 성상도 포인트가 늘어날 때마다, 각 성상도에 1비트씩을 할당하는 것을 말한다.

[0515]

- [0516] 래디우스-앵글 스플리팅에 대해 설명한다.
- [0517] QPSK 의 한 성상도 포인트 (a) 가 도시되었다. 이 성상도 포인트의 레이블링은 00 일 수 있다. 먼저, 성상도 포인트 (a) 를 방사(radial) 방향으로 스플리팅하여 두 개의 성상도 포인트 (b), (c) 를 만들 수 있다. 다시, 성상도 포인트 (a) 를 각(angle) 방향으로 스플리팅하여 두 개의 성상도 포인트 (d), (e) 를 만들 수 있다.
- [0518] 이 후, 각각의 성상도에 3번째 비트가 할당될 수 있다. 도시된 바와 같이, 각각의 성상도 포인트들은 xx0 또는 xx1 로 비트가 할당될 수 있다. 여기서, xx 는 스플리팅되기 전의 성상도 포인트의 레이블링을 의미할 수 있다. 즉, 이 경우에는 000 또는 001 로 비트가 할당될 수 있다.
- [0519] 복소평면의 다른 사분면에 대해서도 마찬가지로, 1사분면과 마찬가지로 스플리팅 & 비트 엘로케이션이 가능하다. 스플리팅되기 전의 성상도 포인트 (a) 는 각각 x, y 축에 대하여 대칭이므로 리플렉션(reflection) 을 통해 나머지 사분면들의 성상도 포인트의 위치와 그 레이블을 구할 수 있다. 이 경우 다른 사분면의 성상도 포인트에 할당되는 3번째 비트는 1사분면의 리플렉션을 통해서 그레이 레이블링(GRAY labeling) 이 유지될 수 있다.
- [0520] 도 32 는 본 발명의 다른 실시예에 따른 최적의 성상도를 구성하는 방법을 도시한 도면이다.
- [0521] 조인트 래디우스-앵글 스플리팅에 대해 설명한다.
- [0522] 한번에 두가지 방법의 스플리팅(radius & angle) 이 동시에 적용될 수 있다. 이 경우 A, B, C, D 의 네개의 성상도가 생성될 수 있다. 생성된 성상도 각각에는 그레이 레이블링이 되도록 2비트씩이 할당될 수 있다. 도시된 바와 같이, 반경 측면과 각도 측면에서 각각의 성상도가 그레이 레이블링을 유지하도록 두 비트가 할당될 수 있다. 여기서, 그레이 레이블링이란 인접한 성상도가 가지는 비트간에 한 비트씩만 값이 차이하도록 비트들을 할당하는 것을 의미할 수 있다.
- [0523] 각각의 A와 D, 그리고 B와 C는 반드시 같은 반경(radius)에 위치할 필요는 없으며, 마찬가지로 A와 B, C와 D는 같은 각도 상에 위치할 필요는 없다. 단, 같은 반경, 같은 각도의 조건을 가질 경우, 추후 찾아야할 파라미터의 개수가 줄어들게 된다. 따라서 서칭 타임(searching time) 이 감소하는 반면에, 같은 반경, 각도 상에 위치해야 하므로 성상도의 자유도가 떨어질 수 있다. 즉, 서칭 타임과 성상도의 캐패시티(성능) 간에 트레이드 오프(trade-off)가 존재할 수 있다.
- [0524] 여기서는, 빠른 서칭 타임을 위하여 반경이 같은 경우(OA=OD, OB=OC)를 고려할 수 있다. 또한 성상도의 사이즈, 즉 성상도 포인트의 개수는 2^m (m:정수) 인 경우만 고려할 수 있다. 단, 이는 일 실시예일 뿐이며, 본 발명은 이 경우로 한정되지 아니한다.
- [0525] 마찬가지로 나머지 2,3,4 분면도 리플렉션을 통해 성상도의 레이블링이 결정되게 된다. 리플렉션되므로 마찬가지로 반경 측면과 각도 측면에서 각각의 성상도가 그레이 레이블링을 유지될 수 있다.
- [0526] 도 33 은 본 발명의 일 실시예에 따른 논 유니폼 성상도(NUC) 를 생성하는 방법을 도시한 도면이다.
- [0527] 2^m NUC 는 $2^{(m-2)}$ NUC 를 이용하여 생성될 수 있다. 즉, 여기서는 전술한 조인트 래디우스-앵글 스플리팅 방법이 사용될 수 있다. 따라서 16 NUC 역시, QPSK 로부터 생성될 수 있다.
- [0528] 16 NUC 에는 두 개의 링(ring)이 존재할 수 있고, 각각의 링에는 사분면 당 2개의 성상도 포인트가 존재할 수 있다. 따라서 총 16 개의 성상도가 16 NUC 에 존재할 수 있다. 여기서, 링이란 복소평면 상에서 원점을 중심으로 한 동심원을 의미할 수 있다.
- [0529] 도시된 수식에서, r_n 은 각 링의 반경(radius) 를 의미할 수 있다. 여기서 n 은 링의 인덱스를 의미할 수 있다. 또한, $\theta_{i,j}$ 는 같은 반경 상에서 성상도 스플리팅이 이루어지는 각도를 의미할 수 있다. 따라서 같은 반경을 따라 스플리팅되는 두 성상도 간의 각도 차이는 $2\theta_{i,j}$ 일 수 있다. 여기서 i는 링의 인덱스를, j 는 스플리팅 인덱스를 의미할 수 있다. 전술한 바와 같이 링 별로 성상도의 분포(distribution)이 같을 필요가 없으므로, θ 는 링 인덱스 i 를 가질 수 있다.
- [0530] 따라서, 16 NUC 의 각 성상도들은 r_0, r_1 과 $\theta_{0,0}, \theta_{1,0}$ 으로 그 좌표가 표시될 수 있다. 마찬가지로 64 NUC 의 경우 n 의 인덱스는 0 - 3, i 의 인덱스는 0-3, j 의 인덱스는 0-1 일 수 있다. 256 NUC 의 경우 n 의 인덱스는 0 - 7, i 의 인덱스는 0-7, j 의 인덱스는 0-2 일 수 있다. 각 인덱스는 정수값을 가진다.

- [0531] 이를 일반화시키면 2^m NUC 는 $2^{(m/2-1)}$ 개의 링을 가지고, 각각의 링에는 한 사분면 당 k 개의 성상도 포인트를 가질 수 있다. 여기서 k 는 $m/2-1$ 의 값을 가질 수 있다.
- [0532] BICM 캐패시터를 최대화할 수 있는 r_n 과 $\Theta_{i,j}$ 를 찾으면, 최고의 캐패시터를 가지는 성상도를 얻을 수 있다. r_0 는 1 의 값을 가진다고 가정할 수 있다. r_n ($n \neq 0$)을 찾은 뒤, 평균과워 1 을 가정하면 되므로 r_0 는 따로 결정될 필요가 없을 수 있다.
- [0533] 도 34 는 본 발명의 일 실시예에 따른 비트 할당을 위한 수식을 도시한 도면이다.
- [0534] 비트 할당을 위한 방법을 설명한다. 비트들은 반경(radial)과 각도(angle) 측면에서 모두 GRAY 규칙을 지키는 방향으로 할당되어야 할 수 있다.
- [0535] 2^m 성상도의 한 성상도 포인트는 m 비트를 전송할 수 있다. m 비트의 각 비트들에 $b_0b_1 \dots b_{m-1}$ 와 같이 이름 붙일 수 있다. 그러면 이중 2 비트는 해당 성상도 포인트가 어느 사분면에 위치하느냐에 의해 결정되고, 나머지 $m-2$ 비트 중, 절반은 링 인덱스에 의해 결정되며, 나머지 절반은 링 위의 각도 위치(angular position)에 의해 결정될 수 있다. 본 실시예에서는 편의상 b_0b_1 이 사분면에 의해 결정되고, $b_2b_4 \dots b_{m-2}$ 가 링 인덱스에 의해 결정되며, $b_3b_5 \dots b_{m-1}$ 이 각도에 의해 결정된다고 가정할 수 있다.
- [0536] 도시된 LOC 계산식으로 각 성상도의 좌표가 결정될 수 있다. 이렇게 결정된 성상도들은 인접된 성상도 포인트간에 반경과 각도 측면에서의 GRAY 규칙이 유지될 수 있다.
- [0537] 여기서, 할당된 비트들은 서로 치환(exchanged)될 수 있다. 이러한 치환은 GRAY 규칙을 유지하면서 수행될 수 있다. 이 때 비트들이 치환되더라도 전체 BICM 캐패시터는 변하지 않을 수 있다. 이러한 치환을 수행하는 함수를 ConvGRAY 라고 지칭할 수 있다.
- [0538] 예를 들어 ConvGRAY 에 따를 때, 2 비트의 경우($m=2$ 인 경우), $\{00,01,10,11\}$ 은 $\{00,01,11,10\}$ 로 일대일 치환될 수 있다. 마찬가지로 ConvGRAY 에 따를 때, 3 비트의 경우($m=3$ 인 경우), $\{000,001,010,011,100,101,110,111\}$ 은 $\{000,001,011,010,110,111,101,100\}$ 로 일대일 치환될 수 있다.
- [0539] 여기서, 3비트의 경우의 치환 후 값들은 총 6개의 값을 가진다. 설명을 위해 이를 순서대로 1, 2, 3, ..., 6 번째 값이라고 하자. 1, 2, 3 번째 값의 첫번째 비트는 0 의 값을 가진다. 1, 2, 3 번째 값의 두번째, 세번째 비트들은 2비트의 경우의 치환 후 값들임을 알 수 있다. 4, 5, 6 번째 값의 첫번째 비트는 1 의 값을 가진다. 4, 5, 6 번째 값의 두번째, 세번째 비트들은 2비트의 경우의 치환 후 값들이 역순으로 배열된 것임을 알 수 있다.
- [0540] 이와 같은 방법으로 $n-1$ 비트의 치환 후 값을 알면, n 비트의 치환 후 값을 구할 수 있다. 이렇게 n 비트의 값으로 확장하게 될 경우를 수식화하면 도시된 수식과 같아질 수 있다.
- [0541] Inv_ConvGRAY 는 ConvGRAY 의 역함수를 의미할 수 있다. 전술한 바와 같이 ConvGRAY 함수는 링 인덱스를 이용하여, $b_2b_4 \dots b_{m-2}$ 를 결정할 수 있고, 각도에 의하여 $b_3b_5 \dots b_{m-1}$ 를 결정할 수 있다. 그 역함수인, Inv_ConvGRAY 는 각 비트값을 입력으로 하여 링 인덱스와 각도를 얻을 수 있다. 즉, $b_2b_4 \dots b_{m-2}$ 를 이용하여 링 인덱스를 결정할 수 있고, $b_3b_5 \dots b_{m-1}$ 를 이용하여 각도들을 결정할 수 있다.
- [0542] 결정된 성상도의 성능을 측정하기 위해서는, 그 결정된 성상도의 BICM 캐패시터를 계산하여 비교해야 한다. BICM 캐패시터는 AWGN (Additive White Gaussian Noise)과 IID (Individually Identical Distributed) 인풋을 가정할 수 있다. AWGN 은 기본적으로 사용되는 베이직 노이즈 모델을 의미할 수 있다. IID 는 인풋이 독립적이고, 동일/균등하게 분포되어 있다는 의미일 수 있다.

수학식 12

$$\text{BICM cap.} = \sum_i \left(\int_{\mathcal{Y}} p(b_i = 0, y) \log_2 \frac{p(b_i = 0, y)}{p(b_i = 0)p(y)} dy + \int_{\mathcal{Y}} p(b_i = 1, y) \log_2 \frac{p(b_i = 1, y)}{p(b_i = 1)p(y)} dy \right)$$

[0543]

수학식 13

$$\begin{aligned} p(b_i = j, y) &= p(y | b_i = j) \cdot p(b_i = j) \\ &= \sum_{M_i} p(y | x = M_j) \cdot \frac{1}{M} \\ &= \sum_{M_i} \frac{1}{\pi\sigma^2} e^{-\frac{|y-M_j|^2}{\sigma^2}} \cdot \frac{1}{M} \end{aligned}$$

[0544]

수학식 14

$$\begin{aligned} \frac{p(b_i = j, y)}{p(b_i = j)p(y)} &= \frac{p(y | b_i = j)}{p(y)} \\ &= \frac{p(y | b_i = j)}{\sum_j p(b_i = j, y)} \\ &= \frac{\sum_{M_i} \frac{1}{\pi\sigma^2} e^{-\frac{|y-M_j|^2}{\sigma^2}} \cdot \frac{2}{M}}{\sum_j \sum_{M_i} \frac{1}{\pi\sigma^2} e^{-\frac{|y-M_j|^2}{\sigma^2}} \cdot \frac{1}{M}} \end{aligned}$$

[0545]

[0546] BICM 캐패시티는 상기 수학식을 이용하여 계산될 수 있다. 이 식을 이용하여 BICM 캐패시티가 최대가 되게 하는 r 과 θ 를 찾을 수 있다. AWGN 과 IID 인풋을 가정했으므로, $y=x+n$ 으로 생각할 수 있다. 여기서 n 은 AWGN 노이즈를 의미할 수 있다. $p(b_i=0)=p(b_i=1)=1/2$ 임을 가정할 수 있다. 즉, x 가 정상도이고, M 은 정상도 사이즈라 할 때, $p(x=M_j)=1/M$ 일 수 있다. 여기서, M_j 는 $b_i=j$ 일 때의 정상도일 수 있다. 도시된 바와 같이, BICM 캐패시티 함수는 가우시안 함수의 적분 형태로 표현 가능할 수 있다.

[0547] 구체적으로 파라미터 r 과 θ 를 찾는 방법으로는, 알고리즘 A 와 알고리즘 B 가 있을 수 있다.

[0548] 알고리즘 A 에 대해서 설명한다.

[0549] 먼저, Δ_r 과 Δ_θ 를 선정할 수 있다. 그 후, $r_i \in \{r_{i_init}-\Delta_r, r_{i_init}, r_{i_init}+\Delta_r\}$ 와, $\theta_{i,j} \in \{\theta_{i,j_init}-\Delta_\theta, \theta_{i,j_init}, \theta_{i,j_init}+\Delta_\theta\}$ 의 모든 r_i , $\theta_{i,j}$ 조합에 대하여, BICM 캐패시티를 계산할 수 있다. 여기서, r_{i_init} 과 θ_{i,j_init} 는 각각 초기값으로서, 이 알고리즘에 의해 더 최적의 값으로 변경되어질 값들이다.

[0550] 예를 들어 정상도 사이즈가 16 인 경우에는 r 은 1개, θ 는 2개 이므로 총 $3^{(1+2)}$ 개의 BICM 캐패시티가 계산될 수 있다. r 이 1개인 이유는 전술한 바와 같이 r_0 이 1 로 고정되어 있기 때문이다.

[0551] 이렇게 계산되어진 BICM 캐패시티들을 비교하여, 가장 큰 BICM 캐패시티를 갖는 파라미터 조합으로 r_{i_init} 과 θ_{i,j_init} 을 업데이트 할 수 있다. 만일 가장 큰 캐패시티를 갖는 조합이 $\{r_{i_init}, \theta_{i,j_init}\}$ 이면 알고리즘을 멈출 수 있다. 그렇지 않으면 가장 큰 캐패시티를 갖는 파라미터 조합을 새로운 $\{r_{i_init}, \theta_{i,j_init}\}$ 으로 삼고 계속해서 알고리즘을 수행할 수 있다. 알고리즘이 수행됨에 따라 $\{r_{i_init}, \theta_{i,j_init}\}$ 값이 계속해서 업

데이트될 수 있다.

- [0552] 이 후, Δ_r 과 Δ_θ 를 절반으로 줄이고(binary search), 전술한 알고리즘을 수행할 수 있다. 즉 절반으로 줄어든 Δ_r 과 Δ_θ 를 이용하여 BICM 캐패시터를 계산해 비교하고, 최대의 캐패시터를 갖는 파라미터 조합으로 $\{r_{i_init}, \theta_{i,j_init}\}$ 값을 업데이트해 나갈 수 있다. 단, 여기서는 전술한 것과 달리, r_i 에 대해서는, $r_i \in \{r_{i_init}-2\Delta_r, r_{i_init}-\Delta_r, r_{i_init}, r_{i_init}+\Delta_r, r_{i_init}+2\Delta_r\}$ 를, $\theta_{i,j}$ 에 대해서는, $\theta_{i,j} \in \{\theta_{i,j_init}-2\Delta_\theta, \theta_{i,j_init}-\Delta_\theta, \theta_{i,j_init}, \theta_{i,j_init}+\Delta_\theta, \theta_{i,j_init}+2\Delta_\theta\}$ 의 범위에서 BICM 캐패시터가 계산될 수 있다.
- [0553] 그 후, 전술한 것과 마찬가지로 가장 큰 capacity를 갖는 조합이 $\{r_{i_init}, \theta_{i,j_init}\}$ 이면 알고리즘을 멈추고, 그렇지 않으면 가장 큰 capacity를 갖는 파라미터 조합을 새로운 $\{r_{i_init}, \theta_{i,j_init}\}$ 으로 삼고 계속해서 알고리즘을 수행할 수 있다.
- [0554] 이렇게 알고리즘을 반복하게 되면, Δ_r 과 Δ_θ 가 충분히 작아지게 되고, Δ_r 과 Δ_θ 가 충분히 작아져 BICM 캐패시터가 수렴(saturation)되었다고 판단되면 알고리즘을 멈출 수 있다.
- [0555] 이 알고리즘 A 는 찾아야할 파라미터의 개수가 많으면, 최종 수렴까지 시간이 많이 걸릴 수 있다. 파라미터의 개수가 많은 경우에는 후술할 알고리즘 B 를 이용할 수 있다. 알고리즘 B 는 독자적으로 사용 가능하지만, 필요한 경우 알고리즘 A 를 먼저 이용하고 그 결과를 알고리즘 B 에 이용할 수도 있다.
- [0556] 알고리즘 B 에 대해서 설명한다.
- [0557] 먼저, 초기 성상도를 설정할 수 있다. 예를 들어, $r_n = n+1$, ($n=0,1,\dots$) 과 같이 설정할 수 있다. θ 는 성상도 포인트가 $0 \sim 2\pi$ 까지 균일하게 존재하도록, 즉 2π 를 균등하게 나눈 값을 이용하여 결정할 수 있다. 이 초기 성상도는 본 알고리즘을 통해 최적의 성상도로 수렴해 갈 수 있다.
- [0558] 랜덤하고 유니폼하게, 임의의 두 r 파라미터, r_i, r_j 의 각각의 인덱스인, i, j 를 선정할 수 있다. 여기서 편의상 $i \leq j$ 를 가정할 수 있다. 전체 평균 파워는 불변이므로, $|r_i|^2 + |r_j|^2 = C$ 라고 둘 수 있다. 여기서 C 는 상수이다. 따라서, $0 \leq |r_i|^2 \leq C/2$ 가 성립할 수 있다. 이 조건 하에서 가능한 모든 r_i, r_j 값에 대해 BICM 캐패시터를 체크할 수 있다. 이 경우 체크에는 전술한 바이너리 서치가 사용될 수 있다. 계산된 BICM 캐패시터 중 최대값을 가지게 하는 파라미터 조합으로 r_i, r_j 를 업데이트 할 수 있다.
- [0559] 여기서, 바이너리 서치란, 파라미터 a 에서의 성능이 파라미터 b 에서의 성능보다 떨어질 경우, a 를 $(a+b)/2$ 로 업데이트하여 계속 알고리즘을 수행해나가는 방식을 의미할 수 있다.
- [0560] 마찬가지로 랜덤하고 유니폼하게, 임의의 링 인덱스 i 가 선정될 수 있다. 해당 링 인덱스의 링 위에 위치하는 성상도 포인트를 결정하는 $\theta_{i,j}$ 를 최적화할 수 있다. 이 최적화 과정 역시 바이너리 서치를 이용할 수 있다. 여기서 $j=0,1,\dots$ 의 값을 가질 수 있고, n 이 m 보다 작거나 같을 경우, $\theta_{i,n} \leq \theta_{i,m}$ 임을 가정할 수 있다. 마찬가지로 $\theta_{i,n}$ 를 바이너리 서치를 이용해 최적화하여, 최적의 $\theta_{i,j}$ 를 결정해낼 수 있다.
- [0561] BICM 캐패시터가 수렴되었다고 판단되면 알고리즘을 멈추고, 그렇지 않으면 다시 파라미터, r_i, r_j 의 각각의 인덱스인, i, j 를 선정하여 알고리즘을 반복할 수 있다.
- [0562] 알고리즘 B 의 경우 파라미터를 랜덤하고 유니폼하게 선택하는 것이 중요할 수 있다. 그렇지 않으면 수렴하는데 걸리는 시간이 길어지거나, 로컬 미니마(local minima)로 수렴될 수 있다.
- [0563] 알고리즘 A 를 먼저 수행한 후 그 결과 값을 알고리즘 B 의 초기 값으로 사용하는 경우, 수렴하는데 걸리는 시간을 많이 단축할 수 있다.
- [0564] 도 35 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 16 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면이다.
- [0565] 각 성상도 포인트 들은 4개의 비트로 표현될 수 있다($b0b1b2b3$). $b0b1$ 은 확장 전의 QPSK 의 레이블일 수 있다. $b2$ 는 반경 스플리팅(radius-splitting) 에 의해 스플릿될 때 할당된 비트일 수 있다. $b3$ 는 각도 스플리팅(angle-splitting) 에 의해 스플릿될 때 할당된 비트일 수 있다.

[0566] 처음 두 비트 b0b1 을 제외한 나머지 비트들은 X 축과 Y 축에 대하여 대칭(symmetric)일 수 있다. 전술한 것과 같이 b0b1 은 성상도 포인트가 어느 사분면에 있는지를 결정할 수 있고, 각각의 비트들은 반경과, 각도 측면에서 GREY 규칙을 만족할 수 있다.

[0567] 수신측에서는 성상도로부터 비트들을 디매핑할 수 있다. 이는 전술한 성상도에 비트들을 매핑하는 과정의 역과정일 수 있다. 이러한 디매핑을 통해 LLR 을 구할 수 있고, 이 LLR 은 소프트 인풋의 형태로 FEC 디코딩에 사용될 수 있다. 디매핑에 있어, LLR 을 구하는 과정은 다음과 같은 수식으로 표현될 수 있다.

수학식 15

$$\Pr(b_i = j) = \sum_{s_k \in \Lambda_j} \Pr(s = s_k) \frac{\exp\left(\frac{|r - Hs_k|^2}{\sigma^2}\right)}{\sum_{m=0}^{M-1} \exp\left(\frac{|r - Hs_m|^2}{\sigma^2}\right)} = \sum_{s_k \in \Lambda_j} C \Pr(s = s_k) \exp\left(\frac{|r - Hs_k|^2}{\sigma^2}\right)$$

[0568]

수학식 16

$$\begin{aligned} LLR(b_i) &= \log\left(\frac{\Pr(b_i = 1)}{\Pr(b_i = 0)}\right) \\ &= \log\left(\frac{\sum_{s_k \in \Lambda_1} \Pr(s = s_k) \exp\left(\frac{|r - Hs_k|^2}{\sigma^2}\right)}{\sum_{s_k \in \Lambda_0} \Pr(s = s_k) \exp\left(\frac{|r - Hs_k|^2}{\sigma^2}\right)}\right) = \log\left(\frac{\sum_{s_k \in \Lambda_1} \exp\left(\frac{|r - Hs_k|^2}{\sigma^2}\right)}{\sum_{s_k \in \Lambda_0} \exp\left(\frac{|r - Hs_k|^2}{\sigma^2}\right)}\right) \end{aligned}$$

[0569]

수학식 17

$$LLR(b_i) \cong \frac{|r - Hs_0|^2}{\sigma^2} - \frac{|r - Hs_1|^2}{\sigma^2} = \frac{|H|^2 (2 \operatorname{Re}\{t^* s_1\} - 2 \operatorname{Re}\{t^* s_0\} + |s_0|^2 - |s_1|^2)}{\sigma^2}$$

[0570]

[0571] 여기서, C 는 상수, σ^2 는 복소 노이즈 파워(complex noise power), Λ_j 는 i 번째 비트가 j 인 성상도 포인트들의 세트를 의미할 수 있다. 여기서 j 는 0 또는 1 일 수 있다. 또한 $\Pr(s=s_k)$ 는 어 프라이어리(a priori) 확률을 의미할 수 있다. 여기서, b_i 가 비트별로(bit-by-bit) 동등-확률(equi-probable) 을 만족함이 가정될 수 있다. 만약 반복적(iterative) 디코딩이 사용될 경우, b_i 가 동등-확률이라는 가정은 유효하지 않고, 어 프라이어리(a priori) 확률은 FEC 로부터의 외부 정보로 변형되어야 할 수 있다. 또한, 맥스-로그(max-log) LLR 이 가정되며, $t=r/H$ 일 수 있다. s_1 은 i 번째 비트가 1 인 t 로부터 가장 가까운 성상도일 수 있고, s_0 은 i 번째 비트가 0 인 t 로부터 가장 가까운 성상도일 수 있다.

[0572] 도 36 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 16 NUC 의 각 파라미터들을 도시한 도면이다.

[0573] 각 파라미터들은 전술한 방법에 의해 결정된 것들일 수 있다. 각 SNR(dB) 에 대하여 최적의 캐패시터를 가지게 하는 r 값과 θ 값들이 나열되어 있다. 해당 파라미터를 가질 때의 최적의 BICM 캐패시티 값 역시 계산되어 있다. 여기서, r_0 이 1 이 아닌 경우는, 평균 파워가 1 로 노말라이즈드 되어 있기 때문이다.

[0574] 도 37 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 16 NUC 의 각 파라미터들에 기반하여, 각 SNR 별 성상도를 도시한 도면이다.

[0575] 전술한 방법에 의해 결정된 각 SNR 별 최적의 캐패시터를 가지게 하는 r 값과 θ 값들을 복소평면 상에 성상도

로 표시한 것이다.

- [0576] 도 38 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 16 NUC 의 BICM 캐패시티를 비교한 그래프를 도시한 도면이다.
- [0577] 여기서 X 축은 SNR(dB) 를 의미하고, Y 축은 BICM 캐패시티를 의미할 수 있다. 각 그래프는 해당 SNR(x값)에서, 샤논(Shannon) 캐패시티와 해당 성상도의 캐패시티 차이(y값)을 도시한 그래프일 수 있다. 여기서, 샤논 캐패시티는 BICM 이론상 최대 BICM 캐패시티를 의미할 수 있다. 따라서, y 값이 작을수록 성능이 좋다는 것을 의미할 수 있다.
- [0578] Q16 은 유니폼 QAM-16, NuQ16 은 논 유니폼 QAM-16, NuA16 은 NUC-16 을 의미할 수 있다. 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 NUC-16 이 가장 성능이 좋은 것을 알 수 있다.
- [0579] 도 39 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 64 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 일부이다.
- [0580] 도 40 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 64 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0581] 도시된 도표는, 전술한 방법에 의해 결정된 각 SNR 별 최적의 캐패시티를 가지게 하는 r 값과 θ 값들을 복소평면 상에 성상도로 표시한 것이다. 여기서, r_0 이 1 이 아닌 경우는, 평균 파워가 1 로 노멀라이즈드 되어 있기 때문이다.
- [0582] 상기 두 도표는 원래 하나의 도표이나, 공간의 제약에 의해 두 개의 도표로 나뉘어 도시되었다.
- [0583] 도 41 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 64 NUC 의 각 파라미터들에 기반하여, 각 SNR 별 성상도를 도시한 도면이다.
- [0584] 전술한 방법에 의해 결정된 각 SNR 별 최적의 캐패시티를 가지게 하는 r 값과 θ 값들을 복소평면 상에 성상도로 표시한 것이다.
- [0585] 도 42 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 64 NUC 의 BICM 캐패시티를 비교한 그래프를 도시한 도면이다.
- [0586] 여기서 X 축은 SNR(dB) 를 의미하고, Y 축은 BICM 캐패시티를 의미할 수 있다. 각 그래프는 해당 SNR(x값)에서, 샤논(Shannon) 캐패시티와 해당 성상도의 캐패시티 차이(y값)을 도시한 그래프일 수 있다. 여기서, 샤논 캐패시티는 BICM 이론상 최대 BICM 캐패시티를 의미할 수 있다. 따라서, y 값이 작을수록 성능이 좋다는 것을 의미할 수 있다.
- [0587] Q64 는 유니폼 QAM-64, NuQ64 는 논 유니폼 QAM-64, NuA64 는 NUC-64 을 의미할 수 있다. 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 NUC-64 가 가장 성능이 좋은 것을 알 수 있다.
- [0588] 도 43 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 256 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 일부이다.
- [0589] 도 44 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 256 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0590] 도 45 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 256 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0591] 도 46 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 256 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0592] 도시된 도표는, 전술한 방법에 의해 결정된 각 SNR 별 최적의 캐패시티를 가지게 하는 r 값과 θ 값들을 복소평면 상에 성상도로 표시한 것이다. 여기서, r_0 이 1 이 아닌 경우는, 평균 파워가 1 로 노멀라이즈드 되어 있기 때문이다.
- [0593] 상기 네 도표는 원래 하나의 도표이나, 공간의 제약에 의해 네 개의 도표로 나뉘어 도시되었다.
- [0594] 도 47 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 256 NUC 의 각 파라미터들에 기반하여, 각 SNR 별 성상도를 도시한 도면이다.
- [0595] 전술한 방법에 의해 결정된 각 SNR 별 최적의 캐패시티를 가지게 하는 r 값과 θ 값들을 복소평면 상에 성상도로 표시한 것이다.
- [0596] 도 48 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 256 NUC 의 BICM 캐패시티를 비교한 그래프를 도시한 도면이다.
- [0597] 여기서 X 축은 SNR(dB) 를 의미하고, Y 축은 BICM 캐패시티를 의미할 수 있다. 각 그래프는 해당 SNR(x값)에서,

새논(Shannon) 캐패시티와 해당 성상도의 캐패시티 차이(y 값)을 도시한 그래프일 수 있다. 여기서, 새논 캐패시티는 BICM 이론상 최대 BICM 캐패시티를 의미할 수 있다. 따라서, y 값이 작을수록 성능이 좋다는 것을 의미할 수 있다.

- [0598] Q256 는 유니폼 QAM-256, NuQ256 는 논 유니폼 QAM-256, NuA256 는 NUC-256 을 의미할 수 있다. 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 NUC-256 가 가장 성능이 좋은 것을 알 수 있다.
- [0599] 도 49 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 일부이다.
- [0600] 도 50 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0601] 도 51 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0602] 도 52 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0603] 도 53 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0604] 도 54 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0605] 도 55 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0606] 도 56 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0607] 도 57 는 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0608] 도 58 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 및 그에 할당된 비트들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0609] 도시된 도표는, 전술한 방법에 의해 결정된 각 SNR 별 최적의 캐패시티를 가지게 하는 r 값과 θ 값들을 복소평면 상에 성상도로 표시한 것이다. 여기서, r_0 이 1 이 아닌 경우는, 평균 파워가 1 로 노말라이즈드 되어 있기 때문이다.
- [0610] 상기 10개의 도표는 원래 하나의 도표이나, 공간의 제약에 의해 10 개의 도표로 나뉘어 도시되었다.
- [0611] 도 59 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 의 각 파라미터들에 기반하여, 각 SNR 별 성상도를 도시한 도면이다.
- [0612] 전술한 방법에 의해 결정된 각 SNR 별 최적의 캐패시티를 가지게 하는 r 값과 θ 값들을 복소평면 상에 성상도로 표시한 것이다.
- [0613] 도 60 은 본 발명의 일 실시예에 따라 생성된 1024 NUC 의 BICM 캐패시티를 비교한 그래프를 도시한 도면이다.
- [0614] 여기서 X 축은 SNR(dB) 를 의미하고, Y 축은 BICM 캐패시티를 의미할 수 있다. 각 그래프는 해당 SNR(x 값)에서, 새논(Shannon) 캐패시티와 해당 성상도의 캐패시티 차이(y 값)을 도시한 그래프일 수 있다. 여기서, 새논 캐패시티는 BICM 이론상 최대 BICM 캐패시티를 의미할 수 있다. 따라서, y 값이 작을수록 성능이 좋다는 것을 의미할 수 있다.
- [0615] Q1024 는 유니폼 QAM-1024, NuQ1024 는 논 유니폼 QAM-1024, NuA1024 는 NUC-1024 을 의미할 수 있다. 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 NUC-1024 가 가장 성능이 좋은 것을 알 수 있다.
- [0616] 도 61 은 본 발명의 일 실시예에 따른 5/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0617] 본 성상도는, 전술한 64 NUC 의 각 SNR 별 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 7.5 dB 인 경우의 파라미터들을 이용하여 도시된 것일 수 있다.
- [0618] 도 62 는 본 발명의 일 실시예에 따른 5/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한

도면이다.

- [0619] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 전술한 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 7.5 dB 인 경우의 파라미터들을 x , y 값으로 전환하여 표현한 것일 수 있다.
- [0620] 도 63 은 본 발명의 일 실시예에 따른 5/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0621] 본 성상도는, 전술한 256 NUC 의 각 SNR 별 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 11 dB 인 경우의 파라미터들을 이용하여 도시된 것일 수 있다.
- [0622] 도 64 는 본 발명의 일 실시예에 따른 5/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면의 일부이다.
- [0623] 도 65 는 본 발명의 일 실시예에 따른 5/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0624] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 전술한 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 11 dB 인 경우의 파라미터들을 x , y 값으로 전환하여 표현한 것일 수 있다.
- [0625] 상기 두 좌표 테이블은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 두 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.
- [0626] 도 66 은 본 발명의 일 실시예에 따른 6/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0627] 본 성상도는, 전술한 64 NUC 의 각 SNR 별 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 9 dB 인 경우의 파라미터들을 이용하여 도시된 것일 수 있다.
- [0628] 도 67 은 본 발명의 일 실시예에 따른 6/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면이다.
- [0629] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 전술한 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 9 dB 인 경우의 파라미터들을 x , y 값으로 전환하여 표현한 것일 수 있다.
- [0630] 도 68 은 본 발명의 일 실시예에 따른 6/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0631] 본 성상도는, 전술한 256 NUC 의 각 SNR 별 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 12 dB 인 경우의 파라미터들을 이용하여 도시된 것일 수 있다.
- [0632] 도 69 는 본 발명의 일 실시예에 따른 6/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면의 일부이다.
- [0633] 도 70 는 본 발명의 일 실시예에 따른 6/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0634] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 전술한 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 12 dB 인 경우의 파라미터들을 x , y 값으로 전환하여 표현한 것일 수 있다.
- [0635] 상기 두 좌표 테이블은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 두 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.
- [0636] 도 71 은 본 발명의 일 실시예에 따른 7/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0637] 본 성상도는, 전술한 64 NUC 의 각 SNR 별 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 10.5 dB 인 경우의 파라미터들을 이용하여 도시된 것일 수 있다.
- [0638] 도 72 은 본 발명의 일 실시예에 따른 7/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면이다.
- [0639] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 전술한 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 10.5 dB 인 경우의 파라미터들을 x , y 값으로 전환하여 표현한 것일 수 있다.
- [0640] 도 73 은 본 발명의 일 실시예에 따른 7/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0641] 본 성상도는, 전술한 256 NUC 의 각 SNR 별 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 14.5 dB 인 경우의 파라미터들을 이용하여 도시된 것일 수 있다.

- [0642] 도 74 는 본 발명의 일 실시예에 따른 7/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면의 일부이다.
- [0643] 도 75 는 본 발명의 일 실시예에 따른 7/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0644] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 전술한 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 14.5 dB 인 경우의 파라미터들을 x , y 값으로 전환하여 표현한 것일 수 있다.
- [0645] 상기 두 좌표 테이블은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 두 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.
- [0646] 도 76 은 본 발명의 일 실시예에 따른 8/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0647] 본 성상도는, 전술한 64 NUC 의 각 SNR 별 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 11 dB 인 경우의 파라미터들을 이용하여 도시된 것일 수 있다.
- [0648] 도 77 은 본 발명의 일 실시예에 따른 8/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면이다.
- [0649] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 전술한 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 11 dB 인 경우의 파라미터들을 x , y 값으로 전환하여 표현한 것일 수 있다.
- [0650] 도 78 은 본 발명의 일 실시예에 따른 8/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0651] 본 성상도는, 전술한 256 NUC 의 각 SNR 별 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 15.5 dB 인 경우의 파라미터들을 이용하여 도시된 것일 수 있다.
- [0652] 도 79 는 본 발명의 일 실시예에 따른 8/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면의 일부이다.
- [0653] 도 80 는 본 발명의 일 실시예에 따른 8/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0654] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 전술한 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 15.5 dB 인 경우의 파라미터들을 x , y 값으로 전환하여 표현한 것일 수 있다.
- [0655] 상기 두 좌표 테이블은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 두 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.
- [0656] 도 81 은 본 발명의 일 실시예에 따른 9/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0657] 본 성상도는, 전술한 64 NUC 의 각 SNR 별 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 13.5 dB 인 경우의 파라미터들을 이용하여 도시된 것일 수 있다.
- [0658] 도 82 은 본 발명의 일 실시예에 따른 9/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면이다.
- [0659] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 전술한 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 13.5 dB 인 경우의 파라미터들을 x , y 값으로 전환하여 표현한 것일 수 있다.
- [0660] 도 83 은 본 발명의 일 실시예에 따른 9/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0661] 본 성상도는, 전술한 256 NUC 의 각 SNR 별 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 17 dB 인 경우의 파라미터들을 이용하여 도시된 것일 수 있다.
- [0662] 도 84 는 본 발명의 일 실시예에 따른 9/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면의 일부이다.
- [0663] 도 85 는 본 발명의 일 실시예에 따른 9/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면의 다른 일부이다.

- [0664] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 전술한 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 17 dB 인 경우의 파라미터들을 x , y 값으로 전환하여 표현한 것일 수 있다.
- [0665] 상기 두 좌표 테이블은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 두 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.
- [0666] 도 86 은 본 발명의 일 실시예에 따른 10/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0667] 본 성상도는, 전술한 64 NUC 의 각 SNR 별 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 13.5 dB 인 경우의 파라미터들을 이용하여 도시된 것일 수 있다.
- [0668] 도 87 은 본 발명의 일 실시예에 따른 10/15 코드레이트를 위한 64 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면이다.
- [0669] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 전술한 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 13.5 dB 인 경우의 파라미터들을 x , y 값으로 전환하여 표현한 것일 수 있다.
- [0670] 도 88 은 본 발명의 일 실시예에 따른 10/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0671] 본 성상도는, 전술한 256 NUC 의 각 SNR 별 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 19 dB 인 경우의 파라미터들을 이용하여 도시된 것일 수 있다.
- [0672] 도 89 는 본 발명의 일 실시예에 따른 10/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면의 일부이다.
- [0673] 도 90 는 본 발명의 일 실시예에 따른 10/15 코드레이트를 위한 256 NUC 의, 각 성상도의 좌표를 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0674] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 전술한 최적의 파라미터들을 나열한 도표에서, SNR 이 19 dB 인 경우의 파라미터들을 x , y 값으로 전환하여 표현한 것일 수 있다.
- [0675] 상기 두 좌표 테이블은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 두 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.
- [0676] 도 91 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드/IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑의 과정을 도시한 도면이다.
- [0677] 본 발명은 최적의 BICM 캐패시티를 얻기 위한 또 다른 성상도 생성 방법으로, IQ-밸런스드/IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑(IQ-balanced/IQ-symmetric Non Uniform Constellation Mapping) 방법을 제안한다.
- [0678] 먼저, BICM 캐패시티를 최대화시키는 성상도 포인트들을 찾기 위해서는, 몇가지 가정과 제한조건들이 필요하다. 이하, 몇가지 제한에 대하여 설명한다.
- [0679] 제한#1 은, 모든 성상도 포인트들이 같은 확률로 발생된다는 것이다. 각각의 성상도 포인트들의 확률(probabilities)는 서로 간에 동일할 수 있다.
- [0680] 제한#2 는, 성상도 포인트들에는 바이어스(bias)가 없다는 것이다. 즉, 모든 성상도 포인트의 평균 값을 구하면 0 일 수 있다. 또한, 제한#1 을 적용하면, 모든 성상도 포인트들의 합은 0 일 수 있다.
- [0681] 제한#3 은, 성상도의 평균 파워는 상수라는 것이다. 즉, 평균 파워는 상수 P 로 고정된 값을 가질 수 있다.
- [0682] 제한#4-1 은, IQ-밸런스드 매핑을 위해서는, I 축의 BICM 캐패시티와 Q 축의 BICM 캐패시티가 같아야 한다는 점이다. 예를 들어, 90 의 배수인, 90, 180, 270 도 만큼 성상도를 회전시켜도 원래의 성상도와 일치한다면, 그 성상도는 IQ-밸런스드 되었다고 할 수 있다. 즉, 한 성상도 포인트를 90 의 배수만큼 회전시켰을 때, 그 회전된 성상도 포인트가 원래의 성상도 집합의 성상도 포인트 중 하나와 오버랩된다면, 그 성상도는 IQ-밸런스드 되었다고 할 수 있다. 이하, 본 발명에 있어서, 전술한 바와 같이 90의 배수만큼 회전시 원래의 성상도와 일치하는 경우를 IQ-밸런스드 매핑 방식으로 고려하겠다.
- [0683] 제한#4-2 는, IQ-시메트릭(symmetric) 매핑을 위해서는, I 축의 BICM 캐패시티와 Q 축의 BICM 캐패시티가 같지 않아야 한다는 점이다. IQ-시메트릭 매핑을 위해서는, 성상도가 I 축과 Q 축에 대하여 대칭이어야 할 수 있다. 예를 들어, s_i 가 성상도의 한 성상도 포인트라면, $\text{conj}(s_i)$, $-\text{conj}(s_i)$, 그리고 $-s_i$ 도 그 성상도의 성상도 포인트여야 할 수 있다.

- [0684] 제한#4-1 과 제한#4-2 는, 동시에 만족되지 않을 수도 있다. IQ-벨런스드 매핑을 위해서는 제한#4-1 이 만족되어야 하고, IQ-시메트릭 매핑을 위해서는 제한#4-2 가 만족되어야 할 수 있다. IQ-벨런스드 매핑이면서, IQ-시메트릭 매핑이 되기 위해서는 두 제한을 동시에 모두 만족시켜야 한다.
- [0685] IQ-벨런스드/IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 따라, 비균등하게 분포된 성상도 포인트들을 가진 성상도를 만드는 방법을 설명한다.
- [0686] 본 발명에서, 최적의 캐패시터를 제공하는 성상도를 찾기 위하여, 2차원 복소평면의 성상도 포인트들이 이동될 수 있다. 성상도 포인트들을 이동시켜가면서 BICM 캐패시터가 최적화되는 성상도를 찾을 수 있다.
- [0687] 하나, 하나의 성상도 포인트만이 이동되면 전술한 제한#1 및/또는 제한#2 가 만족되지 않을 수 있다. 따라서 하나의 성상도 포인트가 이동되면서 제한들이 만족되려면 다른 성상도 포인트 역시 동시에 이동되어야 할 수 있다. 여기서는 i 와 j 번째 성상도 포인트를 움직이도록 한다.
- [0688] 성상도 포인트를 이동시키기 전의 성상도가 IQ-벨런스드 매핑된 상태라고 가정한다. IQ-벨런싱을 유지하기 위하여, i 번째와 j 번째 페어(pair)에 대응되는 3개의 다른 성상도 포인트 페어들 또한 이동되어야 할 수 있다. 대응되는 3개의 다른 성상도 포인트 페어란, i 번째와 j 번째 성상도 포인트들의 90, 180, 270 도 회전한 성상도 포인트들을 의미할 수 있다. 즉, 성상도 포인트 8 개가 함께 이동되어야 할 수 있다.
- [0689] 이동되는 i 번째와 j 번째 성상도 포인트들을 $s_{0,i}$, $s_{0,j}$ 라 할 수 있고, 이에 대응되어 이동되는 성상도 포인트들을 $s_{k,i}$, $s_{k,j}$ 라 할 수 있다. 여기서 $k = 1, 2, 3$ 의 값을 가지며, 각각 90, 180, 270 도로 회전된 경우를 의미할 수 있다.
- [0690] 성상도 포인트 $s_{0,i}$, $s_{0,j}$ 에 대하여, 도식된 수식 (1), (2) 와 같이 a , b 를 정의할 수 있다. 여기서, 수식 (1), (2) 는 각각 전술한 제한#1, 제한#2 가, 성상도가 이동되는 동안에도 만족됨을 의미할 수 있다. 즉, a , b 는 고정된 상수 값일 수 있다. 또한, 도식된 수식 (3) 과 같이 $s_{0,i}$ 와 a 를 다시 쓴다면 수식 (4) 와 같이 쓸 수 있다. 이 전술한 수식들을 통하여 수식 (5) 가 유도될 수 있다. 수식 (5)로부터, 두 성상도 두 성상도 포인트들의 이동은 θ 라는 하나의 변수로 제어 가능함을 알 수 있다. 수식 (6) 과 같이 다른 성상도 포인트 페어들도, $s_{0,i}$, $s_{0,j}$ 에 의해 기술될 수 있으므로, 이동되는 모든 성상도 포인트들이 하나의 변수로 제어됨을 알 수 있다.
- [0691] IQ-벨런싱을 유지하면서 이동을 수행하기 때문에, 이동 후에도 성상도의 IQ-벨런싱 특성이 유지될 수 있다. 이와 같은 방법으로 IQ-벨런싱을 유지하며 최적의 캐패시터를 가지는 성상도를 찾을 수 있다. 성상도를 찾기 위하여 이동할 때, θ 를 잘게 쪼개서 각각의 θ 에 대해 BICM 캐패시터를 계산한 뒤에, BICM 캐패시터를 최대화 하는 θ 를 찾는 방법을 사용할 수 있다. 이러한 과정을 통해 총 4개의 세트의 s_i 와 s_j 를 업데이트해 나갈 수 있다.
- [0692] 비균등하게 분포된 성상도 포인트들을 가진 성상도를 만드는 구체적인 단계들을 설명한다. 각 단계들은 생략될 수도 있으며, 다른 단계에 의해 대체되거나, 각 단계의 순서가 바뀔 수도 있다. 이 단계들은 본 발명의 사상을 설명하기 위함이며, 본 발명이 각 단계에 의해 구성되는 것으로 한정되지 아니한다.
- [0693] 먼저, 초기 성상도를 설정할 수 있다. 이 초기 성상도는 IQ-벨런스드 또는 IQ-시메트릭 성상도일 수 있다. 예를 들어, 초기 성상도는 유니폼 QAM, 논 유니폼 QAM, 논 유니폼 성상도(NUC)일 수 있다. 여기서 NUC 는 전술한 본 발명에 따른 NUC 일 수 있다.
- [0694] 초기 성상도 중에서, 성상도 포인트 두 개가 랜덤하고 유니폼하게 선정될 수 있다($s_{0,i}$, $s_{0,j}$). 여기서 두 성상도 포인트는 다른 성상도 포인트여야 한다. 이 성상도 포인트 두 개는 1 사분면에서 선정될 수 있다.
- [0695] 성상도 포인트 두개가 선정되면 나머지, 2, 3, 4 분면의 성상도 포인트들도 자연스럽게 선택될 수 있다. 따라서 총 8 개의 성상도 포인트들이 선택될 수 있다. 초기 성상도가 IQ-벨런스드 인 경우에는, 각 선택된 성상도는 $e^{jk\pi/2} \cdot s_{0,i}$ 로 표현될 수 있다. 여기서, $k=0, 1, 2, 3$ 의 값을 가지며, i 는 j 로 치환될 수 있다. 초기 성상도가 IQ-시메트릭인 경우, 각 선택된 성상도는 $\text{conj}(s_{0,i})$, $-\text{conj}(s_{0,i})$, $-s_{0,i}$ 로 표현될 수 있다. 마찬가지로, i 는 j 로 치환될 수 있다. 전술한 바와 같이, 초기 성상도가 IQ-벨런스드 또는 IQ-시메트릭인 경우 각 성상도의 평균은 0 일 수 있다.
- [0696] 그 후, $|s_{0,i}|^2 + |s_{0,j}|^2$ 와, BICM 캐패시터를 계산할 수 있다. 이 BICM 캐패시터가 최대가 되도록 각 성상도 포인트

트들을 이동할 수 있다. 최적의 성상도 위치를 찾는 방법에는 두 가지가 있을 수 있다.

- [0697] 첫번째 방법은, Δ_i 를 활용하는 것이다. $s_{0,i}$ 를 수직 또는 수평으로 $\pm\Delta_i$ 만큼 이동시킬 수 있다. 이에 따라, $s_{0,j}$ 역시, 수직 또는 수평으로 $\pm\Delta_j$ 만큼 이동되어야 할 수 있다. 여기서, Δ_j 는 Δ_i 와 $|s_{0,i}|^2 + |s_{0,j}|^2$ 를 이용하여 결정될 수 있다. 따라서, 총 4가지 케이스, $(+\Delta_i, +\Delta_j)$, $(+\Delta_i, -\Delta_j)$, $(-\Delta_i, +\Delta_j)$, $(-\Delta_i, -\Delta_j)$ 의 이동이 있을 수 있다. 이 방법은 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑에 사용될 수 있다.
- [0698] 두번째 방법은, θ 를 활용하는 것이다. 전술한 것과 같이 θ 에 의해 성상도들의 이동이 제어될 수 있다. 따라서, 적절히 작은 크기의 각도만큼 θ 를 변경시켜 가면서, 최적의 캐패시티를 갖는 성상도 위치를 찾아낼 수 있다. 여기서, 적절히 작은 크기의 각도는 실시예에 따라 1 도 일 수 있다. 또한, 각도의 범위는 0-360 도 일 수 있다. 또한, 각도의 범위에는 $s_{0,i} -a/2$ 와 $s_{0,j} -a/2$ 가 포함될 수 있다. 최적의 캐패시티가 서칭 범위내에 있도록 하기 위해서이다. 즉, 서칭 프로세스 중간에 캐패시티가 오히려 감소할 수 있는 여지를 차단시키기 위함이다. 이 방법은 IQ-밸런스드 논 유니폼 성상도 매핑에 사용될 수 있다.
- [0699] 전술한 두 가지 방법에 의해 성상도들을 이동시켜 가면서, 각 성상도 위치에 대해 BICM 캐패시티를 계산할 수 있다. 이동시킨 성상도에 의한 BICM 캐패시티가, 처음 계산한 BICM 캐패시티보다 큰 경우, 그 성상도로 $s_{0,i}$ 와 $s_{0,j}$ 를 업데이트할 수 있다.
- [0700] 이 후, Δ_i 와 θ 를 감소시켜가며 계속해서 성상도를 찾을 수 있다. 두 파라미터가 충분히 작아지면 다시 초기 성상도 중 다른 두 개의 성상도 포인트를 선정할 수 있다. 그리고, 전술한 과정을 거쳐 새로 선정한 성상도 포인트들에 대한 최적의 위치를 찾을 수 있다.
- [0701] 전체 BICM 캐패시티가 수렴하면, 알고리즘을 멈추고 최종 성상도 세트를 얻을 수 있다. 여기서, 캐패시티가 수렴한다는 것은 큰 BICM 캐패시티 증가가 위의 알고리즘으로 발생하지 않는 경우를 의미할 수 있다. BICM 캐패시티의 수렴을 체크하는 것은 매번 s_i 와 s_j 가 바뀔때마다 할 수도 있고, 모든 M개의 성상도 포인트들을 다 한번씩 체크한뒤에 할 수도 있다.
- [0702] 실시예에 따라, 전술한 모든 시드(seed) 성상도에 대하여 위의 알고리즘을 수행한 뒤, 가장 좋은 성능을 가지는 성상도를 선택할 수 있다. 시드 성상도, 즉 초기 성상도는 유니폼 QAM, 논 유니폼 QAM, 논 유니폼 성상도(NUC) 일 수 있다. 예를 들어, SNR 10dB 에서의 NUC-64 를, QAM, NUQ, NUC 로부터 알고리즘을 수행하려 얻을 수 있다. 실시예에 따라 9.5dB 나 10.5dB 에서 전술한 알고리즘을 통해 얻은 성상도를 시드 성상도로 삼아 알고리즘을 수행할 수도 있다.
- [0703] 도 92 는 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 성상도 매핑방법에 의한 SNR 18 dB 에서의 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0704] 본 실시예는, 평균파워가 1인 유니폼-64QAM을 시드 성상도로 삼았고, θ 를 통해 성상도를 찾는 방법을 사용했다. 각도의 증가분은 1도로 했으며 모든 M개의 성상도 포인트들을 s_i 와 s_j 가 한번씩 업데이트한 뒤에 캐패시티 수렴체크를 했다. 수렴체크는 BICM 캐패시티가 $1.0e-5$ 이상 증가하지 않는지 여부를 봄으로써 수행하였다. 본 성상도는 IQ-밸런스드된 상태이며, $n\pi/2$ -시메트릭을 만족할 수 있다.
- [0705] 도 93 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-밸런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0706] 본 성상도의 오른 편에는, 성상도 포인트들의 좌표값이 표시되어 있다. 각 좌표들은 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0707] 도 94 는 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0708] 본 성상도의 오른 편에는, 성상도 포인트들의 좌표값이 표시되어 있다. 각 좌표들은 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.

- [0709] 도 95 는 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0710] 도 96 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.
- [0711] 도 97 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0712] 도 98 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0713] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0714] 상기 세 좌표 테이블들은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 세 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.
- [0715] 도 99 는 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0716] 도 100 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.
- [0717] 도 101 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0718] 도 102 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 10/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0719] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0720] 상기 세 좌표 테이블들은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 세 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.
- [0721] 도 103 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0722] 본 성상도의 오른 편에는, 성상도 포인트들의 좌표값이 표시되어 있다. 각 좌표들은 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0723] 도 104 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0724] 본 성상도의 오른 편에는, 성상도 포인트들의 좌표값이 표시되어 있다. 각 좌표들은 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0725] 도 105 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0726] 도 106 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.
- [0727] 도 107 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0728] 도 108 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0729] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0730] 상기 세 좌표 테이블들은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 세 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.

- [0731] 도 109 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0732] 도 110 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.
- [0733] 도 111 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0734] 도 112 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 11/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0735] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0736] 상기 세 좌표 테이블들은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 세 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.
- [0737] 도 113 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0738] 본 성상도의 오른 편에는, 성상도 포인트들의 좌표값이 표시되어 있다. 각 좌표들은 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0739] 도 114 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0740] 본 성상도의 오른 편에는, 성상도 포인트들의 좌표값이 표시되어 있다. 각 좌표들은 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0741] 도 115 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0742] 도 116 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.
- [0743] 도 117 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0744] 도 118 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0745] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0746] 상기 세 좌표 테이블들은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 세 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.
- [0747] 도 119 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0748] 도 120 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.
- [0749] 도 121 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0750] 도 122 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 12/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0751] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0752] 상기 세 좌표 테이블들은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 세 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.

- [0753] 도 123 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0754] 본 성상도의 오른 편에는, 성상도 포인트들의 좌표값이 표시되어 있다. 각 좌표들은 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0755] 도 124 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 64 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0756] 본 성상도의 오른 편에는, 성상도 포인트들의 좌표값이 표시되어 있다. 각 좌표들은 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0757] 도 125 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0758] 도 126 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.
- [0759] 도 127 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0760] 도 128 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-벨런스드 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0761] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0762] 상기 세 좌표 테이블들은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 세 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.
- [0763] 도 129 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도를 도시한 도면이다.
- [0764] 도 130 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 일부이다.
- [0765] 도 131 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 다른 일부이다.
- [0766] 도 132 은 본 발명의 일 실시예에 따른 IQ-시메트릭 논 유니폼 성상도 매핑 방법에 의한, 13/15 코드레이트의 256 NUC 의 성상도의 좌표값들을 도시한 도면의 또 다른 일부이다.
- [0767] 본 좌표들은, 각 비트값들이 할당되는 성상도 포인트의 좌표를 표시한 것이다. 이 좌표들은 각 비트값들에 대하여, 그 좌표가 x, y 값으로 표현된 것일 수 있다.
- [0768] 상기 세 좌표 테이블들은 원래 하나의 테이블이나, 공간의 제약에 의해 세 개의 테이블로 나뉘어 도시되었다.
- [0769] 도 133은 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호 송신 방법을 나타낸다.
- [0770] 방송 신호 송신 방법은 인풋 스트림들을 복수의 PLP들로 프로세싱하는 단계, 각 PLP의 데이터를 인코딩하는 단계, 적어도 하나의 프레임을 빌딩하는 단계 및/또는 OFDM 방법을 통해 데이터를 모듈레이팅하고 방송신호를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0771] 인풋 스트림들을 복수의 PLP들로 프로세싱하는 단계에서, 전송한 인풋 포매팅 모듈이 인풋 스트림들을 프로세싱할 수 있다. 인풋 포매팅 모듈은 인풋 스트림들을 PLP들의 BB (베이스밴드) 프레임들로 프로세싱할 수 있다. 인풋 포매팅 모듈은 인풋 스트림들을 PLP들로 디멀티플렉싱할 수 있다.
- [0772] PLP들의 데이터를 인코딩하는 단계에서, 전송한 코딩 & 모듈레이션 모듈은 각 PLP의 데이터를 인코딩할 수 있다. PLP는 DP로도 칭할 수 있다. 각 데이터 패스 (data path) 내의 데이터는 코드 레이트에 기초하여 인코딩될 수 있다. 이 단계는 LDPC (Low Density Parity Check) 인코딩하는 단계, 비트인터리빙하는 단계, 컨스텔레이션 매핑하는 단계, MIMO (Multi Input Multi Output) 인코딩하는 단계, 및/또는 타임 인터리빙하는 단계를 포함할 수 있다. LDPC 코드로 인코딩하는 단계는 LDPC 인코더에 의한 LDPC 인코딩에 대응할 수 있다. LDPC 인코더는

PLP들 내의 BB 프레임들을 LDPC 코드들로 인코딩할 수 있다. 비트 인터리빙하는 단계는 비트 인터리버에 의한 비트 인터리빙에 대응할 수 있다. 컨스텔레이션 매핑은 컨스텔레이션 매핑에 의해 수행되는 컨스텔레이션 매핑에 대응할 수 있다. MIMO 인코딩은 전술한 MIMO 인코더에 의해 수행되는 MIMO 인코딩을 칭할 수 있다. 타임 인터리빙은 타임 인터리버에 의한 타임 인터리빙에 대응할 수 있다.

- [0773] 적어도 하나의 신호 프레임을 빌딩하는 단계에서, 전술한 프레임 스트럭처 모듈은 PLP들의 인코딩된 데이터를 매핑하여 신호 프레임을 빌딩할 수 있다 .
- [0774] OFDM 방법으로 데이터를 모듈레이팅하고 방송 신호들을 전송하는 단계에서, 전술한 웨이브폼 제너레이션 모듈은 데이터를 OFDM 방법으로 모듈레이팅하고, 방송 신호들을 전송할 수 있다.
- [0775] 이 실시예에서, 각 PLP의 상기 비트 인터리빙된 데이터는 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), NUQ (Non Uniform QAM), 또는 NUC (Non Uniform Constellation) 중 하나를 이용하여 매핑될 수 있다. 이는 컨스텔레이션 매핑이 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), NUQ (Non Uniform QAM), 또는 NUC (Non Uniform Constellation) 모듈레이션 타입에 의해 수행될 수 있음을 의미한다. 각 PLP 패스(path)는 서로 다른 컨스텔레이션 매핑 모듈레이션을 사용될 수 있다. 예를 들어 한 PLP 패스에는 QAM이 이용될 수 있으며, 반면 다른 PLP 패스에는 NUC가 사용될 수 있다.
- [0776] 본 발명의 다른 실시예에 따른 방송 신호 전송 방법에서, 컨스텔레이션들은 컴플렉스 플레인의 인-페이즈 (in-phase) 축에 대칭되도록 배치되고, 또한 컴플렉스 플레인의 쿼드러처 (quadrature) 축에 대칭되도록 배치될 수 있다. 각 컨스텔레이션 포인트들은 컴플렉스 플레인의 I와 Q 축에 대해 대칭으로 배치될 수 있다.
- [0777] 본 발명의 다른 실시예에 따른 방송 신호 전송 방법에서, 컨스텔레이션 각각은 컴플렉스 플레인 내에서 90도의 배수로 회전된(rotated) 수 있고, 회전된 컨스텔레이션들은 오리지널 컨스텔레이션들과 오버랩될 수 있다.
- [0778] 본 발명의 다른 실시예에 따른 방송 신호 전송 방법에서, 비트 인터리빙된 데이터가 NUC를 이용하여 매핑될 때, 컨스텔레이션들의 세트는 임의의(arbitrary) 모양을 가질 수 있다. NUC의 컨스텔레이션은 임의의 모양을 가질 수 있다. NUC의 컨스텔레이션은 컨센트릭 서클 (concentric circle) 모양을 가질 수 있다.
- [0779] 본 발명의 다른 실시예에 따른 방송 신호 전송 방법에서, 비트 인터리빙된 데이터가 NUC를 이용하여 매핑되고, 컨스텔레이션들의 수가 64이고, 코드 레이트가 6/15일 때, 컨스텔레이션은 도 66과 같이 배치될 수 있다.
- [0780] 본 발명의 다른 실시예에 따른 방송 신호 전송 방법에서, 각 컨스텔레이션들의 리얼 컴포넌트 (실수부) 및 이미지너리 컴포넌트 (허수부)는 다음의 표와 같이 표현될 수 있다.
- [0781] 여기서 컨스텔레이션은 첫번째 컬럼에 리스팅되고, 리얼 컴포넌트들의 값들은 두번째 컬럼에 리스팅되고, 이미지너리 컴포넌트들의 값들은 세번째 컬럼에 리스팅되었다.
- [0782] 본 발명의 다른 실시예에 따른 방송 신호 전송 방법에서, 관련된 PLP에 의해 사용된 컨스텔레이션의 세트는 신호 프레임 내의 PLP 모듈레이션 파라미터에 의해 시그널링될 수 있다. PLP 모듈레이션 파라미터는 전술한 PLS1 또는 PLS2에 포함될 수 있다.
- [0783] 상술한 스텝들은 디자인에 따라 유사하거나 동일한 기능을 수행하는 스텝들에 의해 대체되거나 생략될 수 있다.
- [0784] 도 134는 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호를 수신하는 방법을 나타낸 도면이다. 방송 신호 수신 방법은 방송 신호들을 수신하고, 데이터를 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방법을 이용하여 디모듈레이팅하는 단계, 적어도 하나의 신호 프레임을 파싱하는 단계, 각 PLP의 데이터를 디코딩하는 단계 및/또는 아웃풋 스트림들을 출력하기 위해 각 PLP의 디코딩된 데이터를 프로세싱하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0785] 방송 신호들을 수신하고, 데이터를 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방법을 이용하여 디모듈레이팅하는 단계에서 전술한 싱크로나이제이션 & 디모듈레이션 모듈은 방송 신호들을 수신하고, OFDM 방법에 의해 데이터를 디모듈레이팅할 수 있다.
- [0786] 적어도 하나의 신호 프레임을 파싱하는 단계에서 전술한 프레임 파싱 모듈은 PLP들의 데이터를 디매핑하여 신호 프레임을 파싱할 수 있다.
- [0787] 각 PLP의 데이터를 디코딩하는 단계에서 전술한 디매핑 & 디코딩 모듈은 PLP 데이터를 디코딩할 수 있다. PLP의 데이터를 디코딩하는 단계는, 적어도 하나의 PLP의 데이터를 타임 디인터리빙하는 단계, 타임 디인터리빙된 상기 PLP의 데이터를 MIMO (Multi Input Multi Output) 디코딩하는 단계, MIMO 디코딩된 데이터를 상기 코드 레

이트에 따라 컨스텔레이션들의 세트로부터 디매핑하는 단계, 디매핑된 데이터를 비트 디인터리빙하는 단계, 및 상기 비트 디인터리빙된 데이터를 LDPC (Low Density Parity Check) 코드로 디코딩하는 단계를 포함할 수 있다.

[0788] 타임 디인터리빙하는 단계에서, 전술한 타임 디인터리버는 PLP 데이터를 타임 디인터리빙할 수 있다. MIMO 디코딩 단계에서, 전술한 MIMO 디코더는 PLP data에 대한 MIMO 디코딩을 수행할 수 있다. MIMO 코이피션트 (coefficient)는 파워 임밸런스(imbalance)를 어드저스팅(adjusting)하기 위해 사용될 수 있다. 컨스텔레이션들로부터 디매핑하는 단계에서 전술한 컨스텔레이션 디매퍼는 디매핑을 수행할 수 있다. 디매핑은 PLP 데이터에 대해 수행될 수 있다. 비트 디인터리빙 단계에서, 전술한 비트 디인터리버는 비트 디인터리빙을 수행할 수 있다. LDPC 디코딩 스텝에서 전술한 LDPC 디코더 또는 FEC 디코더는 BB 프레임들을 출력하기 위해 LDPC 코드에 따라 PLP 데이터를 디코딩할 수 있다.

[0789] 아웃풋 스트림들을 출력하기 위해 각 PLP의 디코딩된 데이터를 프로세싱하는 단계에서, 전술한 아웃풋 프로세서는 PLP들의 BB 프레임들에 대해 아웃풋 프로세싱을 수행할 수 있다. 아웃풋 프로세서는 아웃풋 스트림들을 출력할 수 있다.

[0790] 이 실시예에서, 각 PLP의 MIMO 디코딩된 데이터들은 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), NUQ (Non Uniform QAM), 또는 NUC (Non Uniform Constellation) 중 하나를 이용하여 디매핑될 수 있다. 이는 컨스텔레이션 디매핑이 QAM (Quadrature Amplitude Modulation), NUQ (Non Uniform QAM), 또는 NUC (Non Uniform Constellation) 모듈레이션 타입에 의해 수행될 수 있음을 의미한다. 각 PLP 패스(path)는 서로 다른 컨스텔레이션 디매핑 모듈레이션을 사용될 수 있다. 예를 들어 한 PLP 패스에는 QAM이 이용될 수 있으며, 반면 다른 PLP 패스에는 NUC가 사용될 수 있다.

[0791] 본 발명의 다른 실시예에 따른 방송 신호 전송 방법에서, 컨스텔레이션들은 컴플렉스 플레인의 인-페이즈 (in-phase) 축에 대칭되도록 배치되고, 또한 컴플렉스 플레인의 쿼드러처 (quadrature) 축에 대칭되도록 배치될 수 있다. 각 컨스텔레이션 포인트들은 컴플렉스 플레인의 I와 Q 축에 대해 대칭으로 배치될 수 있다.

[0792] 본 발명의 다른 실시예에 따른 방송 신호 전송 방법에서, 컨스텔레이션 각각은 컴플렉스 플레인 내에서 90도의 배수로 회전될(rotated) 수 있고, 회전된 컨스텔레이션들은 오리지널 컨스텔레이션들과 오버랩될 수 있다.

[0793] 본 발명의 다른 실시예에 따른 방송 신호 전송 방법에서, MIMO 디코딩된 데이터가 NUC를 이용하여 디매핑될 때, 컨스텔레이션들의 세트는 임의의(arbitrary) 모양을 가질 수 있다. NUC의 컨스텔레이션은 임의의 모양을 가질 수 있다. NUC의 컨스텔레이션은 컨센트릭 서클 (concentric circle) 모양을 가질 수 있다.

[0794] 본 발명의 다른 실시예에 따른 방송 신호 전송 방법에서, MIMO 디코딩된 데이터가 NUC를 이용하여 디매핑되고, 컨스텔레이션들의 수가 64이고, 코드 레이트가 6/15일 때, 컨스텔레이션은 도 66과 같이 배치될 수 있다.

[0795] 본 발명의 다른 실시예에 따른 방송 신호 전송 방법에서, 각 컨스텔레이션들의 리얼 컴포넌트 (실수부) 및 이미지너리 컴포넌트 (허수부)는 다음의 표와 같이 표현될 수 있다.

[0796] 여기서 컨스텔레이션은 첫번째 컬럼에 리스팅되고, 리얼 컴포넌트들의 값들은 두번째 컬럼에 리스팅되고, 이미지너리 컴포넌트들의 값들은 세번째 컬럼에 리스팅되었다.

[0797] 본 발명의 다른 실시예에 따른 방송 신호 전송 방법에서, 관련된 PLP에 의해 사용된 컨스텔레이션의 세트는 신호 프레임 내의 PLP 모듈레이션 파라미터에 의해 시그널링될 수 있다. PLP 모듈레이션 파라미터는 전술한 PLS1 또는 PLS2에 포함될 수 있다.

[0798] 상술한 스텝들은 디자인에 따라 유사하거나 동일한 기능을 수행하는 스텝들에 의해 대체되거나 생략될 수 있다.

[0799] 본 발명의 설명은 명료화를 위해 첨부된 도면의 각각을 참조하여 설명하지만, 첨부된 도면에 도시된 실시예를 서로 병합함으로써 새로운 실시예(들)를 설계할 수 있다. 상기 설명에서 언급된 실시예를 실행하는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독가능 기록 매체가 당업자의 필요에 따라 설계되면, 이는 첨부된 청구 범위 및 그 동등물의 범위에 속할 수 있다.

[0800] 본 발명에 따른 장치 및 방법은 상기 설명에서 언급된 실시예들의 구성들 및 방법들에 의해 제한되지 않는다. 상기 설명에서 언급된 실시예는 전체적으로 또는 부분적으로 서로 선택적으로 결합되는 방식으로 구성되어 다양한 변형이 가능하다.

[0801] 또한, 본 발명에 따른 방법은 네트워크 장치에 제공되는 프로세서 판독가능 기록 매체에서 프로세서 판독가능 코드로 구현될 수 있다. 프로세서 판독가능 매체는 프로세서에 의해 판독가능한 데이터를 저장할 수 있는 모든

종류의 기록 장치를 포함할 수 있다. 프로세서 판독가능 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한, 인터넷을 통한 전송 등과 같은 캐리어 웨이브의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한, 프로세서 판독가능 기록 매체는 네트워크를 통해 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 프로세서 판독가능 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

[0802] 당업자는 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 본 발명의 다양한 변형 및 변경이 가능함을 인식할 것이다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구범위 및 그 동등물의 범위 내에서 제공되는 본 발명의 변형 및 변경을 커버한다.

[0803] 장치 및 방법 발명이 본 명세서에 언급되었으며, 이들 장치 및 방법 발명의 설명은 서로 상호보완적으로 적용될 수 있다.

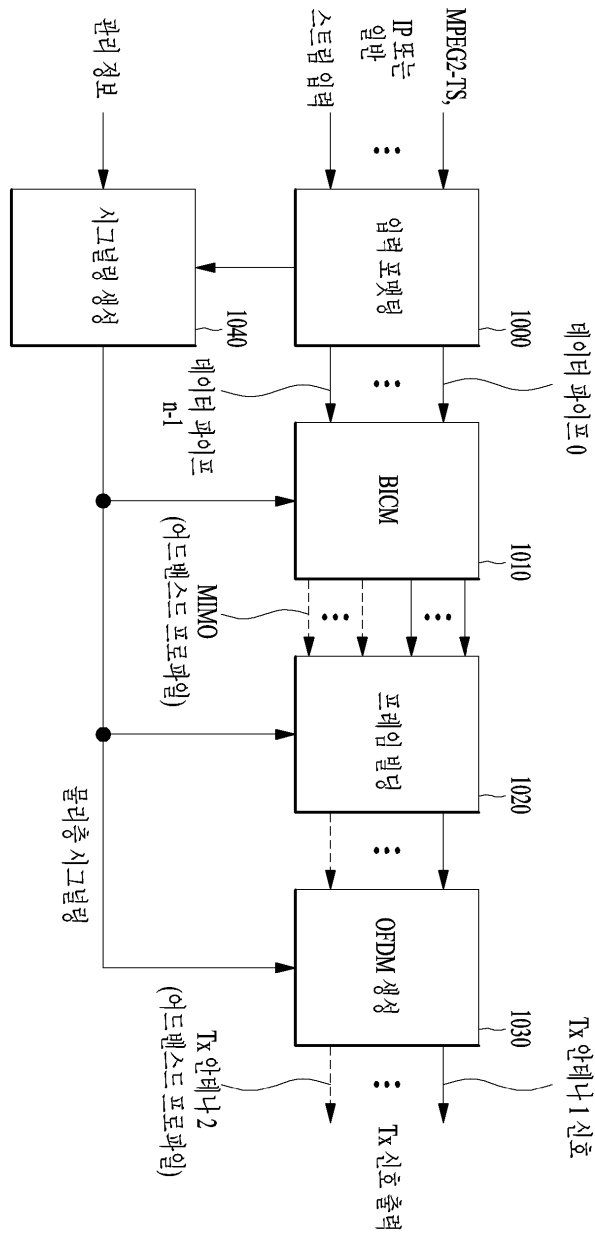
[0804] 다양한 실시예가 본 발명을 수행하는 최상의 모드로 기재되었다.

[0805] 본 발명은 방송 신호 제공 필드에서 유용하다.

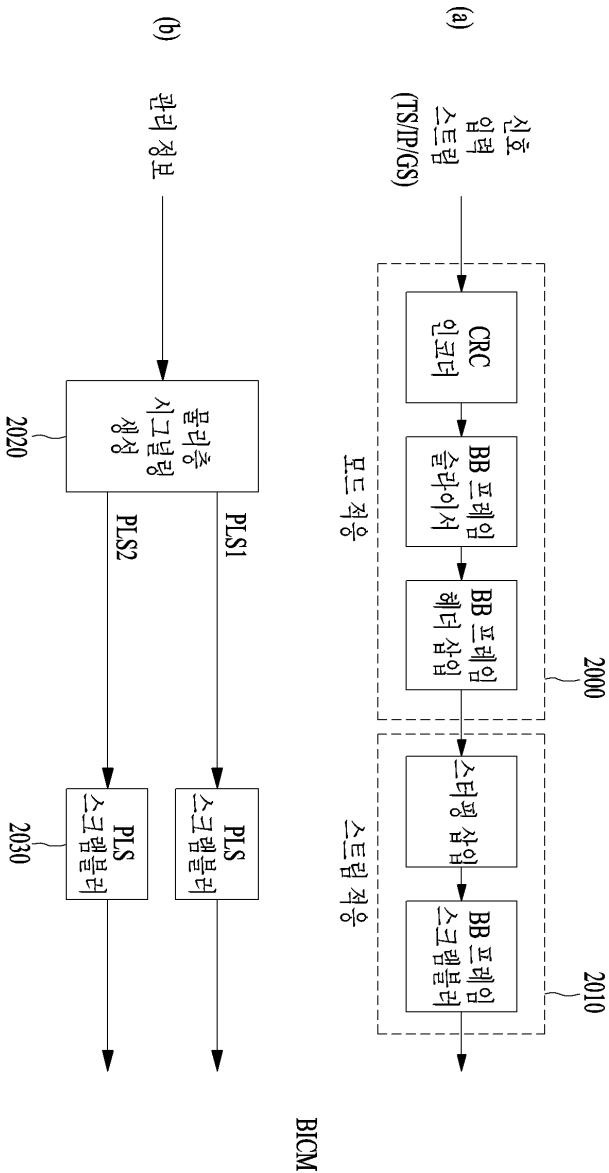
[0806] 본 발명의 사상 또는 범위를 벗어나지 않고 본 발명의 다양한 변형과 변경이 가능하다는 것은 당업자에게 자명하다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구범위 및 그 동등물의 범위 내에서 제공되는 본 발명의 모든 변형과 변경을 커버하는 것으로 의도된다.

도면

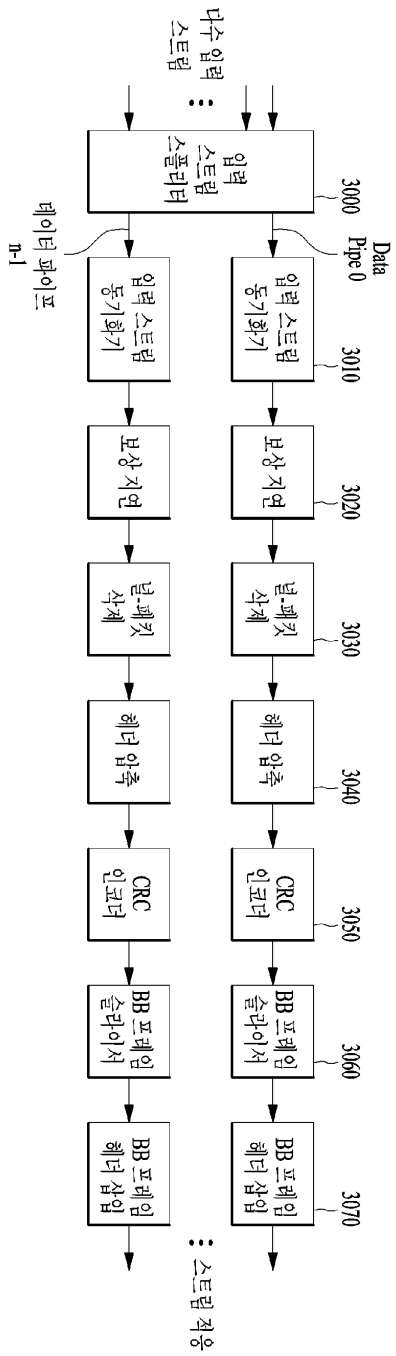
도면1



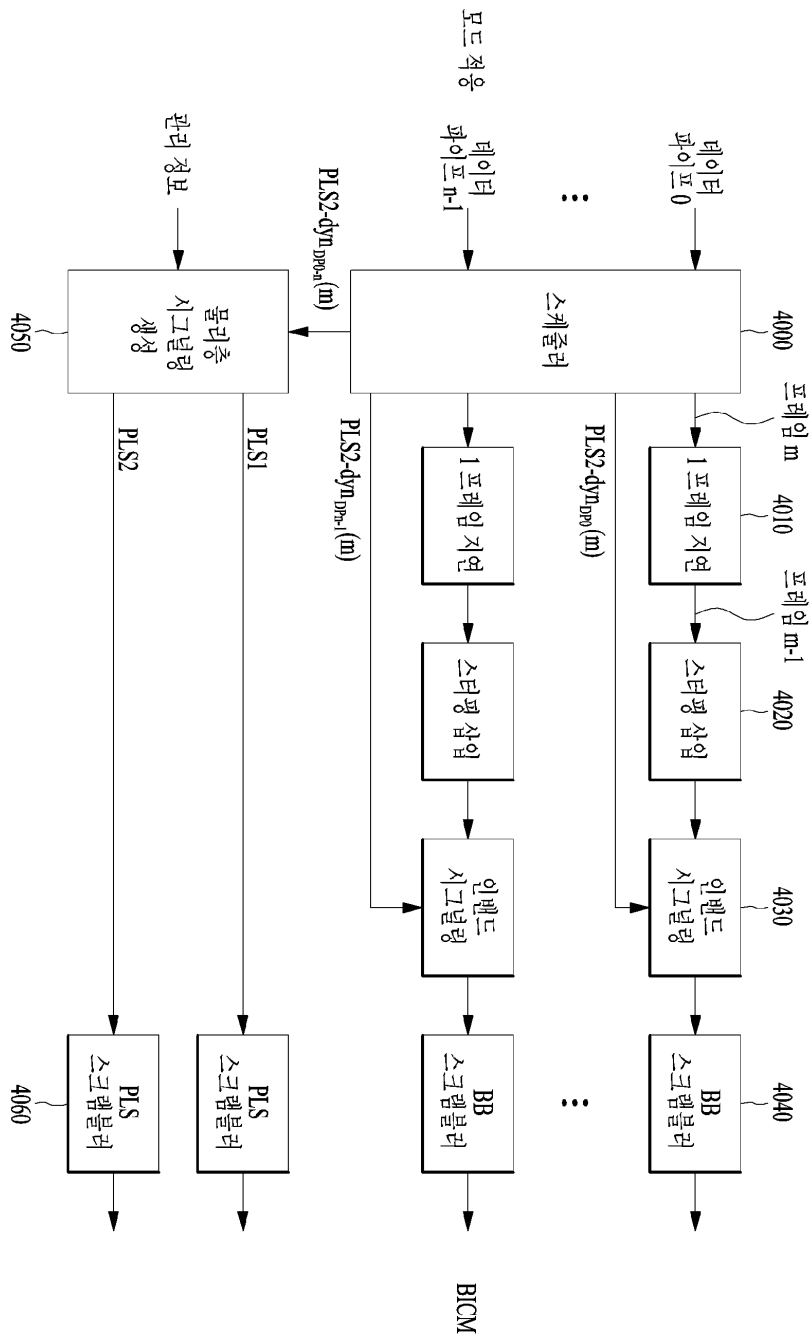
도면2



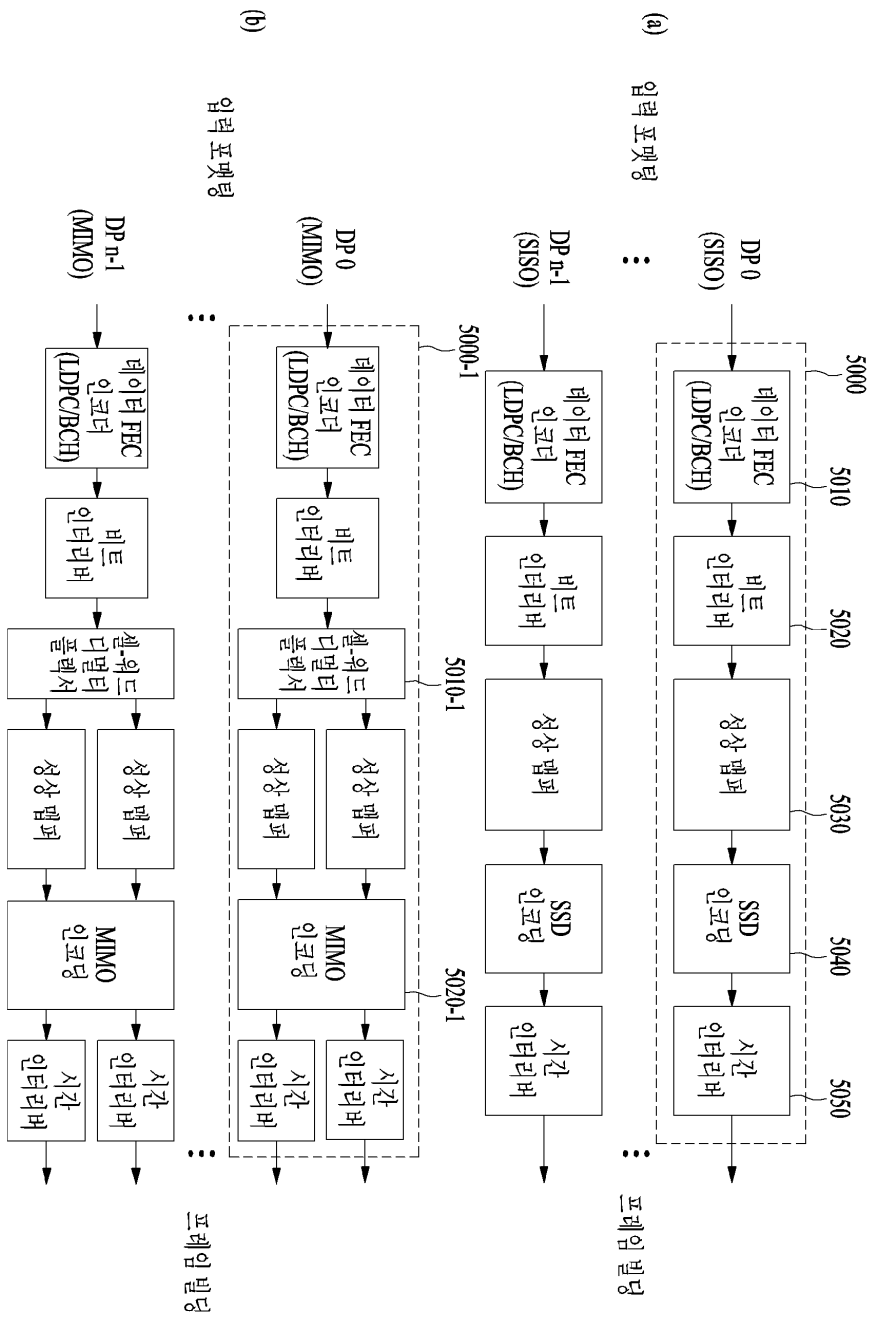
도면3



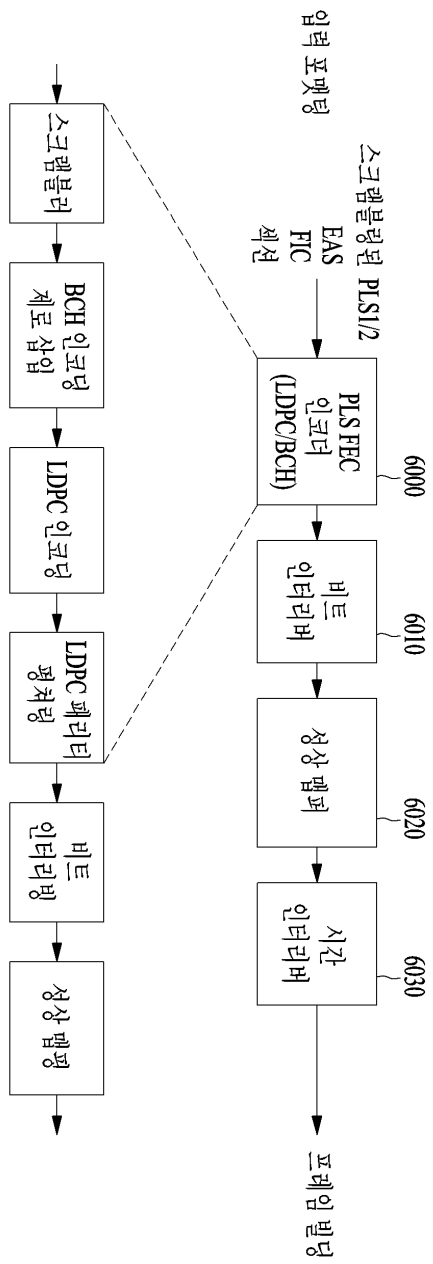
도면4



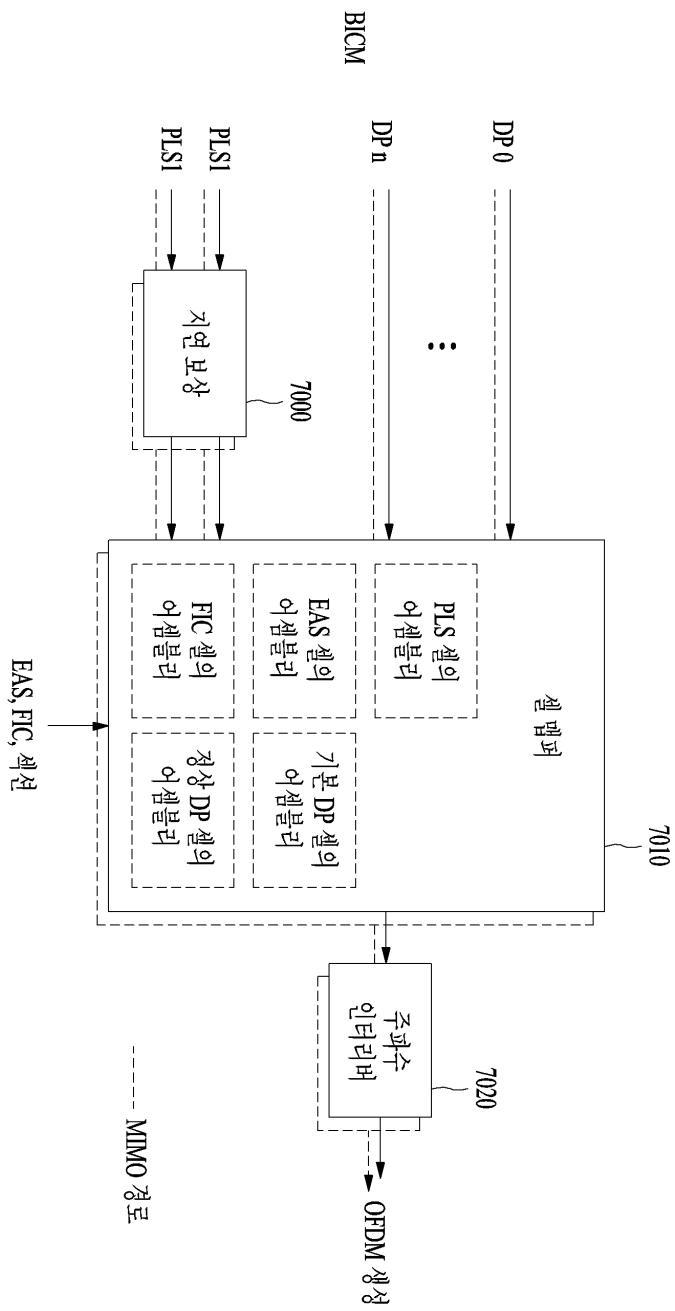
도면5



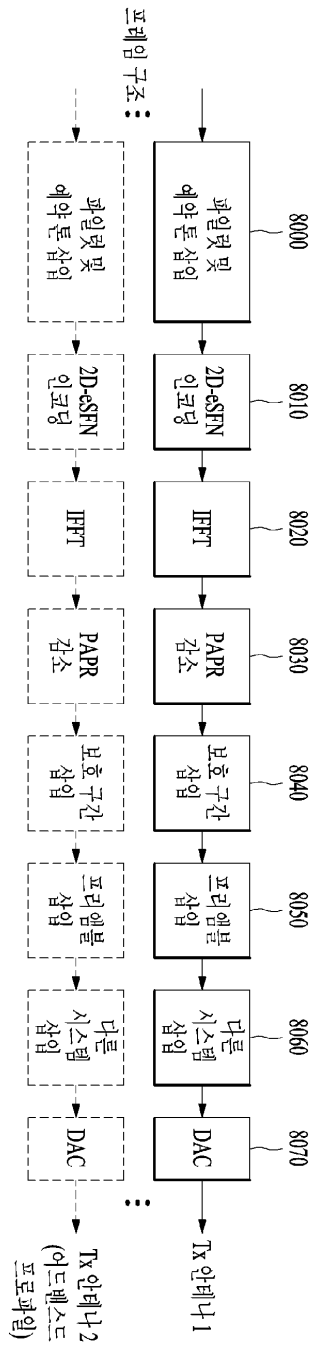
도면6



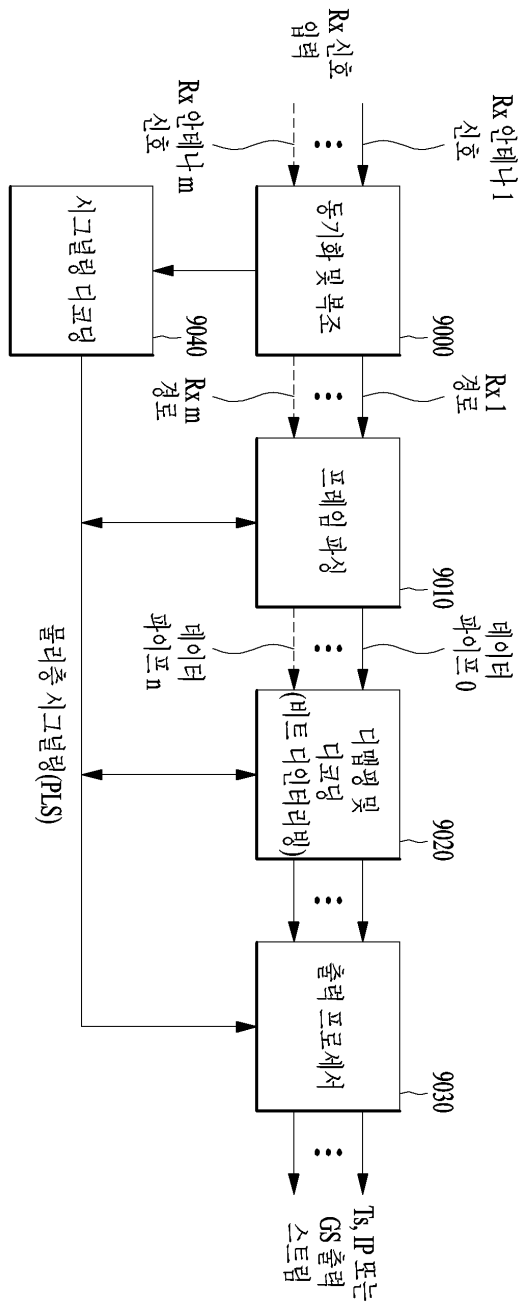
도면7



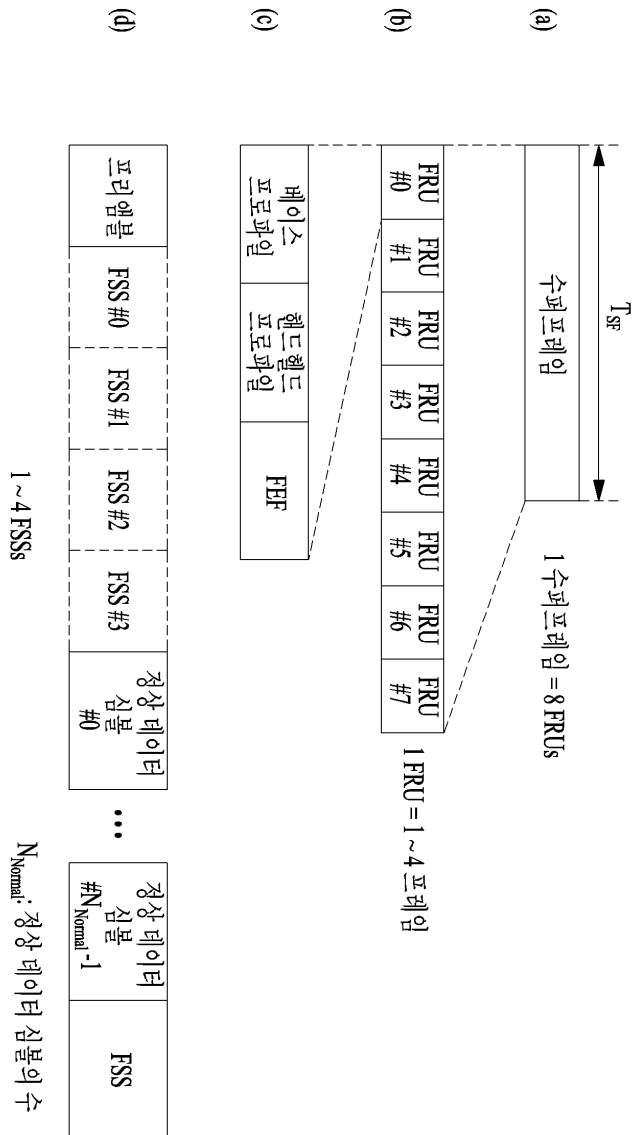
도면8



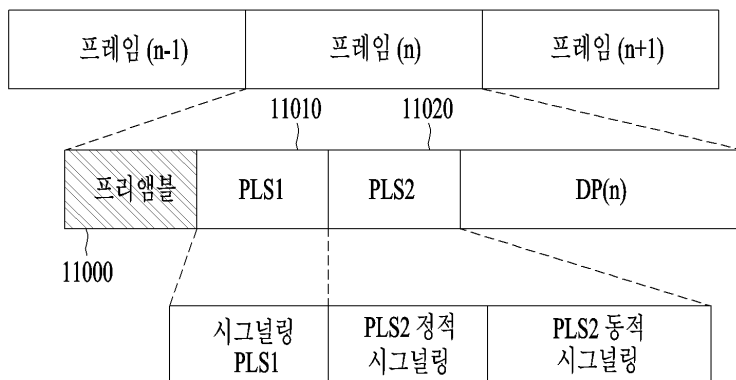
도면9



도면10



도면11



도면12

내용	비트
PHY_PROFILE	3
FFT_SIZE	2
GI_FRACTION	3
EAC_FLAG	1
PILOT_MODE	1
PAPR_FLAG	1
FRU_CONFIGURE	3
RESERVED	7

도면13

내용	비트
PREAMBLE_DATA	20
NUM_FRAME_FRU	2
PAYLOAD_TYPE	3
NUM_FSS	2
SYSTEM_VERSION	8
CELL_ID	16
NETWORK_ID	16
SYSTEM_ID	16
for i = 0:3	
FRU_PHY_PROFILE	3
FRU_FRAME_LENGTH	2
FRU_GI_FRACTION	3
RESERVED	4
end	
PLS2_FEC_TYPE	2
PLS2_MOD	3
PLS2_SIZE_CELL	15
PLS2_STAT_SIZE_BIT	14
PLS2_SYN_SIZE_BIT	14
PLS2_REP_FLAG	1
PLS2_REP_SIZE_CELL	15
PLS2_NEXT_FEC_TYPE	2
PLS2_NEXT_MODE	3
PLS2_NEXT_REP_FLAG	1
PLS2_NEXT_REP_SIZE_CELL	15
PLS2_NEXT_REP_STAT_SIZE_BIT	14
PLS2_NEXT_REP_DYN_SIZE_BIT	14
PLS2_AP_MODE	2
PLS2_AP_SIZE_CELL	15
PLS2_NEXT_AP_MODE	2
PLS2_NEXT_AP_SIZE_CELL	15
RESERVED	32
CRC 32	32

도면14

내용	비트
FIC_FLAG	1
AUX_FLAG	1
NUM_DP	6
for i = 1: NUM_DP	
DP_ID	6
DP_TYPE	3
DP_GROUP_ID	8
BASE_DP_ID	6
DP_FEC_TYPE	2
DP_COD	4
DP_MOD	4
DP_SSD_FLAG	1
if PHY_PROFILE = '010'	
DP_MIMO	3
end	
DP_TI_TYPE	1
DP_TI_LENGTH	2
DP_TI_BYPASS	1
DP_FRAME_INTERVAL	2
DP_FIRST_FRAME_IDX	5
DP_NUM_BLOCK_MAX	10
DP_PAYLOAD_TYPE	2
DP_INBAND_MODE	2
DP_PROTOCOL_TYPE	2
DP_CRC_MODE	2
if DP_PAYLOAD_TYPE == TS('00')	
DNP_MODE	2
ISSY_MODE	2
HC_MODE_TS	2
if HC_MODE_TS == '01' or '10'	
PID	13
end	
if DP_PAYLOAD_TYPE == IP('01')	
HC_MODE_IP	2
end	
RESERVED	8
end	
if FIC_FLAG == 1	
FIC_VERSION	8
FIC_LENGTH_BYTE	13
RESERVED	8
end	
if AUX_FLAG == 1	
NUM_AUX	4
AUX_CONFIG_RFU	8
for i = 1: NUM_AUX	
AUX_STREAM_TYPE	4
AUX_PRIVATE_CONF	28
end	
end	

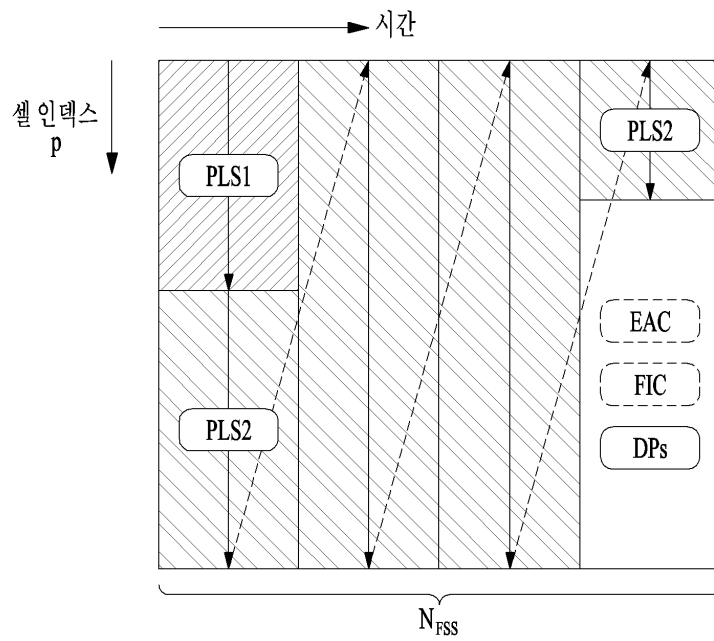
도면15

내용		비트
FRAME_INDEX		5
PLS_CHANGE_COUNTER		4
FIC_CHANGE_COUNTER		4
RESERVED		16
for i = 1: NUM_DP		
	DP_ID	6
	DP_START	15 (or13)
	DP_NUM_BLOCK	10
end	RESERVED	8
EAC_FLAG		1
EAS_WAKE_UP_VERSION_NUM		8
if EAC_FLAG == 1		
	EAC_LENGTH_BYTE	12
else		
	EAC_COUNTER	12
end		
for i=1:NUM_AUX		
	AUX_PRIVATE_DYN	48
end		
CRC 32		32

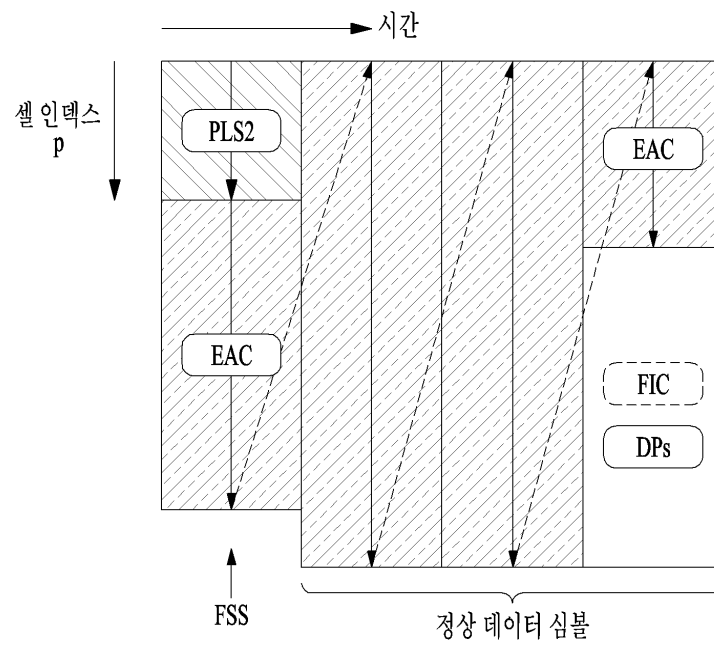
도면16

PLS1	PLS2	EAC	FIC	DPs	보조 스트림	비트
------	------	-----	-----	-----	--------	----

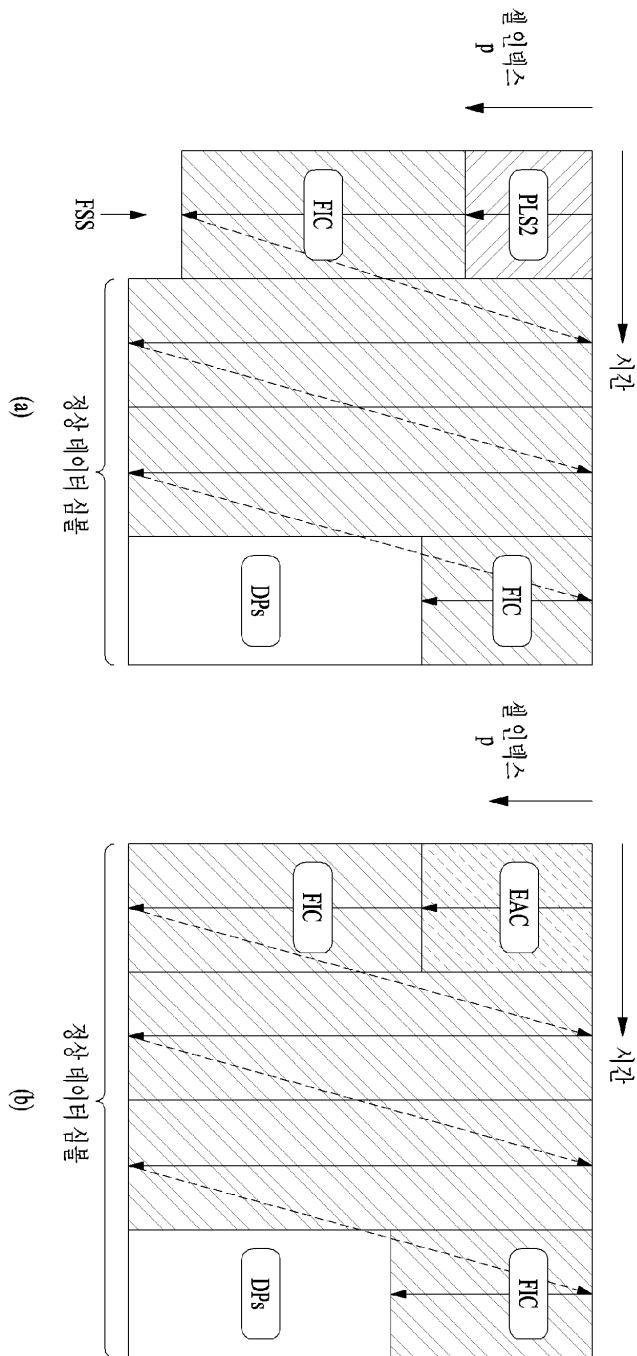
도면17



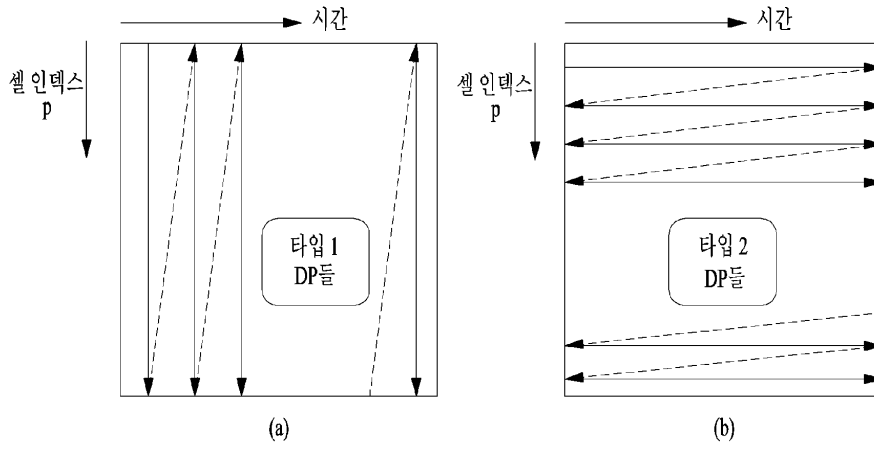
도면18



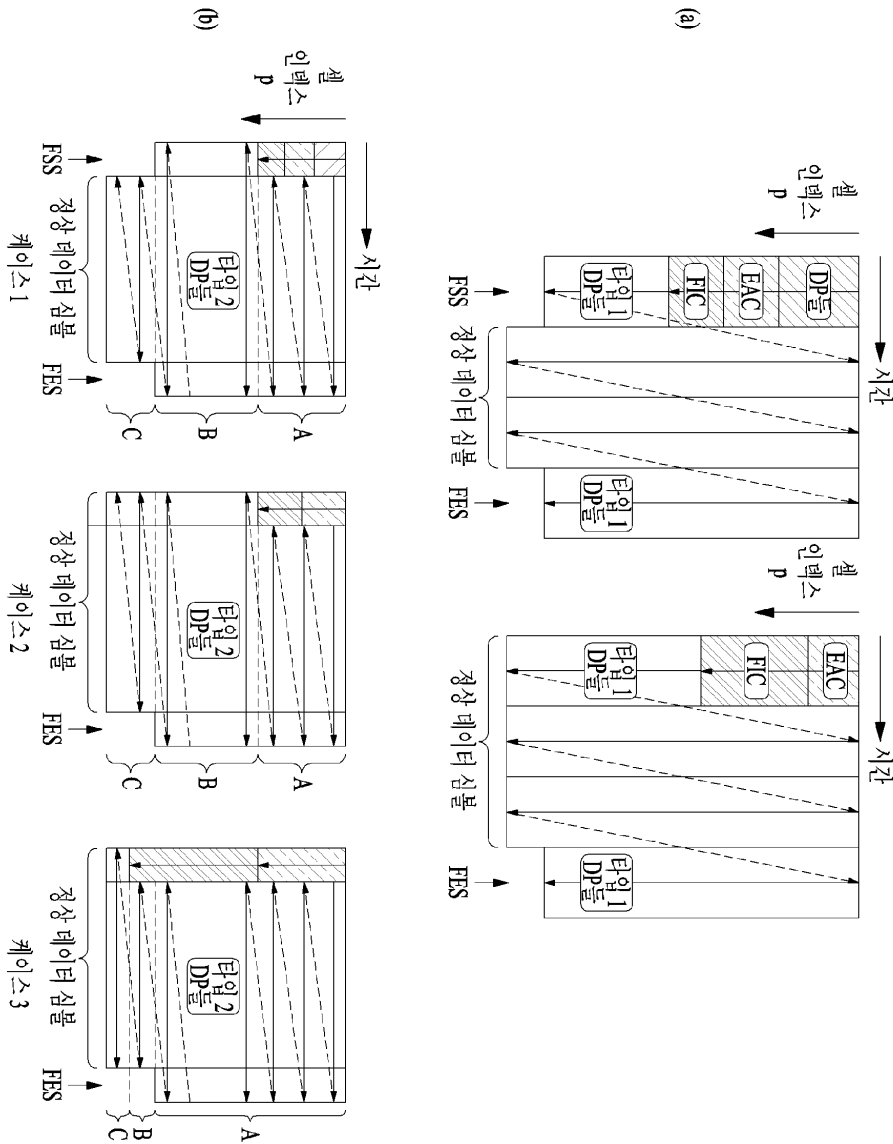
도면19



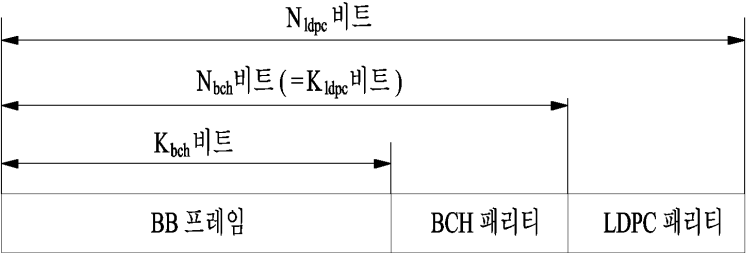
도면20



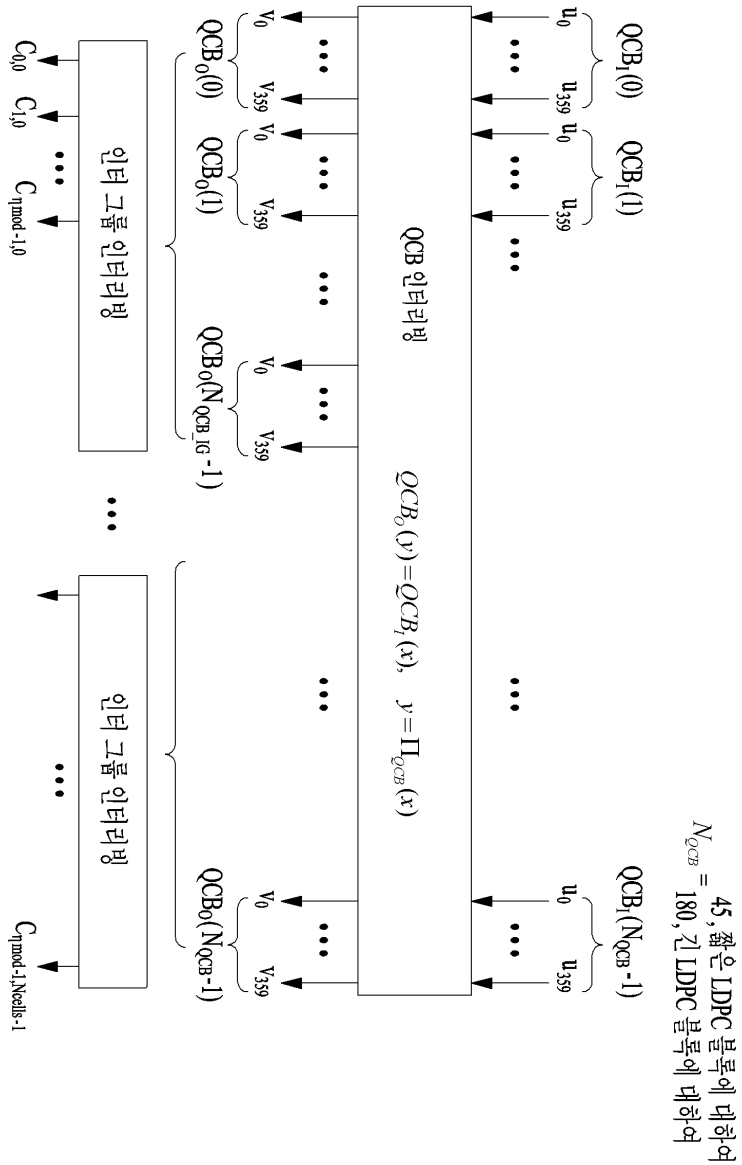
도면21

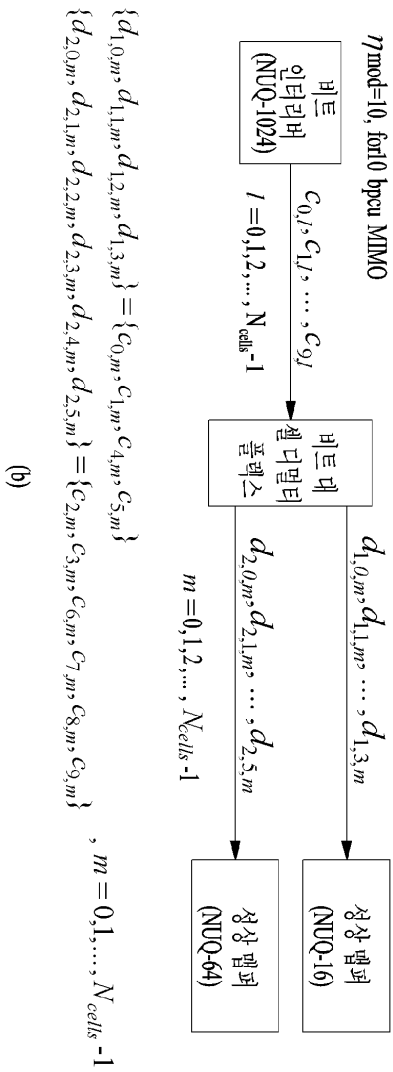
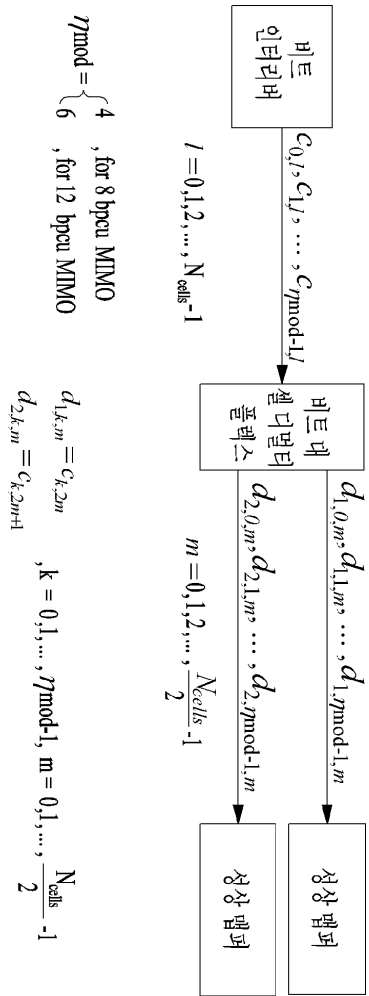


도면22



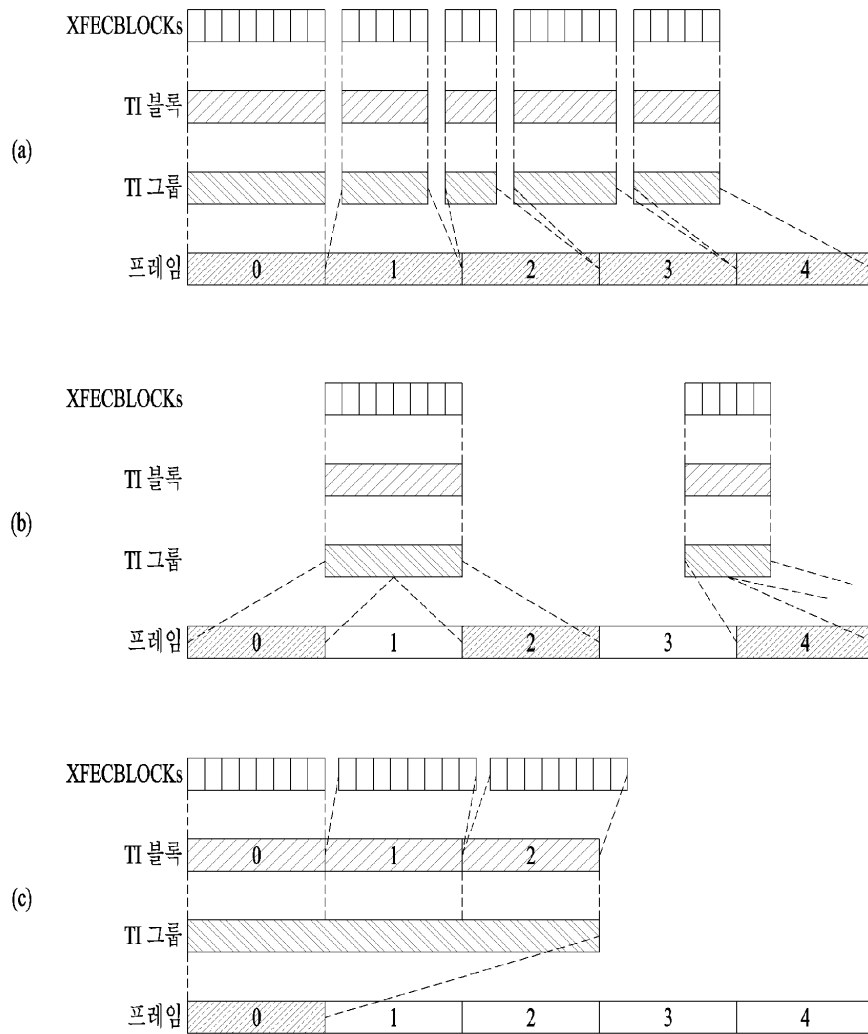
도면23



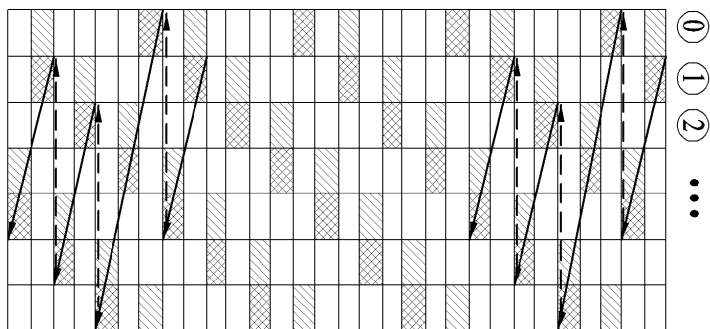
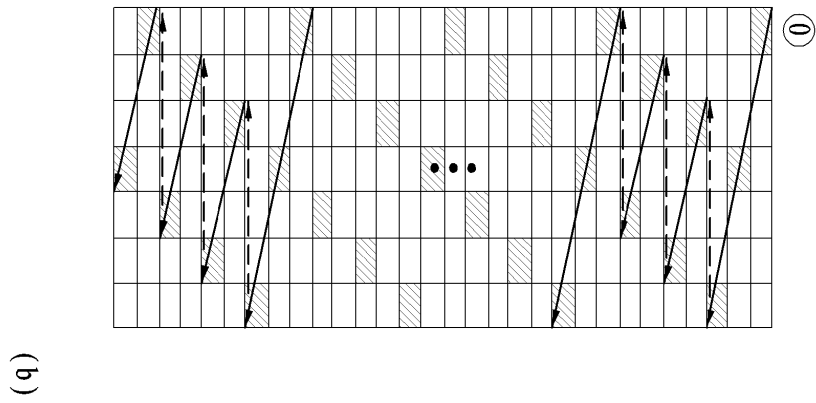
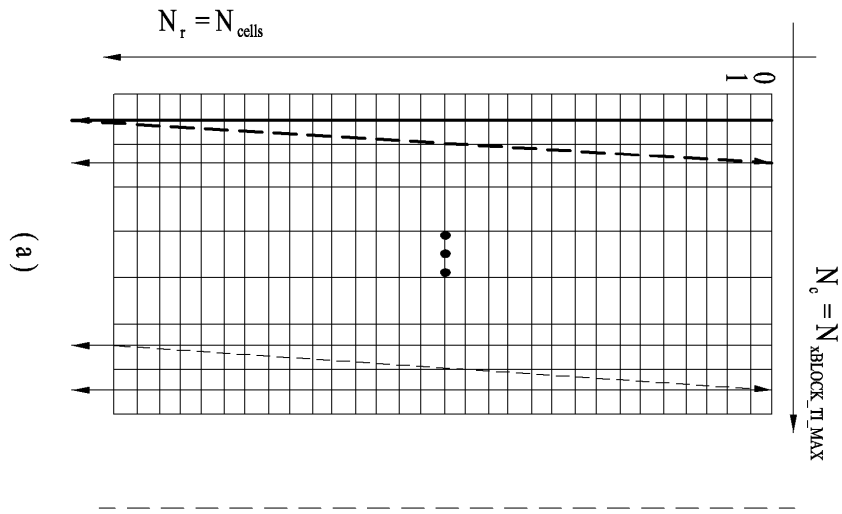


도면24

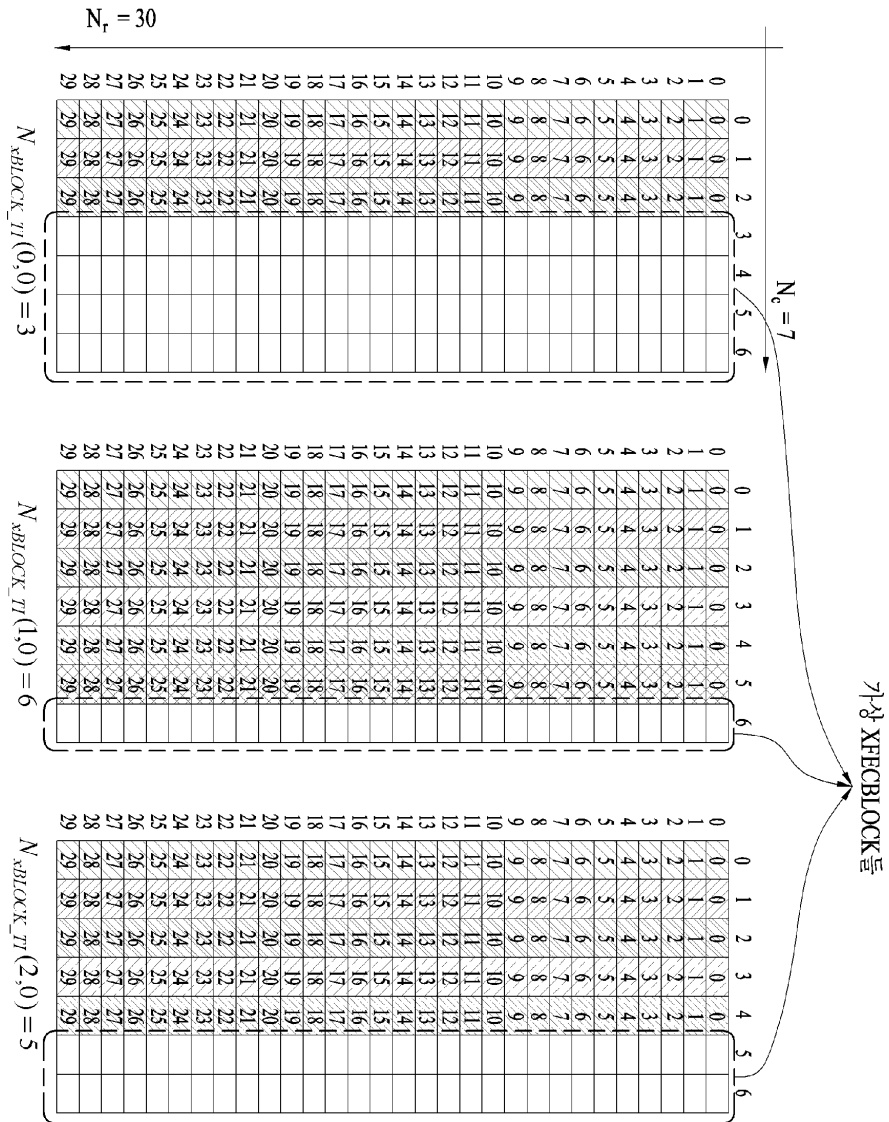
도면25



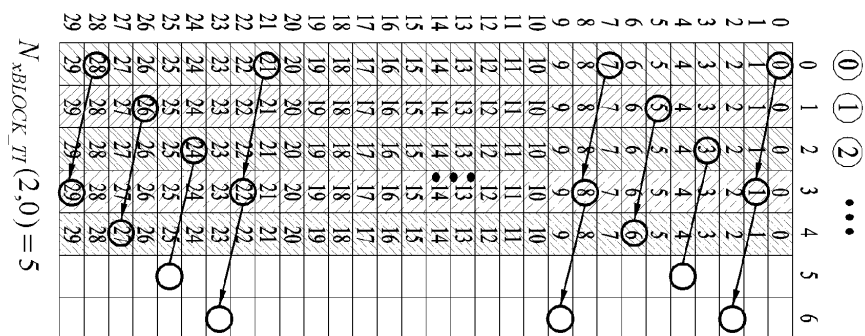
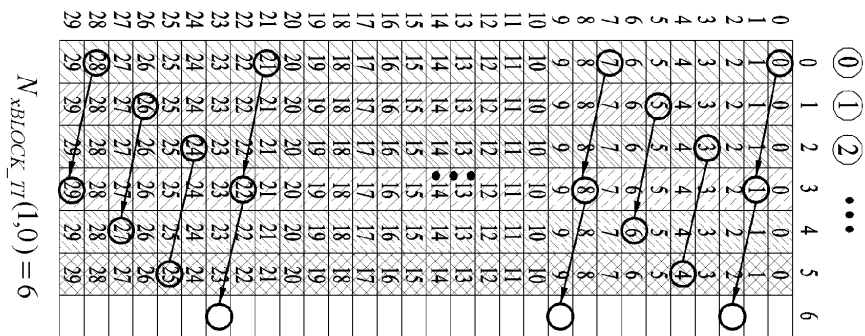
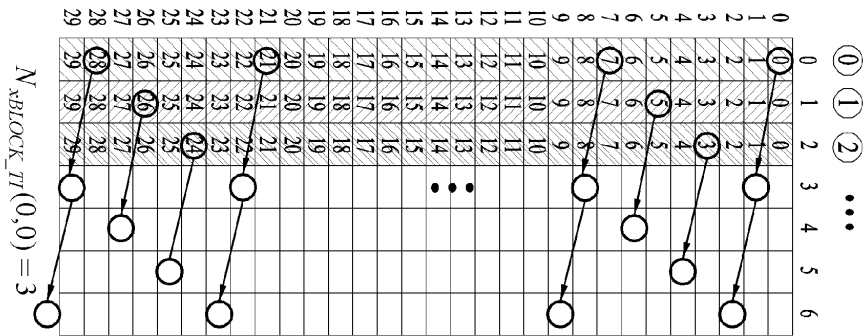
도면26



도면27



도면28



도면29

$N_{xBLOCK_Tl}(0,0)=3$

0	0	0	1	2
1	3	11	25	
2	5	14	27	
3	7	16	29	
4	10	18	1	
5	12	21	3	
6	14	23	6	
7	17	25	8	
8	19	28	10	
9	21	2	13	
10	24	4	15	
11	26	6	17	
12	28	9	20	
13	0	11	22	
14	2	13	24	
15	5	16	27	
16	7	18	29	
17	9	20	1	
18	12	23	3	
19	14	25	5	
20	16	27	8	
21	19	1	10	
22	21	4	12	
23	23	6	15	
24	26	8	17	
25	28	11	19	
26	0	13	22	
27	2	15	24	
28	4	18	26	
29	7	20	29	

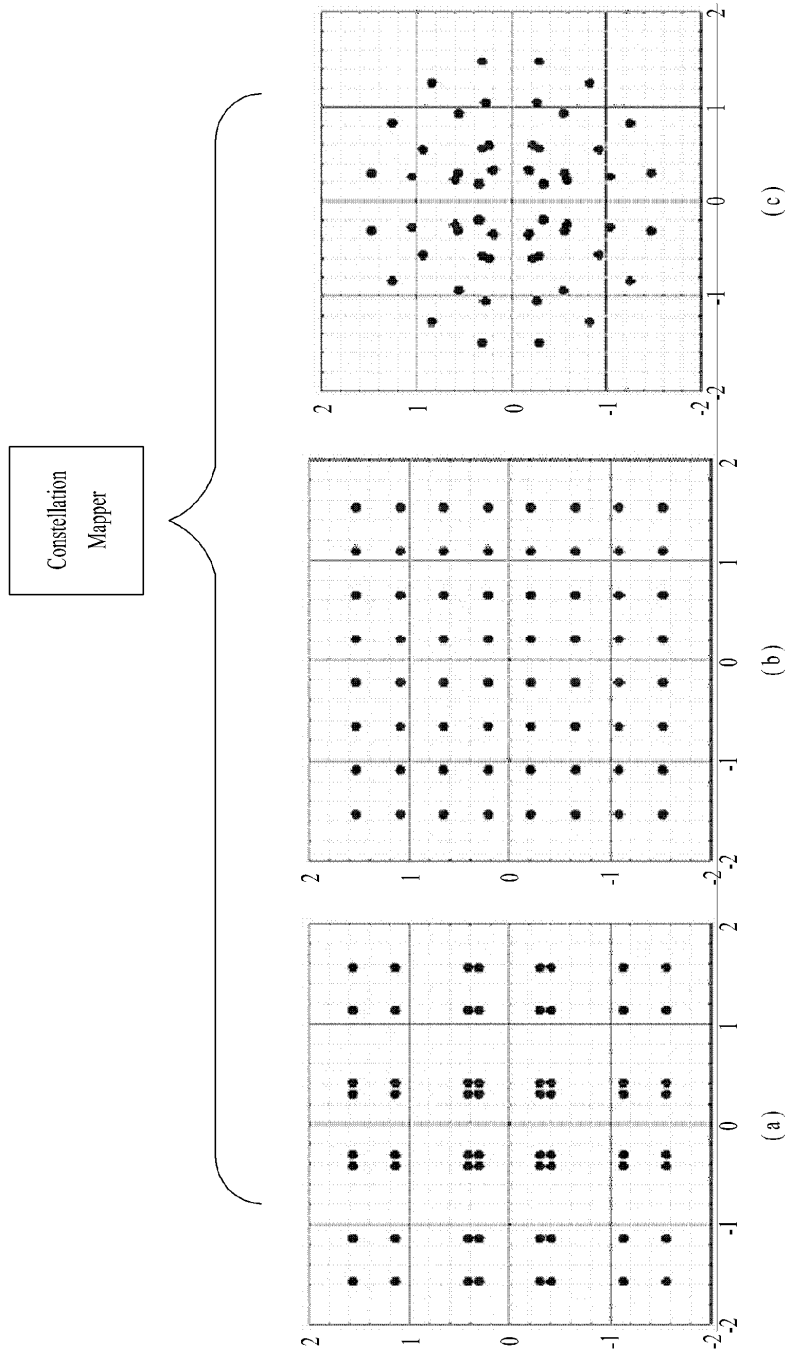
$N_{xBLOCK_Tl}(1,0)=6$

0	0	5	9	14	20	24
1	1	6	10	16	21	25
2	3	7	11	17	22	27
3	4	8	12	18	23	28
4	5	9	14	19	25	29
5	6	10	15	20	26	1
6	7	12	16	21	27	2
7	8	13	17	23	28	3
8	10	14	18	24	29	4
9	11	15	19	25	0	5
10	12	16	21	26	1	6
11	13	17	22	27	2	8
12	14	19	23	28	3	9
13	15	20	24	0	4	10
14	17	21	25	1	6	11
15	18	22	26	2	7	12
16	19	23	28	4	8	13
17	20	24	29	5	9	15
18	21	26	0	6	10	16
19	22	27	2	7	11	17
20	24	28	3	8	13	18
21	25	29	4	9	14	19
22	26	0	5	11	15	20
23	27	1	6	12	16	22
24	28	2	7	13	17	23
25	29	3	9	14	18	24
26	0	4	10	15	20	25
27	1	5	11	16	21	26
28	2	7	12	18	22	27
29	3	8	13	19	23	29

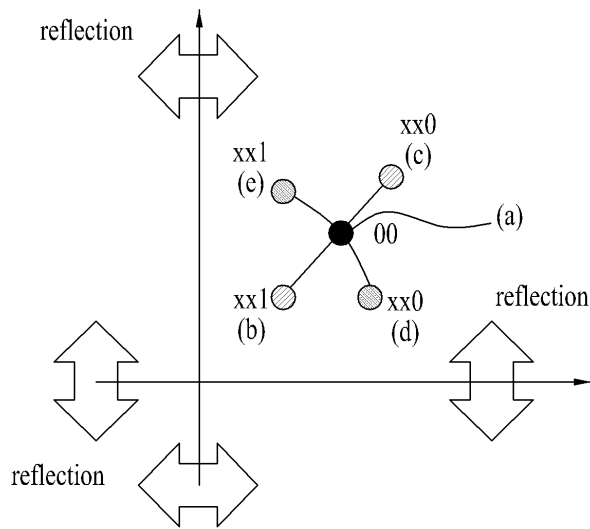
$N_{xBLOCK_Tl}(2,0)=5$

0	0	10	23	6	17
1	1	12	24	7	18
2	3	14	25	8	20
3	5	15	26	9	22
4	6	16	28	11	23
5	7	17	0	13	24
6	8	19	2	14	25
7	10	21	4	15	27
8	12	22	5	16	29
9	13	23	6	18	1
10	14	24	7	20	3
11	15	26	9	21	4
12	17	28	11	22	5
13	19	29	12	23	6
14	20	0	13	25	8
15	21	2	14	27	10
16	22	3	16	28	11
17	24	4	18	29	12
18	26	5	19	1	13
19	27	7	20	2	15
20	28	9	21	3	17
21	29	10	23	4	18
22	0	11	25	6	19
23	1	12	26	8	20
24	2	14	27	9	22
25	3	16	28	10	24
26	5	17	0	11	25
27	7	18	1	13	26
28	8	19	2	15	27
29	9	21	4	16	29

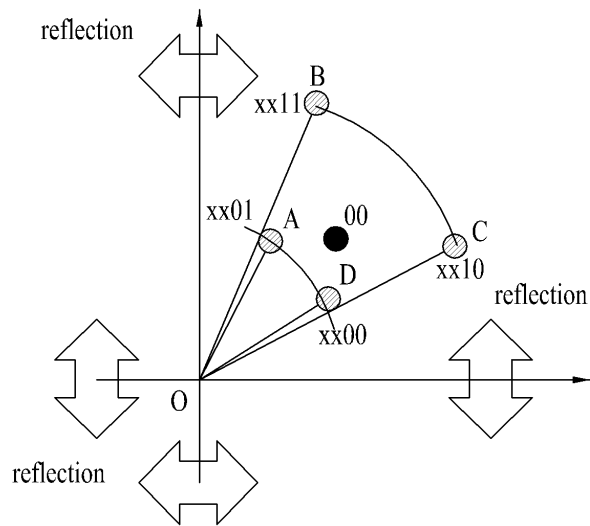
도면30

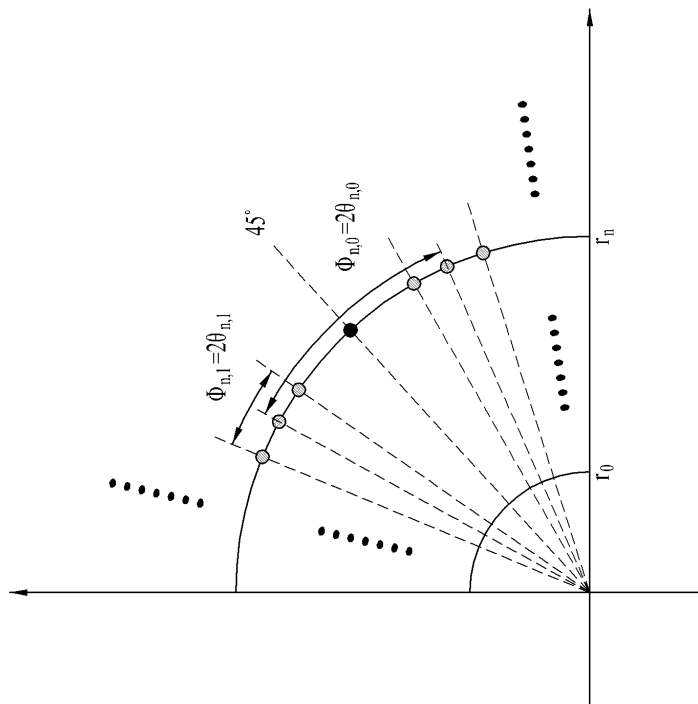


도면31



도면32





* 16 NUC

$$\{r_n | n = 0, 1\}$$

$$\{\theta_{ij} | i = 0, 1 \quad j = 0\}$$

*64NUC

$$\{r_n \mid n = 0, 1, 2, 3\}$$

$$\{\theta_{i,j} | i = 0,1,2,3 \quad j=0,1\}$$

*256NUC

$$\{r_n | n = 0, 1, 2, \dots, 7\}$$

$$\{\theta_{ij} | i = 0, 1, \dots, 7 \quad j = 0, 1, 2\}$$

*2^mNUC

$$\{r_n \mid n = 0, 1, 2, \dots, (2^{m/2-1}-1)\}$$

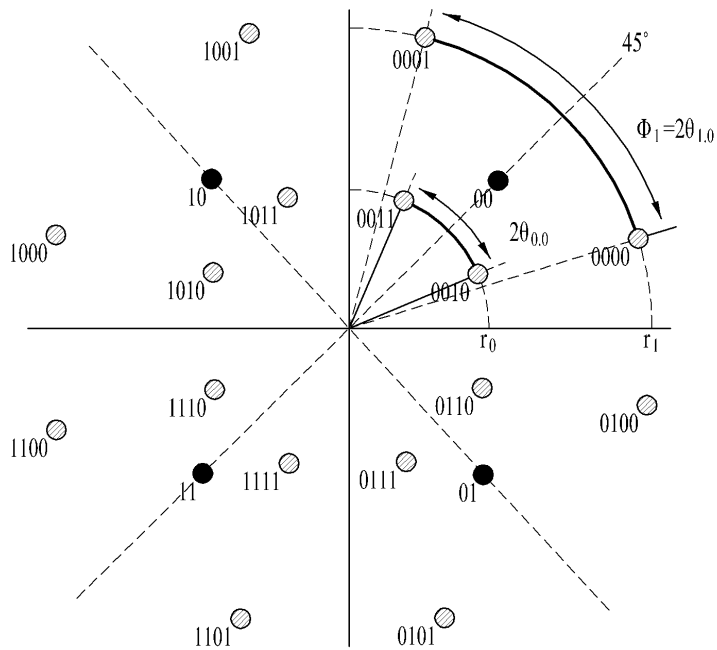
$$\{\theta_{ij} \mid i = 0, 1, \dots, (2^{m/2-1}-1) \quad j = 0, \dots, (k-1)\}$$

도면34

$$\text{LOC} = \begin{cases} r_n \exp j \left[\frac{\pi}{4} + A_n \right] & , \text{if } b_0 b_1 = 00. \\ r_n \exp j \left[\frac{3\pi}{4} - A_n \right] & , \text{if } b_0 b_1 = 01. \\ r_n \exp j \left[\frac{5\pi}{4} + A_n \right] & , \text{if } b_0 b_1 = 11. \\ r_n \exp j \left[\frac{7\pi}{4} - A_n \right] & , \text{if } b_0 b_1 = 10. \end{cases}$$

$$A_n = (-1)^{m_0} \theta_{n,0} + (-1)^{m_1} \theta_{n,1} + \dots + (-1)^{m_{k-1}} \theta_{n,k-1}.$$

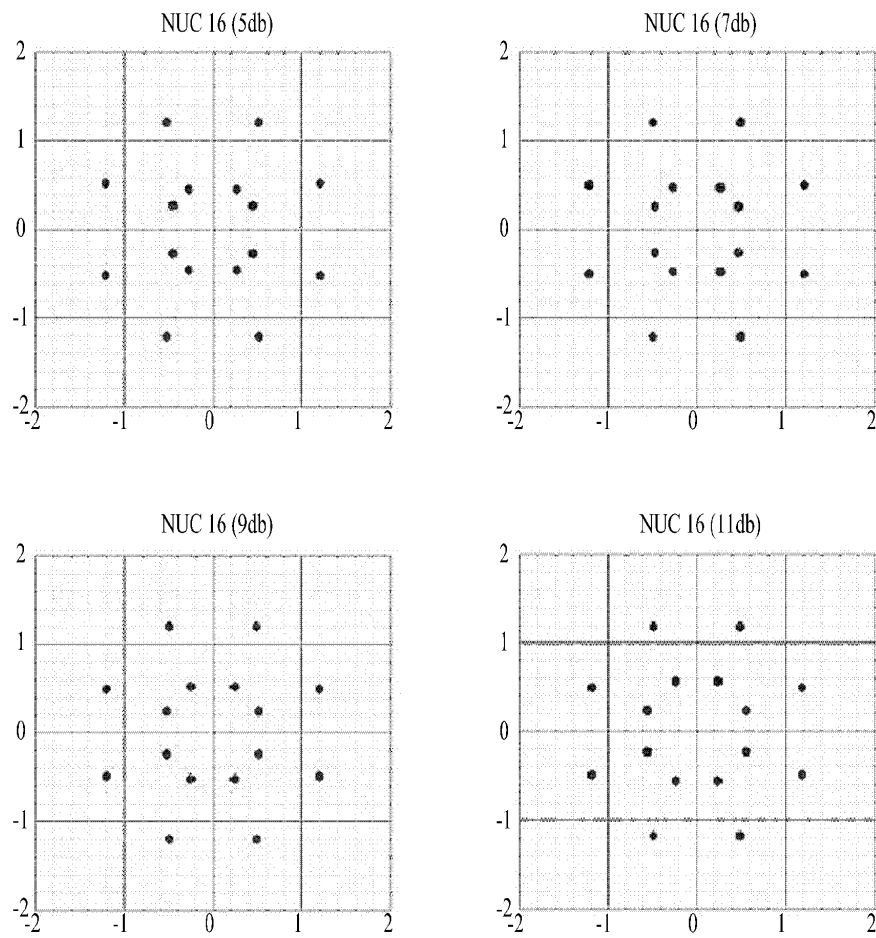
도면35



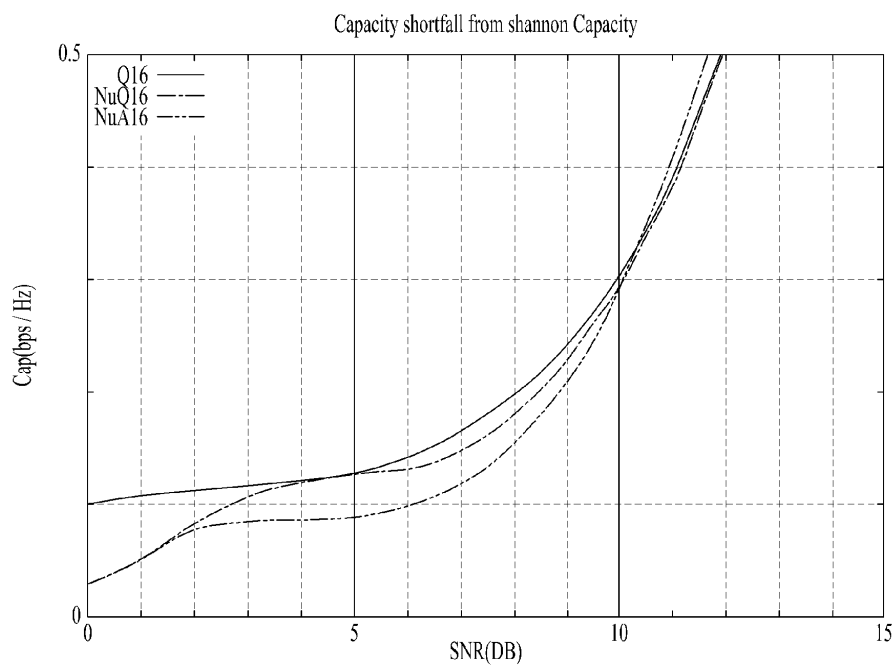
도면36

SNR(dB)	r_0	r_1	$\theta_{0,0}$ (°)	$\theta_{1,0}$ (°)	cap.(bps/Hz)
0.0	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.971925
0.5	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.047780
1.0	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.125607
1.5	0.905357	1.086429	4.749999	5.499982	1.204812
2.0	0.713912	1.220790	10.500033	14.999996	1.293642
2.5	0.640125	1.261047	11.750031	17.749973	1.392438
3.0	0.594144	1.283352	12.499948	19.250010	1.498432
3.5	0.563884	1.296933	13.000013	20.249988	1.610215
4.0	0.543928	1.305428	13.499972	21.000019	1.726663
4.5	0.532564	1.310105	13.749981	21.500006	1.846773
5.0	0.527043	1.312336	14.250034	21.749987	1.969666
5.5	0.525226	1.313064	14.500030	22.000003	2.094518
6.0	0.528871	1.311600	14.999968	22.250007	2.220566
6.5	0.532563	1.310106	15.499947	22.499992	2.347043
7.0	0.538191	1.307804	15.999993	22.499991	2.473150
7.5	0.545866	1.304619	16.749995	22.750012	2.598086
8.0	0.553743	1.301295	17.750043	22.749978	2.721000
8.5	0.563883	1.296933	19.000018	22.749995	2.841076
9.0	0.572242	1.293267	19.999977	22.749990	2.957477
9.5	0.580826	1.289435	20.750013	22.749986	3.069329
10.0	0.587417	1.286445	21.500011	22.749985	3.175796
10.5	0.596417	1.282297	21.999982	22.499993	3.276209
11.0	0.605666	1.277954	22.249980	22.500000	3.370078
11.5	0.612771	1.274563	22.250022	22.500012	3.457200
12.0	0.620025	1.271051	22.500011	22.500007	3.537529
12.5	0.629935	1.266168	22.499972	22.499985	3.611105
13.0	0.637551	1.262351	22.500006	22.499988	3.677943
13.5	0.642718	1.259727	22.499961	22.499986	3.738015
14.0	0.650606	1.255671	22.500026	22.499983	3.791238
14.5	0.655960	1.252883	22.500001	22.249984	3.837545
15.0	0.661389	1.250026	22.250044	25.500005	3.877076
15.5	0.666897	1.247096	22.750044	18.250010	3.909980
16.0	0.669680	1.245604	22.750033	17.499992	3.936428
16.5	0.675306	1.242563	22.749973	16.750015	3.956895
17.0	0.678150	1.241013	22.750034	16.250006	3.972062
17.5	0.681013	1.239444	22.749968	16.000012	3.982782
18.0	0.683898	1.237855	22.749993	15.499995	3.989971
18.5	0.686803	1.236245	22.750001	15.250020	3.994515
19.0	0.689729	1.234615	22.749991	14.749990	3.997205
19.5	0.692676	1.232964	22.749995	14.500027	3.998684
20.0	0.692676	1.232964	22.749995	14.249995	3.999434

도면37



도면38



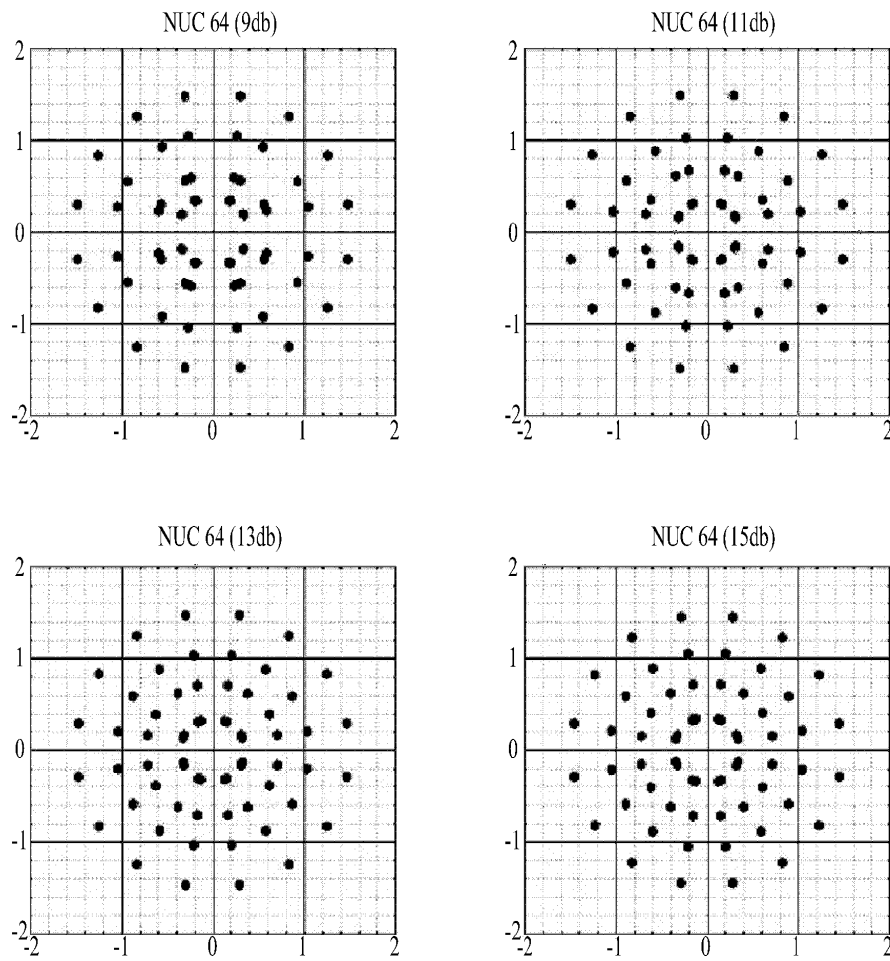
도면39

SNR(dB)	r ₀	r ₁	r ₂	r ₃	θ ₀ (°)	θ _{0,1} (°)	θ ₀ (°)	θ ₁ (°)	θ ₂ (°)	θ ₁ (°)	θ ₂ (°)	θ ₃ (°)	θ _{3,1} (°)	cap.(bps/Hz)
0.0	0.991374	0.995461	1.006926	1.006148	0.350533	0.087891	0.350533	0.087891	0.350533	0.087891	0.350533	0.087891	0.087891	0.971911
0.5	0.992891	0.992665	1.008236	1.006103	0.350533	0.087891	0.350533	0.087891	0.350533	0.087891	0.350533	0.087891	0.087891	1.047167
1.0	0.992603	0.992194	1.007759	1.007330	0.525627	0.087891	0.525627	0.087891	0.525627	0.087891	0.525627	0.087891	0.087891	1.125595
1.5	0.889429	0.969189	1.113107	1.015177	4.202614	0.087891	4.377708	0.087891	4.902992	0.087891	4.552803	0.087891	0.087891	1.204801
2.0	0.697524	0.708466	1.243433	1.210942	10.330925	0.087891	10.506020	0.087891	15.233574	0.087891	15.058479	0.087891	0.087891	1.293592
2.5	0.645748	0.635426	1.251581	1.269956	11.906776	0.087891	11.731682	0.087891	17.684898	0.087891	17.859993	0.087891	0.087891	1.39242
3.0	0.603611	1.264405	1.284240	0.622626	12.607155	0.087891	19.760750	0.087891	19.360750	0.087891	12.957344	0.087891	0.087891	1.498177
3.5	0.567630	0.568848	1.290796	1.299252	13.132439	0.087891	13.132439	0.087891	20.311317	0.087891	20.311317	0.087891	0.087891	1.610198
4.0	0.541200	0.540776	1.301679	1.311601	13.482628	0.087891	13.482628	0.087891	21.011696	0.087891	21.011696	0.087891	0.087891	1.726649
4.5	0.527043	0.527043	1.312336	1.312336	13.798828	0.087891	13.832817	0.087891	21.536980	0.087891	21.536980	0.087891	0.087891	1.846753
5.0	0.527043	0.527043	1.312336	1.312336	14.183006	0.087891	14.183006	0.087891	21.884766	0.087891	21.712074	0.087891	0.087891	1.969667
5.5	0.525226	0.525226	1.313064	1.313064	14.533195	0.087891	14.533195	0.087891	22.062263	0.087891	22.062263	0.087891	0.087891	2.094522
6.0	0.528871	0.528871	1.311600	1.311600	15.000000	0.000000	15.000000	0.000000	22.237358	0.087891	22.237358	0.087891	0.087891	2.220567
6.5	0.528871	0.528871	1.311600	1.311600	15.250000	0.500000	15.250000	0.500000	22.424805	3.251953	22.424805	3.251953	0.087891	2.347194
7.0	0.527043	0.527043	1.312336	1.312336	15.575523	1.142578	15.575523	1.142578	22.438545	6.767578	22.438545	6.767578	0.087891	2.476683
7.5	0.481113	0.562902	1.193159	1.424094	15.241814	1.142578	16.722908	1.669922	22.325935	7.646484	22.500000	9.000000	0.087891	2.61006
8.0	0.447471	0.588189	1.140020	1.467705	15.518532	0.966797	17.979469	2.197266	22.443339	7.998047	22.500000	10.000000	0.087891	2.748402
8.5	0.417948	0.614464	1.107561	1.490323	15.854988	0.966797	19.023857	2.724609	22.444336	8.173828	22.500000	10.500000	0.087891	2.891147
9.0	0.387040	0.637365	1.081546	1.508053	16.023216	0.966797	20.041466	3.427734	22.500000	8.250000	22.500000	11.000000	0.087891	3.038004
9.5	0.367650	0.657469	1.066399	1.515045	16.191444	0.966797	20.706139	4.130859	22.500000	8.500000	22.412109	11.162109	0.087891	3.187969
10.0	0.353209	0.672992	1.056024	1.518927	16.409798	1.142578	21.326866	4.833984	22.500000	9.000000	22.500000	11.250000	0.087891	3.339998
10.5	0.348470	0.688788	1.050368	1.516861	16.956367	1.318359	21.711126	5.537109	22.449219	9.404297	22.500000	11.250000	0.087891	3.492918
11.0	0.347596	0.699552	1.047733	1.513955	17.332031	1.494141	22.065010	6.591797	22.500000	10.000000	22.500000	11.250000	0.087891	3.645912
11.5	0.340153	0.712369	1.046532	1.510495	17.536583	1.669922	22.321815	7.470703	22.500000	10.500000	22.500000	11.250000	0.087891	3.798249
12.0	0.343329	0.719021	1.047987	1.505609	18.260307	2.021484	22.443352	8.173828	22.500000	10.750000	22.500000	11.250000	0.087891	3.94913

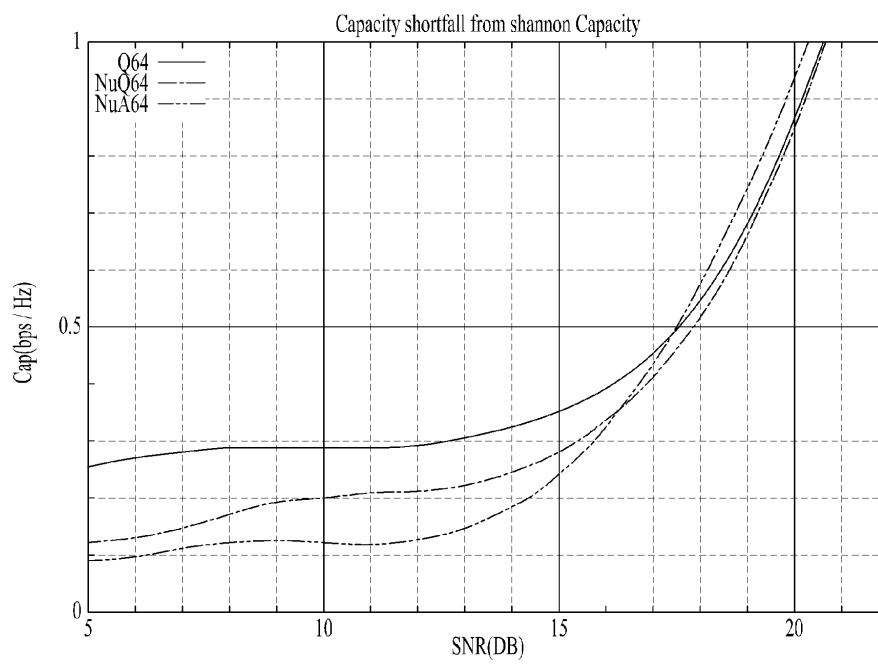
도면40

SNR(dB)	r_0	r_1	r_2	r_3	$\theta_{00}(\circ)$	$\theta_{01}(\circ)$	$\theta_{10}(\circ)$	$\theta_{11}(\circ)$	$\theta_{21}(\circ)$	$\theta_{21'}(\circ)$	$\theta_{3d}(\circ)$	$\theta_{3d'}(\circ)$	cap.(bps/Hz)
12.5	0.348372	0.722188	1.050073	1.501475	19.119301	2.373047	22.446289	8.701172	22.500000	11.000000	22.500000	11.250000	4.097945
13.0	0.349178	0.726697	1.052502	1.497407	19.772301	2.548828	22.448242	9.228516	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	4.244042
13.5	0.350589	0.729594	1.056702	1.491219	20.585976	2.903991	22.449532	9.755859	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	4.386886
14.0	0.356036	0.729874	1.069087	1.488320	21.201362	3.076172	22.446289	10.107422	22.411423	11.162109	22.500000	11.250000	4.525895
14.5	0.359805	0.734003	1.065024	1.482398	21.672935	3.251953	22.406250	10.458984	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	4.660509
15.0	0.362322	0.735514	1.068851	1.478275	21.980469	3.427734	22.500000	10.750000	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	4.789849
15.5	0.367318	0.738310	1.071993	1.473365	22.280273	3.779297	22.500000	11.000000	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	4.913187
16.0	0.374479	0.741468	1.074754	1.467956	22.428711	4.366641	22.500000	11.000000	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	5.029839
16.5	0.384785	0.744259	1.075628	1.463230	22.433739	5.537109	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	5.139339
17.0	0.396751	0.749800	1.076537	1.455729	22.441978	7.646484	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	5.242065
17.5	0.420450	0.756810	1.076353	1.446349	22.500000	9.750000	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	5.339087
18.0	0.434330	0.768421	1.077139	1.437633	22.500000	10.500000	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	5.429172
18.5	0.447141	0.784395	1.079083	1.430110	22.500000	11.000000	22.500000	11.250000	22.500000	11.250000	19.456100	9.931641	5.514055
19.0	0.460701	0.773978	1.078041	1.423566	22.412109	11.162109	22.500000	11.250000	22.500000	11.500000	19.413528	9.755859	5.590822
19.5	0.475875	0.780435	1.080236	1.413349	22.500000	11.250000	22.412109	11.62109	22.500000	12.000000	19.177734	9.288516	5.660294
20.0	0.492031	0.787249	1.086226	1.399350	22.500000	11.250000	22.411423	11.62109	22.41875	11.162109	16.805992	8.676953	5.723567
20.5	0.507149	0.795645	1.085723	1.389588	22.500000	11.250000	22.411423	11.62109	22.427734	11.162109	16.516914	8.701172	5.778626
21.0	0.519262	0.804856	1.090449	1.376424	22.500000	11.250000	22.500000	11.000000	22.500000	13.500000	22.500000	7.500000	5.824991
21.5	0.530943	0.812343	1.093743	1.364053	22.500000	11.250000	22.500000	11.000000	22.500000	14.000000	22.500000	7.250000	5.866688
22.0	0.542117	0.818597	1.095076	1.355292	22.500000	11.250000	22.408676	10.810547	22.500000	14.250000	22.439919	7.119141	5.901433
22.5	0.555800	0.828142	1.100484	1.339478	22.500000	11.250000	22.500000	10.750000	22.500000	14.500000	22.500000	6.750000	5.929587
23.0	0.563217	0.833561	1.098274	1.334825	22.500000	11.250000	22.500000	10.500000	22.500000	15.000000	22.500000	5.951551	5.968127
23.5	0.575681	0.840494	1.099550	1.334066	22.500000	11.250000	22.500000	10.250000	22.500000	15.250000	22.437500	6.591797	5.980408
24.0	0.582662	0.844960	1.101231	1.331681	22.500000	11.250000	22.500000	10.000000	22.500000	15.250000	22.500000	6.500000	5.980048
24.5	0.585894	0.849476	1.101390	1.331294	22.500000	11.250000	22.500000	9.750000	22.500000	15.250000	22.312500	6.416016	5.988147

도면41



도면42



도면43

SNR(dB)	r ₀	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆	r ₇
7.0	0.526164	0.526025	0.526914	0.527106	1.310628	1.311773	1.314449	1.313278
7.5	0.446324	0.516147	0.585258	0.516145	1.241806	1.136092	1.242062	1.596857
8.0	0.432435	0.515045	0.598066	0.515952	1.224222	1.121640	1.225418	1.632603
8.5	0.423218	0.511643	0.609530	0.522140	1.207468	1.114128	1.222887	1.649314
9.0	0.389793	0.404079	0.636171	0.615130	1.085404	1.087451	1.382487	1.621654
9.5	0.366756	0.370348	0.658527	0.646903	1.058468	1.071186	1.425260	1.605313
10.0	0.353604	0.353609	0.675029	0.666124	1.043839	1.062313	1.434940	1.604175
10.5	0.347367	0.344721	0.685333	0.677697	1.031527	1.058852	1.423811	1.618361
11.0	0.344310	0.339872	0.693713	0.687035	1.020882	1.057411	1.411959	1.630563
11.5	0.343143	0.337284	0.698703	0.694007	1.010414	1.057556	1.398888	1.643902
12.0	0.339356	0.331846	0.693606	0.691581	0.987020	1.052846	1.379869	1.681847
12.5	0.337469	0.330152	0.690984	0.692788	0.975180	1.050517	1.373168	1.696923
13.0	0.335824	0.331206	0.688236	0.694565	0.967941	1.049980	1.368888	1.705348
13.5	0.333895	0.333184	0.684474	0.695774	0.963420	1.050122	1.366683	1.710597
14.0	0.330432	0.336952	0.679908	0.697270	0.961322	1.051782	1.365253	1.713043
14.5	0.322345	0.344964	0.673528	0.700289	0.960762	1.056689	1.364254	1.712368
15.0	0.298539	0.369572	0.662472	0.711194	0.959897	1.067350	1.361020	1.707808
15.5	0.263024	0.405831	0.648400	0.733183	0.957682	1.086644	1.356584	1.694069
16.0	0.244384	0.424909	0.636808	0.749837	0.955951	1.101661	1.353539	1.682968
16.5	0.234791	0.435554	0.628029	0.762054	0.954141	1.113056	1.352718	1.673588
17.0	0.230192	0.442716	0.622837	0.771567	0.953418	1.120462	1.352373	1.665658
17.5	0.229184	0.447729	0.620902	0.778458	0.953122	1.126205	1.352848	1.657866
18.0	0.229969	0.451947	0.622836	0.785917	0.955154	1.130702	1.352387	1.648488
18.5	0.231013	0.454275	0.626260	0.790885	0.957240	1.134304	1.352792	1.639990
19.0	0.232699	0.455642	0.629632	0.794597	0.959651	1.138142	1.353364	1.631726
19.5	0.234383	0.456144	0.633168	0.797495	0.962627	1.141672	1.354047	1.623757
20.0	0.238152	0.458338	0.637912	0.801885	0.966171	1.144586	1.353429	1.614906
20.5	0.242213	0.458921	0.639655	0.804084	0.969212	1.147627	1.353613	1.608206
21.0	0.253088	0.464401	0.644034	0.807902	0.973185	1.149970	1.352378	1.598233
21.5	0.265560	0.472084	0.648846	0.812378	0.976147	1.151312	1.349786	1.589136
22.0	0.276051	0.479152	0.652904	0.815771	0.979080	1.152843	1.348072	1.580348
22.5	0.287374	0.487894	0.658763	0.819960	0.981806	1.153575	1.345463	1.571027
23.0	0.297906	0.495053	0.664288	0.824438	0.985523	1.155500	1.342604	1.560826
23.5	0.309508	0.503489	0.670270	0.828247	0.987599	1.156262	1.341406	1.550414
24.0	0.322171	0.512289	0.677580	0.834905	0.993776	1.159386	1.337988	1.534799
24.5	0.347386	0.526862	0.684866	0.838263	0.994977	1.158343	1.333774	1.522932

도면44

SNR(dB)	$\theta_{0,0}(^\circ)$	$\theta_{0,1}(^\circ)$	$\theta_{0,2}(^\circ)$	$\theta_{1,0}(^\circ)$	$\theta_{1,1}(^\circ)$	$\theta_{1,2}(^\circ)$
7.0	15.557917	1.131042	0.005493	15.557917	1.131042	0.005493
7.5	14.705354	0.878480	0.005493	16.080213	1.339680	0.005493
8.0	15.163589	0.922404	0.005493	16.784874	1.537338	0.005493
8.5	15.847564	0.988289	0.005493	17.543091	1.713033	0.005493
9.0	15.988499	0.933385	0.005493	16.322255	1.032213	0.005493
9.5	16.208684	0.966327	0.005493	16.299111	0.988289	0.005493
10.0	16.491771	1.076137	0.005493	16.491771	1.076137	0.005493
10.5	16.849309	1.240852	0.005493	16.781139	1.218890	0.005493
11.0	17.241852	1.482433	0.005493	17.135532	1.427528	0.005493
11.5	17.700377	1.734995	0.005493	17.560517	1.658128	0.005493
12.0	18.122235	1.954614	0.005493	17.947588	1.844805	0.005493
12.5	18.642424	2.185214	0.005493	18.481983	2.064424	0.005493
13.0	19.272704	2.404834	0.005493	19.181580	2.327967	0.005493
13.5	19.926082	2.602491	0.005493	19.923240	2.591510	0.005493
14.0	20.503859	2.734263	0.005493	20.631078	2.877015	0.005493
14.5	20.949172	2.756225	0.005493	21.289228	3.283311	0.005493
15.0	20.988683	2.525624	0.005493	21.903213	4.241396	0.027466
15.5	20.404885	2.349929	0.005493	22.250403	5.939079	0.071411
16.0	20.085022	2.459739	0.005493	22.418484	7.185844	0.137329
16.5	20.108860	2.657396	0.005493	22.493090	8.133131	0.225220
17.0	20.421389	2.877015	0.005493	22.493506	8.875963	0.335083
17.5	20.901109	3.107615	0.005493	22.493868	9.444045	0.466919
18.0	21.406249	3.349197	0.005493	22.494166	9.908549	0.642700
18.5	21.807598	3.576321	0.016479	22.494455	10.281237	0.862427
19.0	22.090504	3.846854	0.027466	22.494733	10.587596	1.126099
19.5	22.276467	4.160667	0.038452	22.494991	10.818138	1.422729
20.0	22.387528	4.709999	0.060425	22.490502	11.000152	1.763306
20.5	22.442876	5.671743	0.093384	22.491026	11.134585	2.125854
21.0	22.478722	7.803820	0.170288	22.491618	11.241626	2.675171
21.5	22.493882	9.702009	0.280151	22.492402	11.242409	3.466187
22.0	22.494394	10.628953	0.379028	22.493121	11.243128	4.213257
22.5	22.494645	11.045077	0.477905	22.493744	11.243750	4.850464
23.0	22.494760	11.192673	0.587769	22.494088	11.244094	5.202026
23.5	22.474282	11.224345	0.741577	22.494292	11.244298	5.410767
24.0	22.470350	11.220437	1.148071	22.494399	11.244405	5.509644
24.5	22.492735	11.242742	3.817749	22.494475	11.244480	5.608521

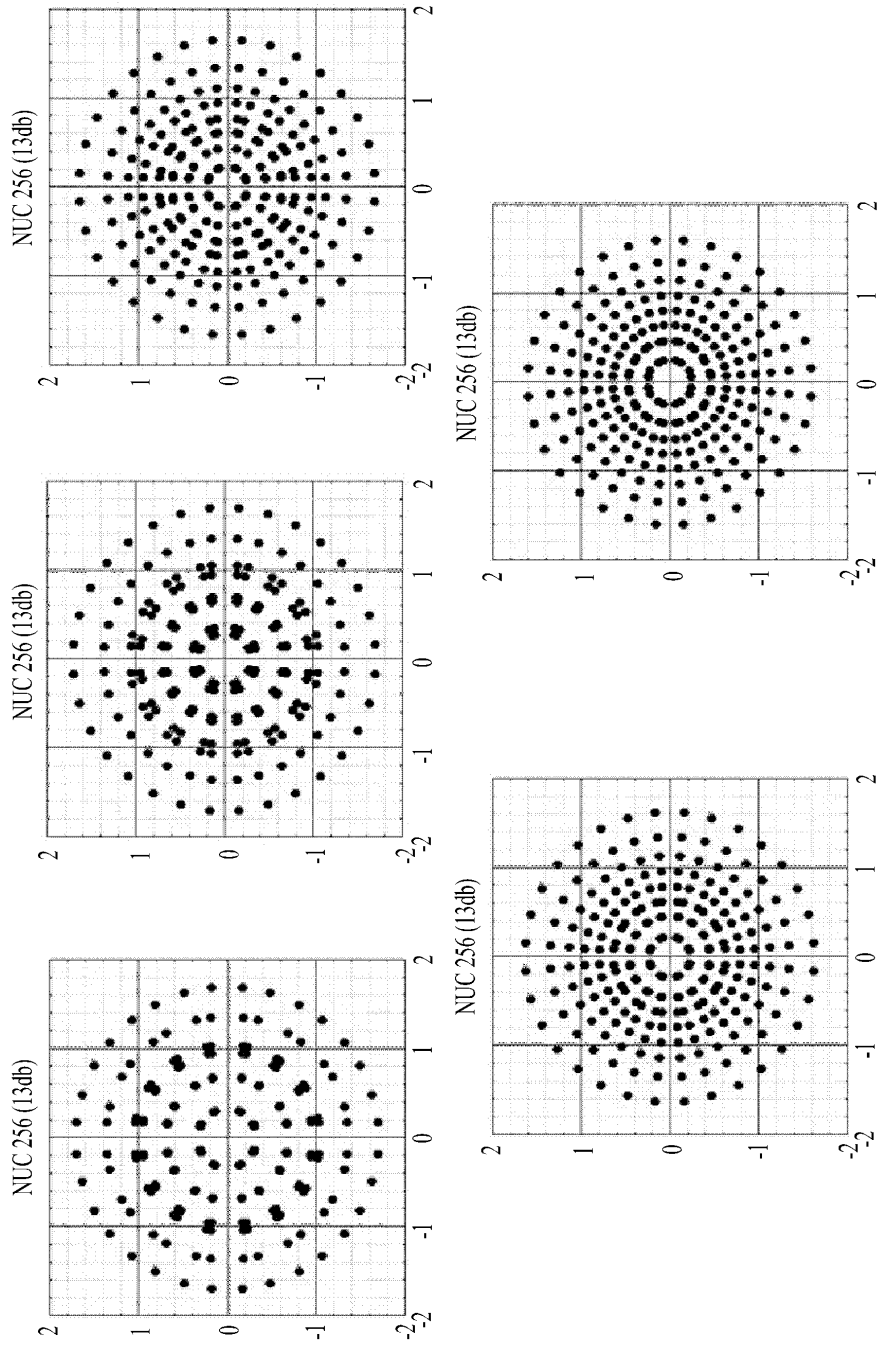
도면45

SNR(dB)	$\theta_{2,0}(^{\circ})$	$\theta_{2,1}(^{\circ})$	$\theta_{2,2}(^{\circ})$	$\theta_{3,0}(^{\circ})$	$\theta_{3,1}(^{\circ})$	$\theta_{3,2}(^{\circ})$	$\theta_{4,0}(^{\circ})$	$\theta_{4,1}(^{\circ})$	$\theta_{4,2}(^{\circ})$
7.0	15.568348	1.131042	0.005493	15.578780	1.131042	0.005493	22.446272	6.775257	0.005493
7.5	17.192603	1.888728	0.005493	16.069883	1.339680	0.005493	22.420997	7.785506	0.005493
8.0	18.054192	2.306005	0.005493	16.798096	1.548319	0.005493	22.493123	8.422402	0.005493
8.5	18.941661	2.745244	0.005493	17.718148	1.811862	0.005493	22.493392	8.927526	0.005493
9.0	19.917948	3.404101	0.005493	19.712200	3.140558	0.005493	22.493113	8.378478	0.005493
9.5	20.714379	4.128845	0.005493	20.627057	3.975112	0.005493	22.493172	8.510250	0.005493
10.0	21.288488	4.897512	0.005493	21.244790	4.765741	0.005493	22.493322	8.817717	0.005493
10.5	21.700875	5.622256	0.005493	21.680682	5.545389	0.005493	22.493531	9.245974	0.005493
11.0	22.023296	6.500733	0.005493	22.004288	6.379943	0.005493	22.493767	9.729137	0.005493
11.5	22.239055	7.236458	0.005493	22.237553	7.148610	0.005493	22.493981	10.157394	0.005493
12.0	22.350167	7.772433	0.104370	22.363831	7.718011	0.104370	22.494423	10.436001	0.631714
12.5	22.438278	8.295694	0.148315	22.452031	8.306536	0.148315	22.494648	10.744149	0.785522
13.0	22.493387	8.760929	0.192261	22.493439	8.849705	0.203247	22.494861	11.013882	0.961304
13.5	22.493614	9.162198	0.258179	22.493711	9.337775	0.280151	22.490149	11.220533	1.192017
14.0	22.493837	9.530288	0.346069	22.493981	9.772036	0.390015	22.490480	11.240489	1.499634
14.5	22.494054	9.854728	0.466919	22.494266	10.180536	0.565796	22.490941	11.240950	1.972046
15.0	22.494239	10.081026	0.609741	22.494618	10.615322	0.840454	22.491564	11.241572	2.598267
15.5	22.494407	10.292497	0.763550	22.490094	11.065212	1.290894	22.492198	11.242206	3.257446
16.0	22.494614	10.530066	0.928345	22.490748	11.240757	1.774292	22.492724	11.242731	3.795776
16.5	22.494847	10.786842	1.148071	22.491296	11.241304	2.323608	22.493175	11.243182	4.257202
17.0	22.490191	11.010613	1.444702	22.491865	11.241873	2.927856	22.493615	11.243622	4.685669
17.5	22.490705	11.185374	1.807251	22.492499	11.242506	3.532104	22.493938	11.243944	5.048218
18.0	22.491221	11.241229	2.257690	22.493057	11.243064	4.136353	22.494228	11.244233	5.333862
18.5	22.491725	11.241733	2.785034	22.493605	11.243611	4.641724	22.494400	11.244405	5.509644
19.0	22.492273	11.242281	3.343351	22.493938	11.243944	5.037231	22.494496	11.244501	5.608521
19.5	22.492821	11.242828	3.894653	22.494217	11.244223	5.322876	22.494496	11.244501	5.619507
20.0	22.493336	11.243343	4.421997	22.494389	11.244394	5.509644	22.494496	11.244501	5.619507
20.5	22.493734	11.243740	4.839478	22.494496	11.244501	5.597534	22.494496	11.244501	5.619507
21.0	22.494067	11.244072	5.169067	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507
21.5	22.494303	11.244308	5.421753	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507
22.0	22.494432	11.244437	5.553589	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507
22.5	22.494485	11.244491	5.608521	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507
23.0	22.494629	11.244629	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507
23.5	22.483489	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507
24.0	22.483456	11.233504	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507
24.5	22.483424	11.222507	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507

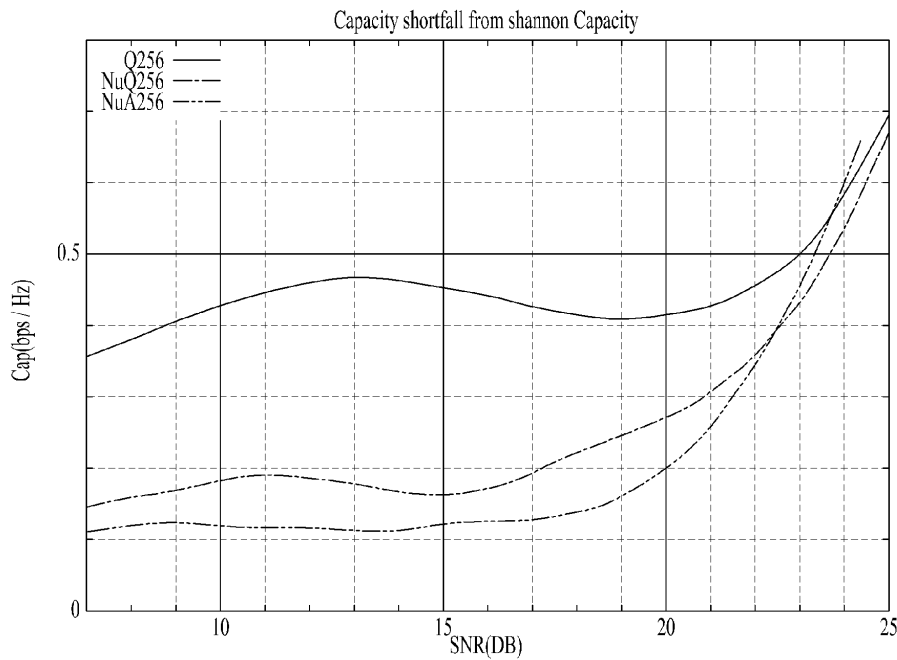
도면46

SNR(dB)	$\theta_{5,0}(^{\circ})$	$\theta_{5,1}(^{\circ})$	$\theta_{5,2}(^{\circ})$	$\theta_{6,0}(^{\circ})$	$\theta_{6,1}(^{\circ})$	$\theta_{6,2}(^{\circ})$	$\theta_{7,0}(^{\circ})$	$\theta_{7,1}(^{\circ})$	$\theta_{7,2}(^{\circ})$	cap.(bps/Hz)
7.0	22.430970	6.775257	0.005493	22.431066	6.797219	0.005493	22.446310	6.786238	0.005493	2.476685
7.5	22.325439	6.950953	0.005493	22.421056	7.796487	0.005493	22.493821	9.838946	0.005493	2.612725
8.0	22.478100	7.532944	0.005493	22.493134	8.433383	0.005493	22.484212	10.640557	0.005493	2.752232
8.5	22.492973	8.092973	0.005493	22.493440	9.037336	0.005493	22.484416	11.057833	0.005493	2.893711
9.0	22.493097	8.345535	0.005493	22.494105	10.420937	0.005493	22.494507	11.233529	0.005493	3.038945
9.5	22.493236	8.631040	0.005493	22.494362	10.937043	0.005493	22.494507	11.244510	0.005493	3.188474
10.0	22.493445	9.059298	0.005493	22.494507	11.244510	0.005493	22.494507	11.244510	0.005493	3.340518
10.5	22.493681	9.553441	0.005493	22.500000	11.250000	0.000000	22.494507	11.244510	0.005493	3.493866
11.0	22.493928	10.069546	0.005493	22.500000	11.250000	0.000000	22.494507	11.244510	0.005493	3.647822
11.5	22.494153	10.519766	0.005493	22.500000	11.250000	0.000000	22.494507	11.244510	0.005493	3.801901
12.0	22.494712	10.818419	0.862427	22.491543	11.241551	2.598267	22.493100	11.243107	4.191284	3.958940
12.5	22.494952	11.041930	1.104126	22.492090	11.242098	3.147583	22.493798	11.243804	4.905396	4.117529
13.0	22.490292	11.201693	1.367798	22.492542	11.242540	3.690909	22.494124	11.244180	5.289917	4.276682
13.5	22.490662	11.240671	1.697388	22.492993	11.242999	4.081421	22.494378	11.244383	5.498657	4.435679
14.0	22.491081	11.241090	2.103882	22.493454	11.243461	4.542847	22.494475	11.244480	5.586548	4.594028
14.5	22.491639	11.241648	2.686157	22.493873	11.243879	4.971313	22.494496	11.244501	5.619507	4.751384
15.0	22.492380	11.242388	3.444214	22.494195	11.244201	5.300903	22.494496	11.244501	5.619507	4.907900
15.5	22.493186	11.243193	4.268188	22.494399	11.244405	5.509644	22.494496	11.244501	5.619507	5.065829
16.0	22.493755	11.243761	4.850404	22.494485	11.244491	5.608521	22.494496	11.244501	5.619507	5.226209
16.5	22.494142	11.244147	5.245972	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	5.387719
17.0	22.494367	11.244373	5.476685	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	5.548959
17.5	22.494485	11.244491	5.597534	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	5.708786
18.0	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	5.866327
18.5	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	6.020896
19.0	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	6.171975
19.5	22.484496	11.244501	5.619507	22.484496	11.244501	5.619507	22.484496	11.244501	5.619507	6.319094
20.0	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	6.461741
20.5	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	6.599447
21.0	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	6.751861
21.5	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	6.859088
22.0	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	6.980626
22.5	22.483489	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	7.095708
23.0	22.472481	11.244501	5.619507	22.494629	11.244629	5.619507	22.494496	11.244501	5.619507	7.203614
23.5	22.338826	11.211360	5.597534	22.500000	11.250000	5.750000	20.792580	10.442317	5.213013	7.304421
24.0	20.887074	10.700120	5.333862	22.500000	11.250000	5.750000	19.496762	10.131857	4.993286	7.397826
24.5	20.863734	10.639985	5.311890	22.500000	11.250000	5.750000	19.236294	10.097385	4.938354	7.483272

도면47



도면48



도면49

SNR(dB)	r_0	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7
10.0	0.358186	0.357887	0.357525	0.357855	0.659311	0.666838	0.659406	0.652604
10.5	0.349358	0.346871	0.344438	0.346882	0.673206	0.678676	0.673262	0.668285
11.0	0.344480	0.341140	0.337761	0.340975	0.683715	0.687671	0.683818	0.680157
11.5	0.342218	0.338709	0.335207	0.338710	0.692436	0.694597	0.692247	0.690055
12.0	0.338967	0.335508	0.331943	0.335395	0.692777	0.693595	0.692823	0.692110
12.5	0.337924	0.336559	0.332212	0.333593	0.694365	0.693148	0.693766	0.694957
13.0	0.335459	0.335435	0.331218	0.331259	0.688840	0.687525	0.691742	0.693032
13.5	0.333039	0.333303	0.332087	0.331744	0.683405	0.682609	0.691333	0.691974
14.0	0.329367	0.329554	0.333756	0.333715	0.676710	0.676890	0.690954	0.690959
14.5	0.323016	0.321973	0.338243	0.339207	0.668302	0.669935	0.691781	0.690348
15.0	0.306568	0.303010	0.353765	0.355931	0.656895	0.659661	0.697571	0.694664
15.5	0.268635	0.266975	0.391131	0.391841	0.641951	0.643913	0.715527	0.713727
16.0	0.245356	0.245035	0.413543	0.413707	0.629678	0.630958	0.732664	0.731177
16.5	0.233192	0.232928	0.424513	0.424749	0.619031	0.619728	0.744225	0.743050
17.0	0.226865	0.226844	0.431439	0.431444	0.611453	0.611924	0.752691	0.751556
17.5	0.224351	0.224027	0.435867	0.435808	0.607325	0.607490	0.758682	0.757793
18.0	0.223790	0.223794	0.439253	0.439339	0.606291	0.606263	0.763257	0.762468
18.5	0.223979	0.224244	0.440729	0.440785	0.607048	0.606910	0.766623	0.766012
19.0	0.224090	0.225155	0.441230	0.441198	0.608891	0.608766	0.768827	0.768578
19.5	0.270439	0.186171	0.459140	0.436787	0.616705	0.613197	0.771268	0.771594
20.0	0.286250	0.174519	0.470143	0.437417	0.623513	0.617250	0.773502	0.774099
20.5	0.294576	0.168049	0.477488	0.437414	0.628344	0.619092	0.774689	0.775464
21.0	0.164152	0.299863	0.436834	0.483260	0.618882	0.632195	0.772512	0.778592
21.5	0.304015	0.162092	0.489172	0.435992	0.636547	0.618246	0.781924	0.771475
22.0	0.305402	0.160697	0.493082	0.432646	0.640410	0.615353	0.785771	0.768150
22.5	0.308869	0.161726	0.498040	0.435317	0.641522	0.620856	0.775592	0.781182
23.0	0.309256	0.162313	0.502101	0.431313	0.646008	0.619990	0.776198	0.783171
23.5	0.308633	0.163405	0.506579	0.427063	0.651411	0.619686	0.777774	0.786801
24.0	0.307908	0.165700	0.510768	0.423249	0.659173	0.617659	0.782079	0.790972
24.5	0.307457	0.169715	0.511559	0.419858	0.664286	0.611744	0.783870	0.792285
25.0	0.306904	0.173788	0.509416	0.416331	0.667889	0.603194	0.785705	0.790351
25.5	0.307804	0.178168	0.508067	0.414546	0.671566	0.598573	0.788184	0.790512
26.0	0.304539	0.178586	0.499372	0.407964	0.664855	0.584705	0.813140	0.747215
26.5	0.305344	0.182198	0.498908	0.407402	0.664249	0.584032	0.816372	0.744332
27.0	0.307502	0.203452	0.499998	0.408435	0.664143	0.584511	0.818446	0.743521
27.5	0.308684	0.191365	0.501602	0.408972	0.666172	0.586361	0.823075	0.745856
28.0	0.310102	0.196788	0.502032	0.409419	0.665619	0.585990	0.825978	0.746600
28.5	0.313420	0.203452	0.511501	0.414598	0.688309	0.603355	0.848004	0.768893
29.0	0.314724	0.208944	0.513042	0.415803	0.691344	0.606090	0.849688	0.771670
29.5	0.315306	0.212058	0.514966	0.416567	0.696573	0.609439	0.853988	0.776707
30.0	0.314210	0.213317	0.515229	0.415536	0.698101	0.611109	0.855119	0.777851

도면50

SNR(dB)	r ₈	r ₉	r ₁₀	r ₁₁	r ₁₂	r ₁₃	r ₁₄	r ₁₅
10.0	1.029669	1.051427	1.072064	1.051387	1.457754	1.381534	1.457720	1.780051
10.5	1.015588	1.040765	1.066208	1.040765	1.457116	1.387099	1.457081	1.788868
11.0	1.006411	1.033645	1.062316	1.033679	1.453432	1.389357	1.453526	1.797282
11.5	1.000427	1.028453	1.059789	1.028657	1.448483	1.389998	1.449602	1.803430
12.0	0.990707	1.018733	1.052149	1.019129	1.440900	1.390347	1.442203	1.837298
12.5	0.985061	1.000474	1.048661	1.027495	1.392175	1.389337	1.496595	1.840945
13.0	0.973181	0.976834	1.043606	1.034427	1.353464	1.383372	1.554382	1.851323
13.5	0.965679	0.964594	1.039576	1.037326	1.337826	1.379963	1.577956	1.861216
14.0	0.959908	0.955718	1.036330	1.040440	1.326406	1.377435	1.592301	1.872371
14.5	0.955555	0.949090	1.034816	1.044497	1.316661	1.374390	1.601103	1.884195
15.0	0.951599	0.944202	1.038866	1.052450	1.309071	1.370729	1.605166	1.890360
15.5	0.947007	0.940660	1.053862	1.066564	1.302411	1.364648	1.601304	1.883976
16.0	0.942486	0.937629	1.069488	1.081412	1.297877	1.359515	1.595616	1.874067
16.5	0.937515	0.933746	1.079961	1.091594	1.293478	1.355572	1.591349	1.872359
17.0	0.933477	0.931015	1.086155	1.097992	1.290882	1.352777	1.588834	1.871048
17.5	0.931058	0.929612	1.090003	1.102700	1.289978	1.352484	1.586923	1.866856
18.0	0.929738	0.929438	1.092092	1.106830	1.289822	1.354133	1.585578	1.859417
18.5	0.928710	0.929952	1.093180	1.110559	1.289852	1.358472	1.583749	1.851098
19.0	0.927839	0.930678	1.092291	1.114460	1.289334	1.366314	1.581293	1.842484
19.5	0.926923	0.932131	1.089379	1.117413	1.285792	1.373846	1.577161	1.830984
20.0	0.926323	0.934218	1.086099	1.121261	1.281717	1.381762	1.574049	1.819496
20.5	0.923918	0.935382	1.082486	1.125833	1.277833	1.389933	1.573114	1.810741
21.0	0.921376	0.937878	1.079216	1.131308	1.275210	1.396682	1.573385	1.802102
21.5	0.942127	0.919165	1.137310	1.076679	1.400946	1.273713	1.793055	1.572485
22.0	0.948656	0.915204	1.146584	1.074176	1.405172	1.274897	1.783096	1.571292
22.5	0.914807	0.950336	1.072029	1.152091	1.275117	1.406931	1.569730	1.773724
23.0	0.912119	0.955661	1.070973	1.159207	1.277483	1.409498	1.567420	1.763769
23.5	0.910178	0.962593	1.071338	1.164920	1.280108	1.410223	1.563812	1.753277
24.0	0.910464	0.969923	1.073402	1.170046	1.283008	1.410704	1.558981	1.739799
24.5	0.909578	0.977269	1.075898	1.174351	1.285598	1.411331	1.556113	1.730859
25.0	0.907606	0.980978	1.076618	1.176788	1.287871	1.412929	1.556145	1.727512
25.5	0.907907	0.987553	1.081492	1.181249	1.291207	1.413511	1.552898	1.716638
26.0	0.927694	1.004790	1.095499	1.191801	1.296656	1.413472	1.545720	1.702034
26.5	0.929833	1.010197	1.100204	1.196215	1.299987	1.413525	1.542184	1.692056
27.0	0.929927	1.012688	1.102686	1.198991	1.302089	1.414030	1.539633	1.684966
27.5	0.932628	1.015883	1.105531	1.201535	1.303546	1.413430	1.535730	1.674721
28.0	0.932733	1.016969	1.106883	1.203094	1.305184	1.413762	1.533714	1.669737
28.5	0.951685	1.030921	1.114282	1.204735	1.301408	1.400741	1.509794	1.637683
29.0	0.951036	1.032578	1.118499	1.208593	1.304539	1.401054	1.505073	1.626652
29.5	0.953911	1.035409	1.122257	1.210603	1.305607	1.400461	1.500016	1.613910
30.0	0.954255	1.035109	1.121858	1.210120	1.306278	1.400808	1.499738	1.611742

도면51

SNR(dB)	$\theta_{0,0}$ (°)	$\theta_{0,1}$ (°)	$\theta_{0,2}$ (°)	$\theta_{0,3}$ (°)	$\theta_{1,0}$ (°)	$\theta_{1,1}$ (°)	$\theta_{1,2}$ (°)	$\theta_{1,3}$ (°)
10.0	16.636470	1.086073	0.010981	0.005493	16.623014	1.086073	0.010981	0.005493
10.5	16.937768	1.250626	0.010981	0.005493	16.869751	1.228686	0.010981	0.005493
11.0	17.282538	1.470031	0.010981	0.005493	17.192154	1.437120	0.010981	0.005493
11.5	17.679716	1.722346	0.010981	0.005493	17.598417	1.678466	0.010981	0.005493
12.0	18.104122	1.952722	0.010981	0.005493	18.022017	1.897870	0.010981	0.005493
12.5	18.666006	2.183097	0.010981	0.005493	18.642024	2.161156	0.010981	0.005493
13.0	19.254483	2.402501	0.010981	0.005493	19.254483	2.402501	0.010981	0.005493
13.5	19.886900	2.588995	0.010981	0.005493	19.888341	2.599966	0.010981	0.005493
14.0	20.465012	2.742579	0.010981	0.005493	20.466143	2.742579	0.010981	0.005493
14.5	20.934060	2.819370	0.010981	0.005493	20.913078	2.786460	0.010981	0.005493
15.0	21.136350	2.687728	0.010981	0.005493	21.073598	2.610936	0.010981	0.005493
15.5	20.607599	2.402501	0.010981	0.005493	20.583810	2.369591	0.010981	0.005493
16.0	20.179979	2.435412	0.010981	0.005493	20.178710	2.424442	0.010981	0.005493
16.5	20.082516	2.599966	0.010981	0.005493	20.081183	2.588995	0.010981	0.005493
17.0	20.298772	2.797430	0.010981	0.005493	20.298772	2.797430	0.010981	0.005493
17.5	20.704526	3.027805	0.010981	0.005493	20.703513	3.016835	0.010981	0.005493
18.0	21.194410	3.247210	0.010981	0.005493	21.194410	3.247210	0.010981	0.005493
18.5	21.617868	3.466615	0.010981	0.005493	21.618377	3.477585	0.010981	0.005493
19.0	21.940334	3.671491	0.021957	0.005493	21.959315	3.715329	0.021957	0.005493
19.5	22.413910	6.345330	0.120737	0.005493	21.350516	3.038775	0.010981	0.005493
20.0	22.492857	7.612765	0.241469	0.005493	21.207325	3.159448	0.010981	0.005493
20.5	22.493358	8.508397	0.384151	0.005493	21.293865	3.345942	0.010981	0.005493
21.0	21.492540	3.543406	0.010981	0.005493	22.493807	9.230959	0.559761	0.005493
21.5	22.494189	9.833052	0.779273	0.005493	21.759438	3.748207	0.021957	0.005493
22.0	22.494519	10.260508	1.009760	0.005493	22.002152	3.945479	0.021957	0.005493
22.5	22.494845	10.619841	1.317077	0.005493	22.205818	4.204445	0.032932	0.005493
23.0	22.490196	10.863501	1.602443	0.005493	22.351469	4.546061	0.054883	0.005493
23.5	22.490640	11.021565	1.887808	0.005493	22.423917	5.104508	0.076835	0.005493
24.0	22.491094	11.135673	2.239028	0.005493	22.476218	6.138932	0.120737	0.005493
24.5	22.474813	11.208225	2.689027	0.005493	22.492942	7.853794	0.186591	0.005493
25.0	22.460683	11.226479	3.215856	0.005493	22.493735	9.400159	0.263420	0.005493
25.5	22.434647	11.228279	3.830490	0.005493	22.482759	10.362624	0.362200	0.005493
26.0	22.438591	11.216050	4.214635	0.005493	22.494484	10.769386	0.428054	0.005493
26.5	22.467778	11.217935	4.666513	0.016479	22.494646	11.014263	0.526834	0.005493
27.0	22.493890	11.219599	4.996371	0.027466	22.473708	11.099635	0.636590	0.005493
27.5	22.494118	11.244123	5.194007	0.038452	22.391833	11.122786	0.812200	0.005493
28.0	22.494268	11.244274	5.326121	0.060425	22.231995	11.142179	1.207321	0.005493
28.5	22.494461	11.244467	5.479437	0.104370	21.983310	11.011125	2.809759	0.005493
29.0	22.494621	11.244626	5.566404	0.159302	21.986770	10.724677	4.763415	0.005493
29.5	22.494675	11.244680	5.588012	0.214233	21.936801	10.570386	5.586585	0.005493
30.0	22.494655	11.244661	5.546063	0.225220	21.787472	10.530396	5.619512	0.005493

도면52

SNR(dB)	$\theta_{2,0}(^\circ)$	$\theta_{2,-1}(^\circ)$	$\theta_{2,2}(^\circ)$	$\theta_{2,3}(^\circ)$	$\theta_{3,0}(^\circ)$	$\theta_{3,1}(^\circ)$	$\theta_{3,2}(^\circ)$	$\theta_{3,3}(^\circ)$
10.0	16.612566	1.086073	0.010981	0.005493	16.623014	1.086073	0.010981	0.005493
10.5	16.811993	1.206745	0.010981	0.005493	16.869751	1.228686	0.010981	0.005493
11.0	17.098703	1.393239	0.010981	0.005493	17.189387	1.426150	0.010981	0.005493
11.5	17.506638	1.634585	0.010981	0.005493	17.598417	1.678466	0.010981	0.005493
12.0	17.939536	1.843019	0.010981	0.005493	18.022017	1.897870	0.010981	0.005493
12.5	18.547797	2.095335	0.010981	0.005493	18.571939	2.117275	0.010981	0.005493
13.0	19.183016	2.325710	0.010981	0.005493	19.181210	2.325710	0.010981	0.005493
13.5	19.884018	2.578025	0.010981	0.005493	19.864569	2.567055	0.010981	0.005493
14.0	20.550867	2.819370	0.010981	0.005493	20.550867	2.819370	0.010981	0.005493
14.5	21.169583	3.170418	0.010981	0.005493	21.171848	3.192359	0.010981	0.005493
15.0	21.744411	3.839603	0.010981	0.005493	21.765506	3.890681	0.021957	0.005493
15.5	22.194298	5.507669	0.054883	0.005493	22.194495	5.529524	0.054883	0.005493
16.0	22.386423	6.866757	0.120737	0.005493	22.386423	6.866757	0.120737	0.005493
16.5	22.464747	7.846377	0.197566	0.005493	22.464747	7.846377	0.197566	0.005493
17.0	22.493371	8.622590	0.285371	0.005493	22.493371	8.622590	0.285371	0.005493
17.5	22.493729	9.233676	0.406103	0.005493	22.493728	9.233676	0.406103	0.005493
18.0	22.494036	9.721372	0.559761	0.005493	22.494036	9.721372	0.559761	0.005493
18.5	22.494322	10.108085	0.757322	0.005493	22.494327	10.108085	0.757322	0.005493
19.0	22.494593	10.423655	0.987809	0.005493	22.494593	10.423655	0.987809	0.005493
19.5	22.490211	11.011115	1.459760	0.005493	22.494811	10.671053	1.196346	0.005493
20.0	22.490929	11.240938	1.953662	0.005493	22.490166	10.898829	1.514638	0.005493
20.5	22.491433	11.241441	2.480491	0.005493	22.490682	11.076186	1.876833	0.005493
21.0	22.491221	11.188964	2.304881	0.005493	22.491980	11.241988	3.029271	0.005493
21.5	22.492560	11.242567	3.632929	0.005493	22.491755	11.241763	2.809759	0.005493
22.0	22.493107	11.243113	4.192684	0.005493	22.492238	11.242245	3.292685	0.005493
22.5	22.493645	11.243651	4.721283	0.016479	22.492817	11.242824	3.896343	0.005493
23.0	22.494043	11.244049	5.106717	0.038452	22.493182	11.243188	4.258538	0.005493
23.5	22.494333	11.244339	5.370603	0.071411	22.493474	11.243480	4.546017	0.016479
24.0	22.494547	11.244552	5.533896	0.137329	22.481196	11.243738	4.810515	0.027466
24.5	22.494696	11.244701	5.598634	0.214233	22.481937	11.243985	5.052161	0.038452
25.0	22.484504	11.244840	5.619845	0.335083	22.470966	11.232631	5.260912	0.060425
25.5	22.474872	11.244979	5.619984	0.477905	22.449383	11.233177	5.414323	0.093384
26.0	22.451262	11.240271	5.615290	0.642700	22.439322	11.244489	5.480306	0.137329
26.5	22.453451	11.222233	5.615762	0.895386	22.429831	11.244608	5.514037	0.203247
27.0	22.439897	11.207485	5.616513	1.268921	22.420845	11.244728	5.516515	0.335083
27.5	22.446888	11.212429	5.617501	1.774292	22.423604	11.244912	5.495986	0.543823
28.0	22.462329	11.216837	5.618380	2.235718	22.432277	11.240344	5.447448	0.840454
28.5	22.316835	11.243696	5.545081	2.477417	22.267647	11.241411	5.451740	1.400757
29.0	22.251851	11.243959	5.536970	2.609253	22.269525	11.242580	5.368956	2.081909
29.5	22.244524	11.244070	5.538257	2.664185	22.410611	11.202519	5.233773	2.543335
30.0	22.222833	11.244114	5.550381	2.686157	22.493290	11.190656	5.077990	2.796021

도면53

SNR(dB)	$\theta_{4,0}(^{\circ})$	$\theta_{4,1}(^{\circ})$	$\theta_{4,2}(^{\circ})$	$\theta_{4,3}(^{\circ})$	$\theta_{5,0}(^{\circ})$	$\theta_{5,1}(^{\circ})$	$\theta_{5,2}(^{\circ})$	$\theta_{5,3}(^{\circ})$
10.0	21.186847	4.673341	0.010981	0.005493	21.213019	4.783043	0.010981	0.005493
10.5	21.645652	5.485139	0.010981	0.005493	21.666029	5.572901	0.010981	0.005493
11.0	21.986962	6.318877	0.010981	0.005493	21.989051	6.384699	0.010981	0.005493
11.5	22.222629	7.130675	0.010981	0.005493	22.223422	7.174556	0.010981	0.005493
12.0	22.349942	7.761520	0.098786	0.005493	22.350165	7.783289	0.098786	0.005493
12.5	22.452152	8.341903	0.153664	0.005493	22.452078	8.320241	0.153664	0.005493
13.0	22.493397	8.763360	0.197566	0.005493	22.493387	8.752572	0.197566	0.005493
13.5	22.493614	9.153513	0.263420	0.005493	22.493614	9.142789	0.263420	0.005493
14.0	22.493826	9.498291	0.340249	0.005493	22.493826	9.498291	0.340249	0.005493
14.5	22.494032	9.811084	0.450005	0.005493	22.494037	9.832167	0.450005	0.005493
15.0	22.494206	10.036899	0.581712	0.005493	22.494228	10.069354	0.592688	0.005493
15.5	22.494375	10.238056	0.724395	0.005493	22.494386	10.259637	0.735371	0.005493
16.0	22.494555	10.465430	0.889029	0.005493	22.494566	10.476373	0.889029	0.005493
16.5	22.494774	10.704409	1.075614	0.005493	22.494774	10.704409	1.075614	0.005493
17.0	22.495023	10.949795	1.328053	0.005493	22.495034	10.950127	1.339028	0.005493
17.5	22.490519	11.128288	1.657321	0.005493	22.490519	11.128288	1.657321	0.005493
18.0	22.491025	11.241034	2.052442	0.005493	22.491025	11.241034	2.052442	0.005493
18.5	22.491487	11.241495	2.524393	0.005493	22.491487	11.241495	2.524393	0.005493
19.0	22.491980	11.241988	3.040246	0.005493	22.491980	11.241988	3.040246	0.005493
19.5	22.492592	11.242599	3.654880	0.005493	22.492549	11.242556	3.610978	0.005493
20.0	22.493128	11.243135	4.214635	0.005493	22.493075	11.243081	4.148782	0.005493
20.5	22.493634	11.243640	4.710329	0.016479	22.493527	11.243533	4.611742	0.016479
21.0	22.493892	11.243898	4.963573	0.027466	22.494032	11.244038	5.095806	0.038452
21.5	22.494321	11.244327	5.369595	0.060425	22.494183	11.244188	5.238413	0.049438
22.0	22.494535	11.244541	5.533531	0.115356	22.494386	11.244392	5.413905	0.082397
22.5	22.494685	11.244690	5.609116	0.192261	22.494568	11.244573	5.544775	0.148315
23.0	22.494824	11.244829	5.619834	0.324097	22.494707	11.244712	5.598688	0.225220
23.5	22.490037	11.240056	5.615076	0.532837	22.494867	11.244872	5.619877	0.368042
24.0	22.490640	11.240658	5.615677	0.851440	22.490080	11.240099	5.615119	0.565796
24.5	22.491339	11.241356	5.599219	1.213989	22.490532	11.240551	5.615569	0.796509
25.0	22.492247	11.242262	5.601922	1.675415	22.491157	11.241174	5.616192	1.104126
25.5	22.493026	11.243039	5.604240	2.081909	22.491717	11.241733	5.616750	1.400757
26.0	22.481024	11.243687	5.606171	2.411499	22.476832	11.242292	5.617307	1.686401
26.5	22.482122	11.232226	5.607330	2.609253	22.478835	11.242959	5.617973	2.015991
27.0	22.494257	11.210344	5.619346	2.730103	22.493527	11.243539	5.618552	2.312622
27.5	22.494344	11.189102	5.619475	2.785034	22.493979	11.243991	5.619003	2.554321
28.0	22.494281	11.145222	5.619496	2.807007	22.494238	11.244249	5.619260	2.686157
28.5	22.280308	11.244378	5.619389	2.752075	22.185051	11.244485	5.619496	2.807007
29.0	22.112801	11.244399	5.619410	2.763062	21.864577	11.244485	5.619496	2.807007
29.5	21.917848	11.244247	5.519611	2.785034	21.588307	11.244485	5.619496	2.807007
30.0	21.665275	11.243919	5.373462	2.763062	20.893081	10.667867	5.432364	2.807007

도면54

SNR(dB)	$\theta_{6,0}(^\circ)$	$\theta_{6,1}(^\circ)$	$\theta_{6,2}(^\circ)$	$\theta_{6,3}(^\circ)$	$\theta_{7,0}(^\circ)$	$\theta_{7,1}(^\circ)$	$\theta_{7,2}(^\circ)$	$\theta_{7,3}(^\circ)$
10.0	21.186847	4.673341	0.010981	0.005493	21.144589	4.574609	0.010981	0.005493
10.5	21.645652	5.485139	0.010981	0.005493	21.640687	5.397377	0.010981	0.005493
11.0	21.986962	6.318877	0.010981	0.005493	21.984873	6.253056	0.010981	0.005493
11.5	22.222629	7.130675	0.010981	0.005493	22.222035	7.086794	0.010981	0.005493
12.0	22.364133	7.761520	0.098786	0.005493	22.363931	7.739751	0.098786	0.005493
12.5	22.452115	8.331072	0.153664	0.005493	22.452152	8.341903	0.153664	0.005493
13.0	22.493425	8.808939	0.208542	0.005493	22.493435	8.830494	0.208542	0.005493
13.5	22.493684	9.284165	0.274395	0.005493	22.493690	9.286131	0.285371	0.005493
14.0	22.493938	9.705294	0.373176	0.005493	22.493938	9.705294	0.373176	0.005493
14.5	22.494212	10.114387	0.526834	0.005493	22.494196	10.092270	0.515859	0.005493
15.0	22.494527	10.508276	0.768297	0.005493	22.494507	10.476775	0.746346	0.005493
15.5	22.494938	10.964500	1.163419	0.005493	22.494923	10.944479	1.152443	0.005493
16.0	22.490607	11.240616	1.635370	0.005493	22.490578	11.221816	1.624394	0.005493
16.5	22.491111	11.241120	2.140247	0.005493	22.491100	11.241109	2.129272	0.005493
17.0	22.491669	11.241677	2.710978	0.005493	22.491658	11.241666	2.700003	0.005493
17.5	22.492238	11.242245	3.303661	0.005493	22.492238	11.242245	3.292685	0.005493
18.0	22.492817	11.242824	3.885368	0.005493	22.492806	11.242813	3.874392	0.005493
18.5	22.493321	11.243328	4.401221	0.005493	22.493321	11.243328	4.401221	0.005493
19.0	22.493752	11.243758	4.830825	0.016479	22.493752	11.243758	4.830825	0.016479
19.5	22.494107	11.244113	5.172184	0.038452	22.494107	11.244113	5.172184	0.038452
20.0	22.494375	11.244381	5.413486	0.071411	22.494375	11.244381	5.413486	0.071411
20.5	22.494557	11.244562	5.544453	0.126343	22.494557	11.244562	5.555193	0.126343
21.0	22.494695	11.244701	5.609148	0.203247	22.494706	11.244711	5.609180	0.214233
21.5	22.494856	11.244861	5.619866	0.357056	22.494824	11.244829	5.619834	0.324097
22.0	22.490145	11.240164	5.615183	0.587769	22.494985	11.244990	5.619995	0.499878
22.5	22.490554	11.240572	5.615591	0.796509	22.490619	11.240637	5.615655	0.829468
23.0	22.491265	11.241282	5.616299	1.159058	22.491373	11.241389	5.616406	1.213989
23.5	22.492191	11.242206	5.617222	1.631470	22.492342	11.242357	5.617372	1.708374
24.0	22.479482	11.243174	5.618187	2.125854	22.479740	11.243260	5.618273	2.169800
24.5	22.481291	11.243776	5.618788	2.433472	22.481421	11.243819	5.618831	2.455444
25.0	22.482385	11.232488	5.619174	2.642212	22.482321	11.232424	5.619153	2.631226
25.5	22.482905	11.233005	5.619346	2.752075	22.482904	11.233004	5.619346	2.730103
26.0	22.460718	11.233327	5.608424	2.796021	22.471508	11.233005	5.619346	2.719116
26.5	22.438508	11.233327	5.597481	2.807007	22.471725	11.233134	5.619389	2.752075
27.0	22.437790	11.222104	5.586473	2.807007	22.483034	11.221997	5.619410	2.763062
27.5	22.425916	11.221782	5.553449	2.807007	22.494323	11.210796	5.619410	2.763062
28.0	22.425352	11.221567	5.531434	2.807007	22.494301	11.177471	5.619432	2.774048
28.5	22.381233	11.221996	5.608295	2.774048	22.379895	11.145222	5.619496	2.807007
29.0	22.336003	11.244356	5.608166	2.752075	22.320699	11.112134	5.619496	2.807007
29.5	22.337264	11.244399	5.619410	2.763062	22.236816	11.090075	5.619496	2.807007
30.0	22.336639	11.244378	5.619389	2.752075	22.158038	11.001841	5.619496	2.807007

도면55

SNR(dB)	$\theta_{8,0}(^{\circ})$	$\theta_{8,1}(^{\circ})$	$\theta_{8,2}(^{\circ})$	$\theta_{8,3}(^{\circ})$	$\theta_{9,0}(^{\circ})$	$\theta_{9,1}(^{\circ})$	$\theta_{9,2}(^{\circ})$	$\theta_{9,3}(^{\circ})$
10.0	22.493275	8.710389	0.010981	0.005493	22.493393	8.951735	0.010981	0.005493
10.5	22.493478	9.116288	0.010981	0.005493	22.493596	9.368604	0.010981	0.005493
11.0	22.493719	9.609949	0.010981	0.005493	22.493837	9.851294	0.010981	0.005493
11.5	22.493960	10.103610	0.010981	0.005493	22.494062	10.312044	0.010981	0.005493
12.0	22.494431	10.495843	0.592688	0.005493	22.494546	10.656190	0.669517	0.005493
12.5	22.494700	10.817474	0.823175	0.005493	22.494753	10.870369	0.878053	0.005493
13.0	22.494892	11.034880	0.998785	0.005493	22.494900	11.040108	1.009760	0.005493
13.5	22.490169	11.200990	1.207321	0.005493	22.490150	11.200990	1.207321	0.005493
14.0	22.490478	11.240487	1.492687	0.005493	22.490457	11.240466	1.470736	0.005493
14.5	22.490875	11.240884	1.898784	0.005493	22.490832	11.240841	1.854882	0.005493
15.0	22.491433	11.241441	2.469515	0.005493	22.491379	11.241388	2.414637	0.005493
15.5	22.492066	11.242074	3.128051	0.005493	22.492012	11.242020	3.062198	0.005493
16.0	22.492613	11.242620	3.676831	0.005493	22.492560	11.242567	3.621953	0.005493
16.5	22.493042	11.243049	4.126831	0.005493	22.493010	11.243017	4.082928	0.005493
17.0	22.493450	11.243456	4.532928	0.005493	22.493429	11.243435	4.510977	0.005493
17.5	22.493827	11.243833	4.907504	0.016479	22.493816	11.243822	4.896550	0.016479
18.0	22.494128	11.244133	5.215024	0.027466	22.494138	11.244144	5.215024	0.027466
18.5	22.494385	11.244391	5.434805	0.060425	22.494385	11.244391	5.434805	0.060425
19.0	22.494557	11.244562	5.565814	0.115356	22.494578	11.244583	5.565932	0.115356
19.5	22.494695	11.244700	5.619705	0.192261	22.494706	11.244711	5.619716	0.203247
20.0	22.494824	11.244829	5.619834	0.324097	22.494845	11.244851	5.619856	0.346069
20.5	22.494985	11.244990	5.619995	0.510864	22.490080	11.240099	5.615119	0.554810
21.0	22.490489	11.240508	5.615526	0.763550	22.490662	11.240680	5.615698	0.851440
21.5	22.491459	11.241475	5.616492	1.257935	22.491157	11.241174	5.616192	1.104126
22.0	22.492428	11.242443	5.617458	1.752319	22.491976	11.241991	5.617007	1.521606
22.5	22.492816	11.242830	5.617844	1.950073	22.493247	11.243260	5.618273	2.169800
23.0	22.493462	11.243475	5.618488	2.279663	22.493850	11.243862	5.618874	2.477417
23.5	22.493936	11.243948	5.618960	2.521362	22.494216	11.244227	5.619239	2.664185
24.0	22.494259	11.244270	5.619282	2.686157	22.494410	11.244421	5.619432	2.763062
24.5	22.483165	11.244399	5.619410	2.752075	22.483359	11.244464	5.619475	2.796021
25.0	22.483295	11.244442	5.619453	2.785034	22.483359	11.233456	5.619496	2.807007
25.5	22.472157	11.244442	5.608424	2.796021	22.472158	11.233456	5.619496	2.807007
26.0	22.460566	11.200175	5.608488	2.807007	22.450077	11.233456	5.619496	2.807007
26.5	22.425922	11.166958	5.608488	2.807007	22.427890	11.233456	5.619496	2.807007
27.0	22.401658	11.122669	5.608488	2.807007	22.395017	11.244485	5.619496	2.807007
27.5	22.353787	11.079046	5.619496	2.807007	22.372915	11.244485	5.619496	2.807007
28.0	22.304155	11.034929	5.619496	2.807007	22.361865	11.244485	5.619496	2.807007
28.5	22.262739	11.165668	5.619389	2.741089	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007
29.0	22.223854	11.153327	5.619324	2.719116	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007
29.5	22.193520	11.128775	5.619239	2.675171	22.494475	11.233456	5.619496	2.807007
30.0	22.187770	11.104072	5.619174	2.642212	22.494388	11.189339	5.619496	2.807007

도면56

SNR(dB)	$\theta_{10,0}(^\circ)$	$\theta_{10,1}(^\circ)$	$\theta_{10,2}(^\circ)$	$\theta_{10,3}(^\circ)$	$\theta_{11,0}(^\circ)$	$\theta_{11,1}(^\circ)$	$\theta_{11,2}(^\circ)$	$\theta_{11,3}(^\circ)$
10.0	22.493505	9.182110	0.010981	0.005493	22.493393	8.951735	0.010981	0.005493
10.5	22.493725	9.620919	0.010981	0.005493	22.493596	9.368604	0.010981	0.005493
11.0	22.493955	10.092640	0.010981	0.005493	22.493837	9.851294	0.010981	0.005493
11.5	22.494164	10.520479	0.010981	0.005493	22.494062	10.312044	0.010981	0.005493
12.0	22.494683	10.825872	0.779273	0.005493	22.494552	10.656806	0.669517	0.005493
12.5	22.494938	11.041683	1.086590	0.005493	22.494867	10.994584	0.987809	0.005493
13.0	22.490325	11.182737	1.350004	0.005493	22.490217	11.181987	1.295126	0.005493
13.5	22.490618	11.240627	1.646345	0.005493	22.490596	11.240605	1.624394	0.005493
14.0	22.490972	11.240981	1.997564	0.005493	22.490993	11.241002	2.019516	0.005493
14.5	22.491444	11.241452	2.480491	0.005493	22.491508	11.241516	2.546344	0.005493
15.0	22.492109	11.242117	3.160978	0.005493	22.492206	11.242213	3.259758	0.005493
15.5	22.492903	11.242910	3.973172	0.005493	22.492999	11.243006	4.071953	0.005493
16.0	22.493536	11.243542	4.631708	0.005493	22.493622	11.243628	4.719513	0.005493
16.5	22.493998	11.244004	5.082770	0.016479	22.494062	11.244068	5.148495	0.016479
17.0	22.494310	11.244315	5.379497	0.038452	22.494353	11.244358	5.412650	0.049438
17.5	22.494502	11.244508	5.543649	0.071411	22.494534	11.244540	5.565460	0.082397
18.0	22.494641	11.244646	5.619652	0.137329	22.494652	11.244657	5.619662	0.159302
18.5	22.494749	11.244754	5.619759	0.247192	22.494781	11.244786	5.619791	0.280151
19.0	22.494931	11.244936	5.619941	0.433960	22.494991	11.244996	5.615011	0.510864
19.5	22.490296	11.240314	5.615333	0.664673	22.490554	11.240572	5.615591	0.796509
20.0	22.490920	11.240938	5.615956	0.983276	22.491308	11.241325	5.616342	1.181030
20.5	22.491782	11.241798	5.616814	1.400757	22.492256	11.242271	5.617286	1.664429
21.0	22.492601	11.242615	5.617629	1.840210	22.493161	11.243174	5.618187	2.125854
21.5	22.493828	11.243840	5.618852	2.466431	22.493311	11.243324	5.618337	2.202759
22.0	22.494216	11.244227	5.619239	2.664185	22.493850	11.243862	5.618874	2.477417
22.5	22.494195	11.244206	5.619217	2.653198	22.494388	11.244399	5.619410	2.763062
23.0	22.494388	11.244399	5.619410	2.752075	22.494453	11.244464	5.619475	2.796021
23.5	22.494453	11.244464	5.619475	2.796021	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007
24.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007
24.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007
25.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007
25.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.483424	11.244485	5.619496	2.807007
26.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494453	11.233456	5.619496	2.807007
26.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494432	11.211398	5.619496	2.807007
27.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.796021	22.494388	11.189339	5.619496	2.807007
27.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.796021	22.494367	11.167280	5.619496	2.796021
28.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.796021	22.494302	11.122670	5.619475	2.796021
28.5	22.494475	11.244485	5.608488	2.807007	22.494410	11.244421	5.619432	2.763062
29.0	21.784551	11.244378	5.586323	2.796021	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007
29.5	21.315453	11.064842	5.439831	2.752075	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007
30.0	21.225825	11.025795	5.415798	2.730103	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007

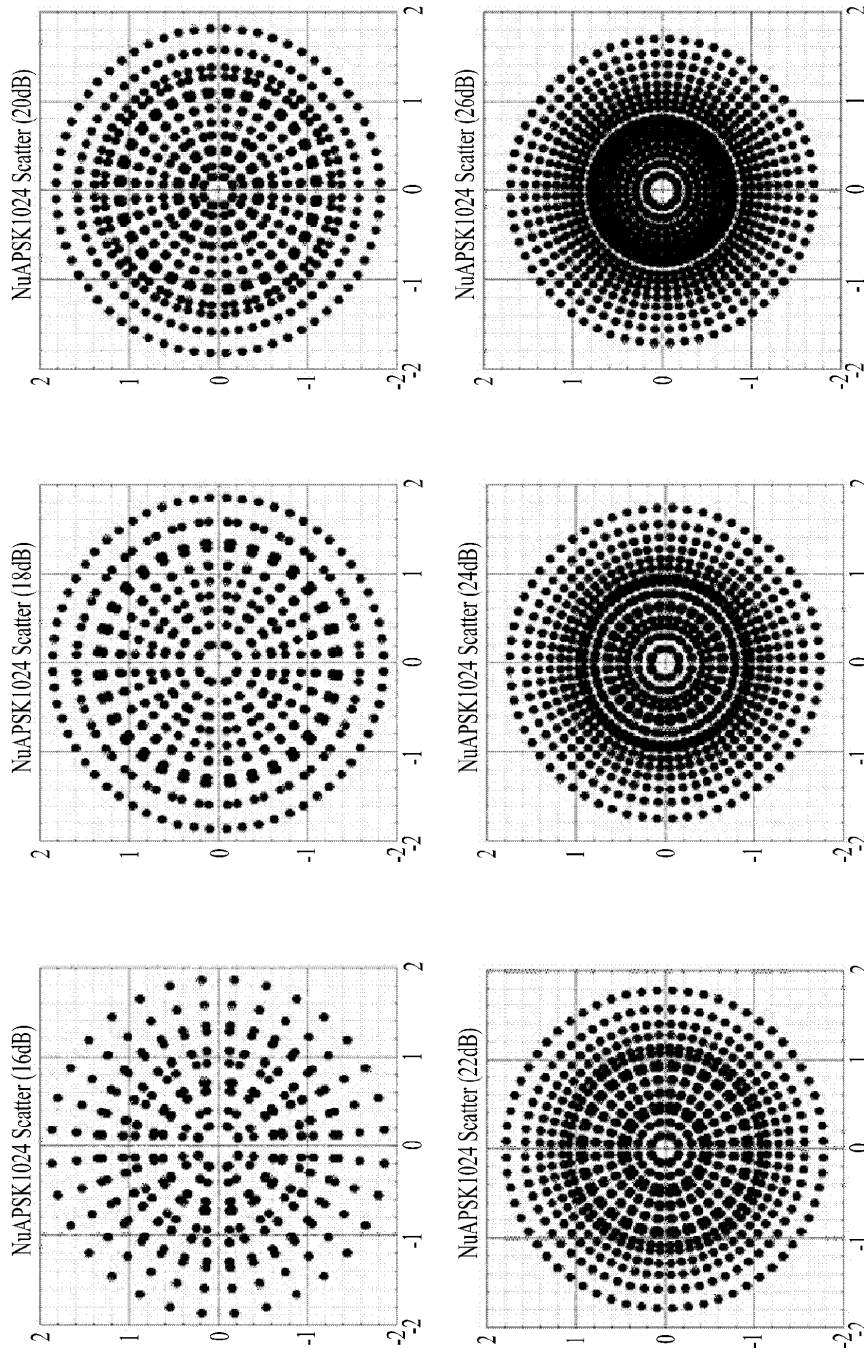
도면57

SNR(dB)	$\theta_{12,0}(^\circ)$	$\theta_{12,1}(^\circ)$	$\theta_{12,2}(^\circ)$	$\theta_{12,3}(^\circ)$	$\theta_{13,0}(^\circ)$	$\theta_{13,1}(^\circ)$	$\theta_{13,2}(^\circ)$	$\theta_{13,3}(^\circ)$
10.0	22.494507	11.222574	0.010981	0.005493	22.494501	11.222574	0.010981	0.005493
10.5	22.500000	11.250000	0.000000	0.000000	22.500000	11.250000	0.000000	0.000000
11.0	22.500000	11.250000	0.000000	0.000000	22.500000	11.250000	0.000000	0.000000
11.5	22.500000	11.250000	0.000000	0.000000	22.500000	11.250000	0.000000	0.000000
12.0	22.491551	11.241559	2.601222	0.005493	22.491251	11.241259	2.282930	0.005493
12.5	22.492055	11.242063	3.117076	0.005493	22.492002	11.242009	3.062198	0.005493
13.0	22.492409	11.242417	3.479270	0.005493	22.492602	11.242610	3.676831	0.005493
13.5	22.492796	11.242803	3.863416	0.005493	22.493107	11.243113	4.181709	0.005493
14.0	22.493171	11.243178	4.247562	0.005493	22.493547	11.243553	4.631708	0.005493
14.5	22.493568	11.243574	4.653659	0.005493	22.493911	11.243917	5.004879	0.005493
15.0	22.493965	11.243971	5.059757	0.005493	22.494212	11.244217	5.312195	0.005493
15.5	22.494276	11.244282	5.378049	0.005493	22.494394	11.244400	5.498781	0.005493
16.0	22.494459	11.244464	5.564634	0.005493	22.494480	11.244485	5.597561	0.005493
16.5	22.494598	11.244603	5.619609	0.093384	22.494641	11.244646	5.619652	0.148315
17.0	22.494706	11.244711	5.619716	0.203247	22.494802	11.244808	5.619813	0.313110
17.5	22.494802	11.244808	5.619813	0.302124	22.494942	11.244947	5.619952	0.444946
18.0	22.494991	11.244996	5.615011	0.521851	22.490425	11.240443	5.615462	0.741577
18.5	22.490640	11.240658	5.615677	0.851440	22.491222	11.241239	5.616256	1.148071
19.0	22.491653	11.241669	5.616685	1.367798	22.492364	11.242378	5.617393	1.730347
19.5	22.492579	11.242593	5.617608	1.829224	22.493311	11.243324	5.618337	2.213745
20.0	22.493268	11.243281	5.618294	2.191772	22.493936	11.243948	5.618960	2.532349
20.5	22.493807	11.243819	5.618831	2.455444	22.494259	11.244270	5.619282	2.697144
21.0	22.494173	11.244184	5.619196	2.642212	22.494410	11.244421	5.619432	2.774048
21.5	22.494453	11.244464	5.619475	2.796021	22.494388	11.244399	5.619410	2.752075
22.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494453	11.244464	5.619475	2.796021
22.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007
23.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007
23.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007
24.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.483424	11.244485	5.619496	2.807007
24.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.483424	11.244485	5.619496	2.807007
25.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.472265	11.233456	5.619496	2.807007
25.5	22.483359	11.233456	5.619496	2.807007	22.449883	11.233392	5.608488	2.807007
26.0	22.483359	11.233456	5.619496	2.807007	22.416471	11.222319	5.608488	2.807007
26.5	22.494432	11.222427	5.619496	2.807007	22.360245	11.222319	5.608488	2.807007
27.0	22.494453	11.233456	5.619496	2.807007	22.245510	11.199981	5.597481	2.807007
27.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.136875	11.144405	5.597481	2.807007
28.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	21.698923	11.011421	5.507616	2.763062
28.5	22.493915	10.946695	5.619496	2.807007	21.034963	10.847852	5.327886	2.642212
29.0	22.492582	10.521678	5.525962	2.642212	20.868633	10.751399	5.303403	2.631226
29.5	22.492292	10.465598	5.500406	2.587280	20.751490	10.680564	5.257977	2.642212
30.0	22.492207	10.456960	5.487553	2.576294	20.670181	10.637173	5.244931	2.631226

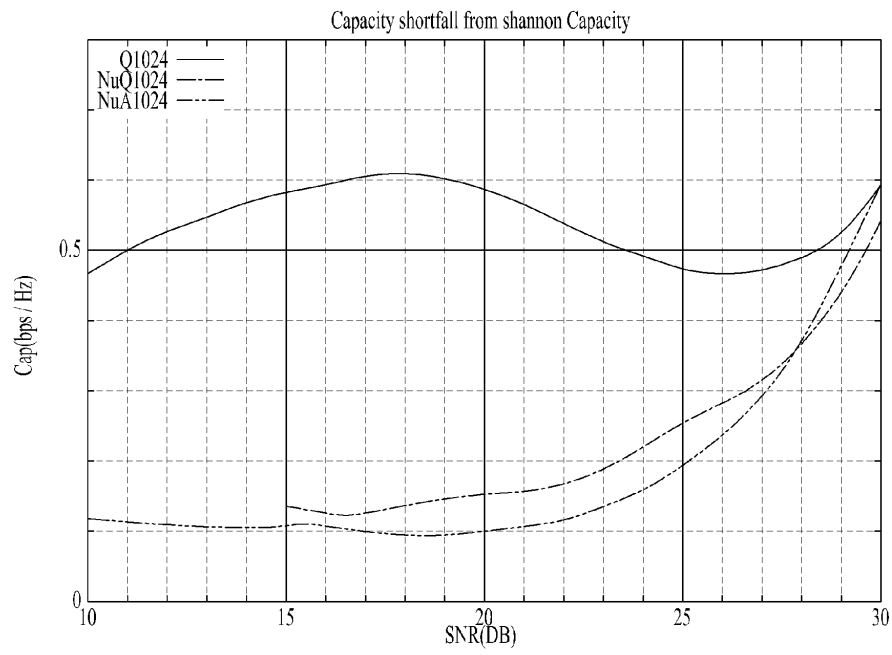
도면58

SNR(dB)	$\theta_{140}(^{\circ})$	$\theta_{141}(^{\circ})$	$\theta_{142}(^{\circ})$	$\theta_{143}(^{\circ})$	$\theta_{15,0}(^{\circ})$	$\theta_{15,1}(^{\circ})$	$\theta_{15,2}(^{\circ})$	$\theta_{15,3}(^{\circ})$	cap.(bps/Hz)
10.0	22.494501	11.222574	0.010981	0.005493	22.494507	11.244510	0.005493	0.000000	3.342828
10.5	22.494507	11.244510	0.005493	0.000000	22.494507	11.244510	0.005493	0.000000	3.497162
11.0	22.494507	11.244510	0.005493	0.000000	22.494507	11.244510	0.005493	0.000000	3.652401
11.5	22.494507	11.244510	0.005493	0.000000	22.494528	11.244531	0.043908	0.005493	3.807752
12.0	22.491562	11.241570	2.601222	0.005493	22.493632	11.243639	4.719513	0.005493	3.966553
12.5	22.492667	11.242674	3.731709	0.005493	22.494137	11.244142	5.235366	0.005493	4.124407
13.0	22.493622	11.243628	4.686586	0.005493	22.494394	11.244400	5.509756	0.005493	4.283277
13.5	22.494137	11.244142	5.202439	0.005493	22.494491	11.244496	5.608537	0.005493	4.442871
14.0	22.494394	11.244400	5.509756	0.005493	22.494501	11.244507	5.619512	0.005493	4.602573
14.5	22.494496	11.244501	5.619507	0.000000	22.494496	11.244501	5.619507	0.000000	4.761979
15.0	22.494496	11.244501	5.619507	0.000000	22.494496	11.244501	5.619507	0.000000	4.920976
15.5	22.494496	11.244501	5.619507	0.000000	22.494496	11.244501	5.619507	0.000000	5.081011
16.0	22.494496	11.244501	5.619507	0.000000	22.494496	11.244501	5.619507	0.000000	5.243850
16.5	22.490123	11.240142	5.615162	0.587769	22.491717	11.241733	5.616750	1.400757	5.409066
17.0	22.491157	11.241174	5.616192	1.115112	22.493505	11.243518	5.618531	2.312622	5.575854
17.5	22.491717	11.241733	5.616750	1.400757	22.493979	11.243991	5.619003	2.554321	5.742414
18.0	22.492837	11.242851	5.617865	1.972046	22.494281	11.244292	5.619303	2.708130	5.908021
18.5	22.493548	11.243561	5.618573	2.334595	22.494410	11.244421	5.619432	2.774048	6.072071
19.0	22.494044	11.244055	5.619067	2.587280	22.494453	11.244464	5.619475	2.796021	6.234444
19.5	22.494302	11.244313	5.619324	2.719116	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	6.396056
20.0	22.494410	11.244421	5.619432	2.774048	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	6.558030
20.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	6.719893
21.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	6.881454
21.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	7.042342
22.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	7.202358
22.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	7.359547
23.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	7.515818
23.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	7.670111
24.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	7.822287
24.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	7.972395
25.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	8.120232
25.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	8.265385
26.0	22.494475	11.244485	5.608488	2.807007	22.438983	11.233456	5.619496	2.807007	8.410629
26.5	22.494475	11.244485	5.608488	2.807007	22.359711	11.200368	5.619496	2.807007	8.552122
27.0	22.494453	11.244464	5.608488	2.807007	22.276948	11.145222	5.619496	2.807007	8.688445
27.5	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.108666	11.003593	5.520018	2.796021	8.818895
28.0	22.494475	11.244485	5.619496	2.807007	22.092605	10.928838	5.475236	2.785034	8.942272
28.5	22.494432	11.211398	5.619496	2.807007	21.376696	10.896539	5.421849	2.653198	9.063653
29.0	22.494060	11.086336	5.619367	2.741089	21.207588	10.851373	5.478820	2.631226	9.175644
29.5	22.493557	10.961873	5.619131	2.609253	21.199392	10.857246	5.459164	2.697144	9.281433
30.0	22.493298	10.917133	5.618960	2.532349	21.200541	10.825777	5.450388	2.741089	9.377338

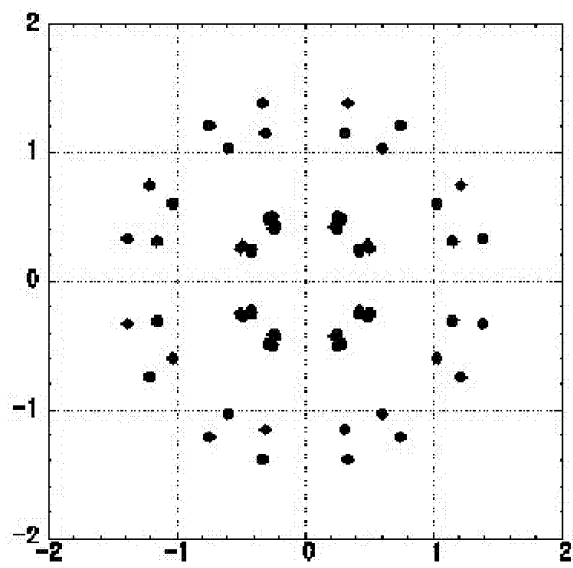
도면59



도면60



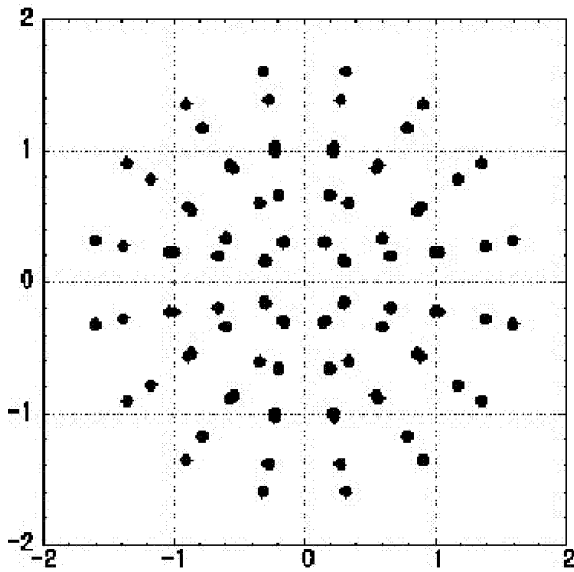
도면61



도면62

$b_0, b_1, \dots, b_5$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$b_0/b_1, \dots, b_5$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$b_0/b_1, \dots, b_5$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$b_0/b_1, \dots, b_5$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$
000000	0.2304	0.4223	010000	-0.2304	0.4223	100000	0.2304	-0.4223	110000	-0.2304	-0.4223
000001	0.2471	0.4128	010001	-0.2471	0.4128	100001	0.2471	-0.4128	110001	-0.2471	-0.4128
000010	0.2521	0.5033	010010	-0.2521	0.5033	100010	0.2521	-0.5033	110010	-0.2521	-0.5033
000011	0.2810	0.4877	010011	-0.2810	0.4877	100011	0.2810	-0.4877	110011	-0.2810	-0.4877
000100	0.4223	0.2304	010100	-0.4223	0.2304	100100	0.4223	-0.2304	110100	-0.4223	-0.2304
000101	0.4128	0.2471	010101	-0.4128	0.2471	100101	0.4128	-0.2471	110101	-0.4128	-0.2471
000110	0.5033	0.2521	010110	-0.5033	0.2521	100110	0.5033	-0.2521	110110	-0.5033	-0.2521
000111	0.4877	0.2810	010111	-0.4877	0.2810	100111	0.4877	-0.2810	110111	-0.4877	-0.2810
001000	0.3324	1.3847	011000	-0.3324	1.3847	101000	0.3324	-1.3847	111000	-0.3324	-1.3847
001001	0.7441	1.2142	011001	-0.7441	1.2142	101001	0.7441	-1.2142	111001	-0.7441	-1.2142
001010	0.3094	1.1524	011010	-0.3094	1.1524	101010	0.3094	-1.1524	111010	-0.3094	-1.1524
001011	0.6024	1.0300	011011	-0.6024	1.0300	101011	0.6024	-1.0300	111011	-0.6024	-1.0300
001100	1.3847	0.3324	011100	-1.3847	0.3324	101100	1.3847	-0.3324	111100	-1.3847	-0.3324
001101	1.2142	0.7441	011101	-1.2142	0.7441	101101	1.2142	-0.7441	111101	-1.2142	-0.7441
001110	1.1524	0.3094	011110	-1.1524	0.3094	101110	1.1524	-0.3094	111110	-1.1524	-0.3094
001111	1.0300	0.6024	011111	-1.0300	0.6024	101111	1.0300	-0.6024	111111	-1.0300	-0.6024

도면63



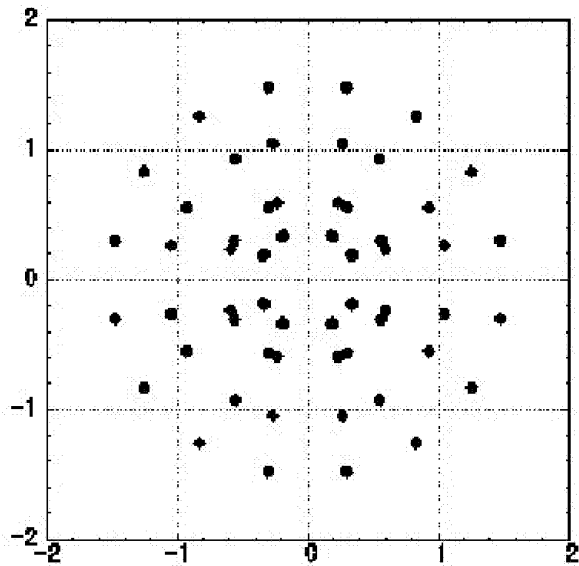
도면64

$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$
00000000	0.1524	0.3087	01000000	-0.1524	0.3087	10000000	0.1524	-0.3087	11000000	-0.1524	-0.3087
00000001	0.1525	0.3087	01000001	-0.1525	0.3087	10000001	0.1525	-0.3087	11000001	-0.1525	-0.3087
00000010	0.1513	0.3043	01000010	-0.1513	0.3043	10000010	0.1513	-0.3043	11000010	-0.1513	-0.3043
00000011	0.1513	0.3043	01000011	-0.1513	0.3043	10000011	0.1513	-0.3043	11000011	-0.1513	-0.3043
00000100	0.1682	0.3004	01000100	-0.1682	0.3004	10000100	0.1682	-0.3004	11000100	-0.1682	-0.3004
00000101	0.1682	0.3005	01000101	-0.1682	0.3005	10000101	0.1682	-0.3005	11000101	-0.1682	-0.3005
00000110	0.1663	0.2964	01000110	-0.1663	0.2964	10000110	0.1663	-0.2964	11000110	-0.1663	-0.2964
00000111	0.1663	0.2964	01000111	-0.1663	0.2964	10000111	0.1663	-0.2964	11000111	-0.1663	-0.2964
00001000	0.1964	0.6584	01001000	-0.1964	0.6584	10001000	0.1964	-0.6584	11001000	-0.1964	-0.6584
00001001	0.1965	0.6583	01001001	-0.1965	0.6583	10001001	0.1965	-0.6583	11001001	-0.1965	-0.6583
00001010	0.1967	0.6652	01001010	-0.1967	0.6652	10001010	0.1967	-0.6652	11001010	-0.1967	-0.6652
00001011	0.1968	0.6652	01001011	-0.1968	0.6652	10001011	0.1968	-0.6652	11001011	-0.1968	-0.6652
00001100	0.3371	0.5987	01001100	-0.3371	0.5987	10001100	0.3371	-0.5987	11001100	-0.3371	-0.5987
00001101	0.3370	0.5987	01001101	-0.3370	0.5987	10001101	0.3370	-0.5987	11001101	-0.3370	-0.5987
00001110	0.3414	0.6039	01001110	-0.3414	0.6039	10001110	0.3414	-0.6039	11001110	-0.3414	-0.6039
00001111	0.3413	0.6039	01001111	-0.3413	0.6039	10001111	0.3413	-0.6039	11001111	-0.3413	-0.6039
00010000	0.3087	0.1524	01010000	-0.3087	0.1524	10010000	0.3087	-0.1524	11010000	-0.3087	-0.1524
00010001	0.3087	0.1525	01010001	-0.3087	0.1525	10010001	0.3087	-0.1525	11010001	-0.3087	-0.1525
00010010	0.3043	0.1513	01010010	-0.3043	0.1513	10010010	0.3043	-0.1513	11010010	-0.3043	-0.1513
00010011	0.3043	0.1513	01010011	-0.3043	0.1513	10010011	0.3043	-0.1513	11010011	-0.3043	-0.1513
00010100	0.3004	0.1682	01010100	-0.3004	0.1682	10010100	0.3004	-0.1682	11010100	-0.3004	-0.1682
00010101	0.3005	0.1682	01010101	-0.3005	0.1682	10010101	0.3005	-0.1682	11010101	-0.3005	-0.1682
00010110	0.2964	0.1663	01010110	-0.2964	0.1663	10010110	0.2964	-0.1663	11010110	-0.2964	-0.1663
00010111	0.2964	0.1663	01010111	-0.2964	0.1663	10010111	0.2964	-0.1663	11010111	-0.2964	-0.1663
00011000	0.6584	0.1964	01011000	-0.6584	0.1964	10011000	0.6584	-0.1964	11011000	-0.6584	-0.1964
00011001	0.6583	0.1965	01011001	-0.6583	0.1965	10011001	0.6583	-0.1965	11011001	-0.6583	-0.1965
00011010	0.6652	0.1967	01011010	-0.6652	0.1967	10011010	0.6652	-0.1967	11011010	-0.6652	-0.1967
00011011	0.6652	0.1968	01011011	-0.6652	0.1968	10011011	0.6652	-0.1968	11011011	-0.6652	-0.1968
00011100	0.5987	0.3371	01011100	-0.5987	0.3371	10011100	0.5987	-0.3371	11011100	-0.5987	-0.3371
00011101	0.5987	0.3370	01011101	-0.5987	0.3370	10011101	0.5987	-0.3370	11011101	-0.5987	-0.3370
00011110	0.6039	0.3414	01011110	-0.6039	0.3414	10011110	0.6039	-0.3414	11011110	-0.6039	-0.3414
00011111	0.6039	0.3413	01011111	-0.6039	0.3413	10011111	0.6039	-0.3413	11011111	-0.6039	-0.3413

도면65

$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$
00000000	0.1524	0.3087	01000000	-0.1524	0.3087	10000000	0.1524	-0.3087	11000000	-0.1524	-0.3087
00000001	0.1525	0.3087	01000001	-0.1525	0.3087	10000001	0.1525	-0.3087	11000001	-0.1525	-0.3087
00000010	0.1513	0.3043	01000010	-0.1513	0.3043	10000010	0.1513	-0.3043	11000010	-0.1513	-0.3043
00000011	0.1513	0.3043	01000011	-0.1513	0.3043	10000011	0.1513	-0.3043	11000011	-0.1513	-0.3043
00000100	0.1682	0.3004	01000100	-0.1682	0.3004	10000100	0.1682	-0.3004	11000100	-0.1682	-0.3004
00000101	0.1682	0.3005	01000101	-0.1682	0.3005	10000101	0.1682	-0.3005	11000101	-0.1682	-0.3005
00000110	0.1663	0.2964	01000110	-0.1663	0.2964	10000110	0.1663	-0.2964	11000110	-0.1663	-0.2964
00000111	0.1663	0.2964	01000111	-0.1663	0.2964	10000111	0.1663	-0.2964	11000111	-0.1663	-0.2964
00001000	0.1964	0.6584	01001000	-0.1964	0.6584	10001000	0.1964	-0.6584	11001000	-0.1964	-0.6584
00001001	0.1965	0.6583	01001001	-0.1965	0.6583	10001001	0.1965	-0.6583	11001001	-0.1965	-0.6583
00001010	0.1967	0.6652	01001010	-0.1967	0.6652	10001010	0.1967	-0.6652	11001010	-0.1967	-0.6652
00001011	0.1968	0.6652	01001011	-0.1968	0.6652	10001011	0.1968	-0.6652	11001011	-0.1968	-0.6652
00001100	0.3371	0.5987	01001100	-0.3371	0.5987	10001100	0.3371	-0.5987	11001100	-0.3371	-0.5987
00001101	0.3370	0.5987	01001101	-0.3370	0.5987	10001101	0.3370	-0.5987	11001101	-0.3370	-0.5987
00001110	0.3414	0.6039	01001110	-0.3414	0.6039	10001110	0.3414	-0.6039	11001110	-0.3414	-0.6039
00001111	0.3413	0.6039	01001111	-0.3413	0.6039	10001111	0.3413	-0.6039	11001111	-0.3413	-0.6039
00010000	0.3087	0.1524	01010000	-0.3087	0.1524	10010000	0.3087	-0.1524	11010000	-0.3087	-0.1524
00010001	0.3087	0.1525	01010001	-0.3087	0.1525	10010001	0.3087	-0.1525	11010001	-0.3087	-0.1525
00010010	0.3043	0.1513	01010010	-0.3043	0.1513	10010010	0.3043	-0.1513	11010010	-0.3043	-0.1513
00010011	0.3043	0.1513	01010011	-0.3043	0.1513	10010011	0.3043	-0.1513	11010011	-0.3043	-0.1513
00010100	0.3004	0.1682	01010100	-0.3004	0.1682	10010100	0.3004	-0.1682	11010100	-0.3004	-0.1682
00010101	0.3005	0.1682	01010101	-0.3005	0.1682	10010101	0.3005	-0.1682	11010101	-0.3005	-0.1682
00010110	0.2964	0.1663	01010110	-0.2964	0.1663	10010110	0.2964	-0.1663	11010110	-0.2964	-0.1663
00010111	0.2964	0.1663	01010111	-0.2964	0.1663	10010111	0.2964	-0.1663	11010111	-0.2964	-0.1663
00011000	0.6584	0.1964	01011000	-0.6584	0.1964	10011000	0.6584	-0.1964	11011000	-0.6584	-0.1964
00011001	0.6583	0.1965	01011001	-0.6583	0.1965	10011001	0.6583	-0.1965	11011001	-0.6583	-0.1965
00011010	0.6652	0.1967	01011010	-0.6652	0.1967	10011010	0.6652	-0.1967	11011010	-0.6652	-0.1967
00011011	0.6652	0.1968	01011011	-0.6652	0.1968	10011011	0.6652	-0.1968	11011011	-0.6652	-0.1968
00011100	0.5987	0.3371	01011100	-0.5987	0.3371	10011100	0.5987	-0.3371	11011100	-0.5987	-0.3371
00011101	0.5987	0.3370	01011101	-0.5987	0.3370	10011101	0.5987	-0.3370	11011101	-0.5987	-0.3370
00011110	0.6039	0.3414	01011110	-0.6039	0.3414	10011110	0.6039	-0.3414	11011110	-0.6039	-0.3414
00011111	0.6039	0.3413	01011111	-0.6039	0.3413	10011111	0.6039	-0.3413	11011111	-0.6039	-0.3413

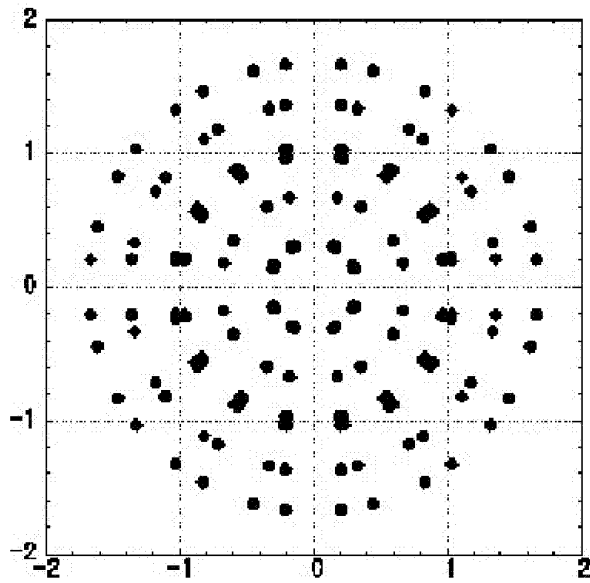
도면66



도면67

$b_0, b_1, \dots, b_5$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$b_0, b_1, \dots, b_5$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$b_0, b_1, \dots, b_5$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$b_0, b_1, \dots, b_5$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$
000000	0.1818	0.3417	010000	-0.1818	0.3417	100000	0.1818	-0.3417	110000	-0.1818	-0.3417
000001	0.1932	0.3354	010001	-0.1932	0.3354	100001	0.1932	-0.3354	110001	-0.1932	-0.3354
000010	0.2339	0.5929	010010	-0.2339	0.5929	100010	0.2339	-0.5929	110010	-0.2339	-0.5929
000011	0.3030	0.5607	010011	-0.3030	0.5607	100011	0.3030	-0.5607	110011	-0.3030	-0.5607
000100	0.3417	0.1818	010100	-0.3417	0.1818	100100	0.3417	-0.1818	110100	-0.3417	-0.1818
000101	0.3354	0.1932	010101	-0.3354	0.1932	100101	0.3354	-0.1932	110101	-0.3354	-0.1932
000110	0.5929	0.2339	010110	-0.5929	0.2339	100110	0.5929	-0.2339	110110	-0.5929	-0.2339
000111	0.5607	0.3030	010111	-0.5607	0.3030	100111	0.5607	-0.3030	110111	-0.5607	-0.3030
001000	0.3007	1.4778	011000	-0.3007	1.4778	101000	0.3007	-1.4778	111000	-0.3007	-1.4778
001001	0.8324	1.2575	011001	-0.8324	1.2575	101001	0.8324	-1.2575	111001	-0.8324	-1.2575
001010	0.2662	1.0483	011010	-0.2662	1.0483	101010	0.2662	-1.0483	111010	-0.2662	-1.0483
001011	0.5530	0.9295	011011	-0.5530	0.9295	101011	0.5530	-0.9295	111011	-0.5530	-0.9295
001100	1.4778	0.3007	011100	-1.4778	0.3007	101100	1.4778	-0.3007	111100	-1.4778	-0.3007
001101	1.2575	0.8324	011101	-1.2575	0.8324	101101	1.2575	-0.8324	111101	-1.2575	-0.8324
001110	1.0483	0.2662	011110	-1.0483	0.2662	101110	1.0483	-0.2662	111110	-1.0483	-0.2662
001111	0.9295	0.5530	011111	-0.9295	0.5530	101111	0.9295	-0.5530	111111	-0.9295	-0.5530

도면68



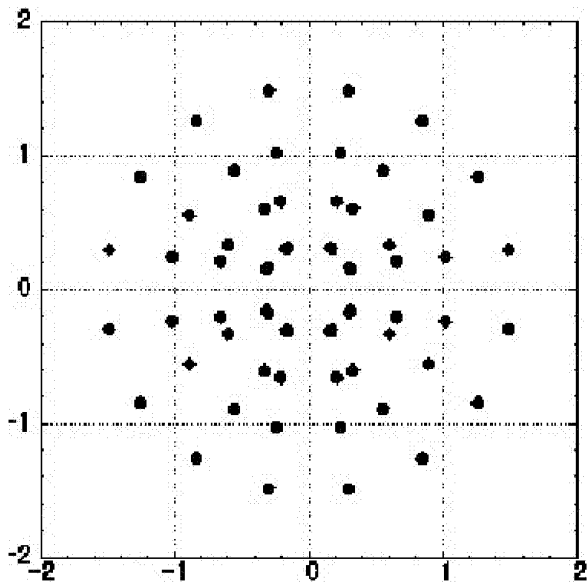
도면69

$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	Re(e)	Im(e)
00000000	0.1430	0.3078	01000000	-0.1430	0.3078	10000000	0.1430	-0.3078	11000000	-0.1430	-0.3078
00000001	0.1430	0.3077	01000001	-0.1430	0.3077	10000001	0.1430	-0.3077	11000001	-0.1430	-0.3077
00000010	0.1413	0.3003	01000010	-0.1413	0.3003	10000010	0.1413	-0.3003	11000010	-0.1413	-0.3003
00000011	0.1414	0.3002	01000011	-0.1414	0.3002	10000011	0.1414	-0.3002	11000011	-0.1414	-0.3002
00000100	0.1637	0.2973	01000100	-0.1637	0.2973	10000100	0.1637	-0.2973	11000100	-0.1637	-0.2973
00000101	0.1636	0.2973	01000101	-0.1636	0.2973	10000101	0.1636	-0.2973	11000101	-0.1636	-0.2973
00000110	0.1604	0.2905	01000110	-0.1604	0.2905	10000110	0.1604	-0.2905	11000110	-0.1604	-0.2905
00000111	0.1603	0.2905	01000111	-0.1603	0.2905	10000111	0.1603	-0.2905	11000111	-0.1603	-0.2905
00001000	0.1768	0.6686	01001000	-0.1768	0.6686	10001000	0.1768	-0.6686	11001000	-0.1768	-0.6686
00001001	0.1793	0.6679	01001001	-0.1793	0.6679	10001001	0.1793	-0.6679	11001001	-0.1793	-0.6679
00001010	0.1769	0.6707	01001010	-0.1769	0.6707	10001010	0.1769	-0.6707	11001010	-0.1769	-0.6707
00001011	0.1793	0.6700	01001011	-0.1793	0.6700	10001011	0.1793	-0.6700	11001011	-0.1793	-0.6700
00001100	0.3506	0.5961	01001100	-0.3506	0.5961	10001100	0.3506	-0.5961	11001100	-0.3506	-0.5961
00001101	0.3484	0.5974	01001101	-0.3484	0.5974	10001101	0.3484	-0.5974	11001101	-0.3484	-0.5974
00001110	0.3523	0.5975	01001110	-0.3523	0.5975	10001110	0.3523	-0.5975	11001110	-0.3523	-0.5975
00001111	0.3501	0.5987	01001111	-0.3501	0.5987	10001111	0.3501	-0.5987	11001111	-0.3501	-0.5987
00010000	0.3078	0.1430	01010000	-0.3078	0.1430	10010000	0.3078	-0.1430	11010000	-0.3078	-0.1430
00010001	0.3077	0.1430	01010001	-0.3077	0.1430	10010001	0.3077	-0.1430	11010001	-0.3077	-0.1430
00010010	0.3003	0.1413	01010010	-0.3003	0.1413	10010010	0.3003	-0.1413	11010010	-0.3003	-0.1413
00010011	0.3002	0.1414	01010011	-0.3002	0.1414	10010011	0.3002	-0.1414	11010011	-0.3002	-0.1414
00010100	0.2973	0.1637	01010100	-0.2973	0.1637	10010100	0.2973	-0.1637	11010100	-0.2973	-0.1637
00010101	0.2973	0.1636	01010101	-0.2973	0.1636	10010101	0.2973	-0.1636	11010101	-0.2973	-0.1636
00010110	0.2905	0.1604	01010110	-0.2905	0.1604	10010110	0.2905	-0.1604	11010110	-0.2905	-0.1604
00010111	0.2905	0.1603	01010111	-0.2905	0.1603	10010111	0.2905	-0.1603	11010111	-0.2905	-0.1603
00011000	0.6686	0.1768	01011000	-0.6686	0.1768	10011000	0.6686	-0.1768	11011000	-0.6686	-0.1768
00011001	0.6679	0.1793	01011001	-0.6679	0.1793	10011001	0.6679	-0.1793	11011001	-0.6679	-0.1793
00011010	0.6707	0.1769	01011010	-0.6707	0.1769	10011010	0.6707	-0.1769	11011010	-0.6707	-0.1769
00011011	0.6700	0.1793	01011011	-0.6700	0.1793	10011011	0.6700	-0.1793	11011011	-0.6700	-0.1793
00011100	0.5961	0.3506	01011100	-0.5961	0.3506	10011100	0.5961	-0.3506	11011100	-0.5961	-0.3506
00011101	0.5974	0.3484	01011101	-0.5974	0.3484	10011101	0.5974	-0.3484	11011101	-0.5974	-0.3484
00011110	0.5975	0.3523	01011110	-0.5975	0.3523	10011110	0.5975	-0.3523	11011110	-0.5975	-0.3523
00011111	0.5987	0.3501	01011111	-0.5987	0.3501	10011111	0.5987	-0.3501	11011111	-0.5987	-0.3501

도면70

00100000	0.2071	1.6690	01100000	-0.2071	1.6690	10100000	0.2071	-1.6690	11100000	-0.2071	-1.6690
00100001	0.4482	1.6210	01100001	-0.4482	1.6210	10100001	0.4482	-1.6210	11100001	-0.4482	-1.6210
00100010	0.2080	1.3641	01100010	-0.2080	1.3641	10100010	0.2080	-1.3641	11100010	-0.2080	-1.3641
00100011	0.3307	1.3397	01100011	-0.3307	1.3397	10100011	0.3307	-1.3397	11100011	-0.3307	-1.3397
00100100	1.0341	1.3264	01100100	-1.0341	1.3264	10100100	1.0341	-1.3264	11100100	-1.0341	-1.3264
00100101	0.8297	1.4630	01100101	-0.8297	1.4630	10100101	0.8297	-1.4630	11100101	-0.8297	-1.4630
00100110	0.8178	1.1114	01100110	-0.8178	1.1114	10100110	0.8178	-1.1114	11100110	-0.8178	-1.1114
00100111	0.7138	1.1809	01100111	-0.7138	1.1809	10100111	0.7138	-1.1809	11100111	-0.7138	-1.1809
00101000	0.1957	0.9674	01101000	-0.1957	0.9674	10101000	0.1957	-0.9674	11101000	-0.1957	-0.9674
00101001	0.2170	0.9629	01101001	-0.2170	0.9629	10101001	0.2170	-0.9629	11101001	-0.2170	-0.9629
00101010	0.1977	1.0341	01101010	-0.1977	1.0341	10101010	0.1977	-1.0341	11101010	-0.1977	-1.0341
00101011	0.2288	1.0277	01101011	-0.2288	1.0277	10101011	0.2288	-1.0277	11101011	-0.2288	-1.0277
00101100	0.5458	0.8224	01101100	-0.5458	0.8224	10101100	0.5458	-0.8224	11101100	-0.5458	-0.8224
00101101	0.5276	0.8342	01101101	-0.5276	0.8342	10101101	0.5276	-0.8342	11101101	-0.5276	-0.8342
00101110	0.5916	0.8709	01101110	-0.5916	0.8709	10101110	0.5916	-0.8709	11101110	-0.5916	-0.8709
00101111	0.5651	0.8883	01101111	-0.5651	0.8883	10101111	0.5651	-0.8883	11101111	-0.5651	-0.8883
00110000	1.6690	0.2071	01110000	-1.6690	0.2071	10110000	1.6690	-0.2071	11110000	-1.6690	-0.2071
00110001	1.6210	0.4482	01110001	-1.6210	0.4482	10110001	1.6210	-0.4482	11110001	-1.6210	-0.4482
00110010	1.3641	0.2080	01110010	-1.3641	0.2080	10110010	1.3641	-0.2080	11110010	-1.3641	-0.2080
00110011	1.3397	0.3307	01110011	-1.3397	0.3307	10110011	1.3397	-0.3307	11110011	-1.3397	-0.3307
00110100	1.3264	1.0341	01110100	-1.3264	1.0341	10110100	1.3264	-1.0341	11110100	-1.3264	-1.0341
00110101	1.4630	0.8297	01110101	-1.4630	0.8297	10110101	1.4630	-0.8297	11110101	-1.4630	-0.8297
00110110	1.1114	0.8178	01110110	-1.1114	0.8178	10110110	1.1114	-0.8178	11110110	-1.1114	-0.8178
00110111	1.1809	0.7138	01110111	-1.1809	0.7138	10110111	1.1809	-0.7138	11110111	-1.1809	-0.7138
00111000	0.9674	0.1957	01111000	-0.9674	0.1957	10111000	0.9674	-0.1957	11111000	-0.9674	-0.1957
00111001	0.9629	0.2170	01111001	-0.9629	0.2170	10111001	0.9629	-0.2170	11111001	-0.9629	-0.2170
00111010	1.0341	0.1977	01111010	-1.0341	0.1977	10111010	1.0341	-0.1977	11111010	-1.0341	-0.1977
00111011	1.0277	0.2288	01111011	-1.0277	0.2288	10111011	1.0277	-0.2288	11111011	-1.0277	-0.2288
00111100	0.8224	0.5458	01111100	-0.8224	0.5458	10111100	0.8224	-0.5458	11111100	-0.8224	-0.5458
00111101	0.8342	0.5276	01111101	-0.8342	0.5276	10111101	0.8342	-0.5276	11111101	-0.8342	-0.5276
00111110	0.8709	0.5916	01111110	-0.8709	0.5916	10111110	0.8709	-0.5916	11111110	-0.8709	-0.5916
00111111	0.8883	0.5651	01111111	-0.8883	0.5651	10111111	0.8883	-0.5651	11111111	-0.8883	-0.5651

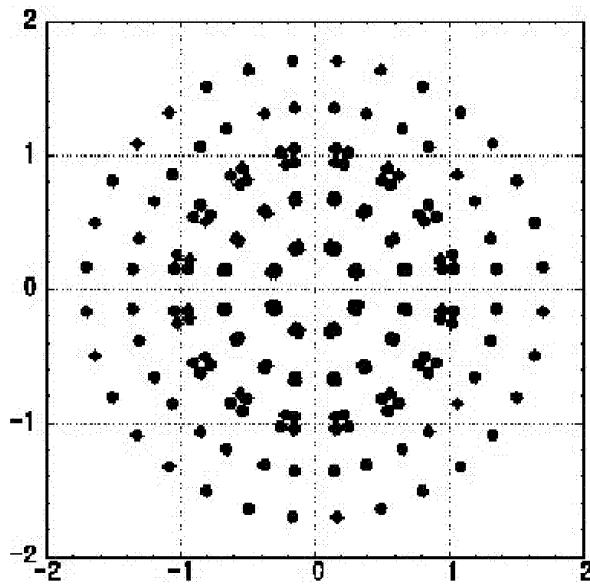
도면71



도면72

$d_0, b_{1,j}, \dots, b_{5,j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, b_{1,j}, \dots, b_{5,j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, b_{1,j}, \dots, b_{5,j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, b_{1,j}, \dots, b_{5,j}$	Re(e)	Im(e)
000000	0.1567	0.3112	010000	-0.1567	0.3112	100000	0.1567	-0.3112	110000	-0.1567	-0.3112
000001	0.1709	0.3037	010001	-0.1709	0.3037	100001	0.1709	-0.3037	110001	-0.1709	-0.3037
000010	0.2093	0.6562	010010	-0.2093	0.6562	100010	0.2093	-0.6562	110010	-0.2093	-0.6562
000011	0.3315	0.6038	010011	-0.3315	0.6038	100011	0.3315	-0.6038	110011	-0.3315	-0.6038
000100	0.3112	0.1567	010100	-0.3112	0.1567	100100	0.3112	-0.1567	110100	-0.3112	-0.1567
000101	0.3037	0.1709	010101	-0.3037	0.1709	100101	0.3037	-0.1709	110101	-0.3037	-0.1709
000110	0.6562	0.2093	010110	-0.6562	0.2093	100110	0.6562	-0.2093	110110	-0.6562	-0.2093
000111	0.6038	0.3315	010111	-0.6038	0.3315	100111	0.6038	-0.3315	110111	-0.6038	-0.3315
001000	0.2959	1.4877	011000	-0.2959	1.4877	101000	0.2959	-1.4877	111000	-0.2959	-1.4877
001001	0.8427	1.2612	011001	-0.8427	1.2612	101001	0.8427	-1.2612	111001	-0.8427	-1.2612
001010	0.2389	1.0228	011010	-0.2389	1.0228	101010	0.2389	-1.0228	111010	-0.2389	-1.0228
001011	0.5559	0.8912	011011	-0.5559	0.8912	101011	0.5559	-0.8912	111011	-0.5559	-0.8912
001100	1.4877	0.2959	011100	-1.4877	0.2959	101100	1.4877	-0.2959	111100	-1.4877	-0.2959
001101	1.2612	0.8427	011101	-1.2612	0.8427	101101	1.2612	-0.8427	111101	-1.2612	-0.8427
001110	1.0228	0.2389	011110	-1.0228	0.2389	101110	1.0228	-0.2389	111110	-1.0228	-0.2389
001111	0.8912	0.5559	011111	-0.8912	0.5559	101111	0.8912	-0.5559	111111	-0.8912	-0.5559

도면73



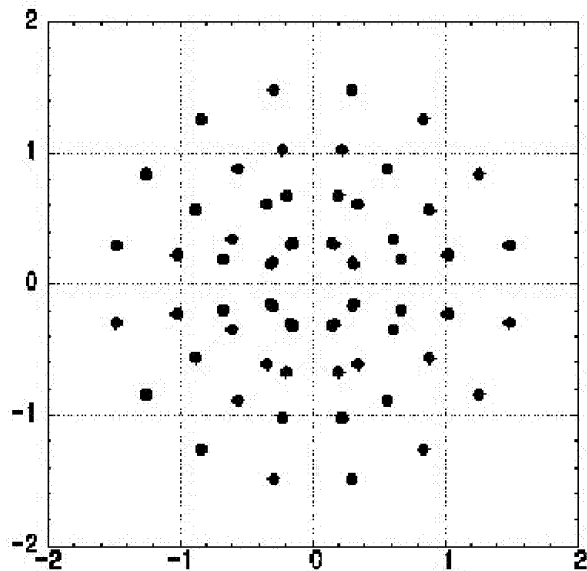
도면74

$b_0, b_1, \dots, b_{7J}$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_{7J}$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_{7J}$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_{7J}$	Re(e)	Im(e)
00000000	0.1170	0.3003	01000000	-0.1170	0.3003	10000000	0.1170	-0.3003	11000000	-0.1170	-0.3003
00000001	0.1171	0.3003	01000001	-0.1171	0.3003	10000001	0.1171	-0.3003	11000001	-0.1171	-0.3003
00000010	0.1204	0.3233	01000010	-0.1204	0.3233	10000010	0.1204	-0.3233	11000010	-0.1204	-0.3233
00000011	0.1204	0.3233	01000011	-0.1204	0.3233	10000011	0.1204	-0.3233	11000011	-0.1204	-0.3233
00000100	0.1454	0.2877	01000100	-0.1454	0.2877	10000100	0.1454	-0.2877	11000100	-0.1454	-0.2877
00000101	0.1453	0.2877	01000101	-0.1453	0.2877	10000101	0.1453	-0.2877	11000101	-0.1453	-0.2877
00000110	0.1566	0.3074	01000110	-0.1566	0.3074	10000110	0.1566	-0.3074	11000110	-0.1566	-0.3074
00000111	0.1565	0.3074	01000111	-0.1565	0.3074	10000111	0.1565	-0.3074	11000111	-0.1565	-0.3074
00001000	0.1427	0.6856	01001000	-0.1427	0.6856	10001000	0.1427	-0.6856	11001000	-0.1427	-0.6856
00001001	0.1562	0.6826	01001001	-0.1562	0.6826	10001001	0.1562	-0.6826	11001001	-0.1562	-0.6826
00001010	0.1422	0.6584	01001010	-0.1422	0.6584	10001010	0.1422	-0.6584	11001010	-0.1422	-0.6584
00001011	0.1529	0.6560	01001011	-0.1529	0.6560	10001011	0.1529	-0.6560	11001011	-0.1529	-0.6560
00001100	0.3840	0.5856	01001100	-0.3840	0.5856	10001100	0.3840	-0.5856	11001100	-0.3840	-0.5856
00001101	0.3723	0.5931	01001101	-0.3723	0.5931	10001101	0.3723	-0.5931	11001101	-0.3723	-0.5931
00001110	0.3651	0.5660	01001110	-0.3651	0.5660	10001110	0.3651	-0.5660	11001110	-0.3651	-0.5660
00001111	0.3559	0.5718	01001111	-0.3559	0.5718	10001111	0.3559	-0.5718	11001111	-0.3559	-0.5718
00010000	0.3003	0.1170	01010000	-0.3003	0.1170	10010000	0.3003	-0.1170	11010000	-0.3003	-0.1170
00010001	0.3003	0.1171	01010001	-0.3003	0.1171	10010001	0.3003	-0.1171	11010001	-0.3003	-0.1171
00010010	0.3233	0.1204	01010010	-0.3233	0.1204	10010010	0.3233	-0.1204	11010010	-0.3233	-0.1204
00010011	0.3233	0.1204	01010011	-0.3233	0.1204	10010011	0.3233	-0.1204	11010011	-0.3233	-0.1204
00010100	0.2877	0.1454	01010100	-0.2877	0.1454	10010100	0.2877	-0.1454	11010100	-0.2877	-0.1454
00010101	0.2877	0.1453	01010101	-0.2877	0.1453	10010101	0.2877	-0.1453	11010101	-0.2877	-0.1453
00010110	0.3074	0.1566	01010110	-0.3074	0.1566	10010110	0.3074	-0.1566	11010110	-0.3074	-0.1566
00010111	0.3074	0.1565	01010111	-0.3074	0.1565	10010111	0.3074	-0.1565	11010111	-0.3074	-0.1565
00011000	0.6856	0.1427	01011000	-0.6856	0.1427	10011000	0.6856	-0.1427	11011000	-0.6856	-0.1427
00011001	0.6826	0.1562	01011001	-0.6826	0.1562	10011001	0.6826	-0.1562	11011001	-0.6826	-0.1562
00011010	0.6584	0.1422	01011010	-0.6584	0.1422	10011010	0.6584	-0.1422	11011010	-0.6584	-0.1422
00011011	0.6560	0.1529	01011011	-0.6560	0.1529	10011011	0.6560	-0.1529	11011011	-0.6560	-0.1529
00011100	0.5856	0.3840	01011100	-0.5856	0.3840	10011100	0.5856	-0.3840	11011100	-0.5856	-0.3840
00011101	0.5931	0.3723	01011101	-0.5931	0.3723	10011101	0.5931	-0.3723	11011101	-0.5931	-0.3723
00011110	0.5660	0.3651	01011110	-0.5660	0.3651	10011110	0.5660	-0.3651	11011110	-0.5660	-0.3651
00011111	0.5718	0.3559	01011111	-0.5718	0.3559	10011111	0.5718	-0.3559	11011111	-0.5718	-0.3559

도면75

00100000	0.1683	1.7041	01100000-0.1683	1.7041	10100000	0.1683	-1.7041	11100000-0.1683	-1.7041
00100001	0.4972	1.6386	01100001-0.4972	1.6386	10100001	0.4972	-1.6386	11100001-0.4972	-1.6386
00100010	0.1495	1.3560	01100010-0.1495	1.3560	10100010	0.1495	-1.3560	11100010-0.1495	-1.3560
00100011	0.3814	1.3099	01100011-0.3814	1.3099	10100011	0.3814	-1.3099	11100011-0.3814	-1.3099
00100100	1.0862	1.3238	01100100-1.0862	1.3238	10100100	1.0862	-1.3238	11100100-1.0862	-1.3238
00100101	0.8074	1.5101	01100101-0.8074	1.5101	10100101	0.8074	-1.5101	11100101-0.8074	-1.5101
00100110	0.8534	1.0644	01100110-0.8534	1.0644	10100110	0.8534	-1.0644	11100110-0.8534	-1.0644
00100111	0.6568	1.1958	01100111-0.6568	1.1958	10100111	0.6568	-1.1958	11100111-0.6568	-1.1958
00101000	0.1552	0.9481	01101000-0.1552	0.9481	10101000	0.1552	-0.9481	11101000-0.1552	-0.9481
00101001	0.2200	0.9352	01101001-0.2200	0.9352	10101001	0.2200	-0.9352	11101001-0.2200	-0.9352
00101010	0.1577	1.0449	01101010-0.1577	1.0449	10101010	0.1577	-1.0449	11101010-0.1577	-1.0449
00101011	0.2548	1.0255	01101011-0.2548	1.0255	10101011	0.2548	-1.0255	11101011-0.2548	-1.0255
00101100	0.5609	0.7800	01101100-0.5609	0.7800	10101100	0.5609	-0.7800	11101100-0.5609	-0.7800
00101101	0.5060	0.8167	01101101-0.5060	0.8167	10101101	0.5060	-0.8167	11101101-0.5060	-0.8167
00101110	0.6276	0.8501	01101110-0.6276	0.8501	10101110	0.6276	-0.8501	11101110-0.6276	-0.8501
00101111	0.5452	0.9052	01101111-0.5452	0.9052	10101111	0.5452	-0.9052	11101111-0.5452	-0.9052
00110000	1.7041	0.1683	01110000-1.7041	0.1683	10110000	1.7041	-0.1683	11110000-1.7041	-0.1683
00110001	1.6386	0.4972	01110001-1.6386	0.4972	10110001	1.6386	-0.4972	11110001-1.6386	-0.4972
00110010	1.3560	0.1495	01110010-1.3560	0.1495	10110010	1.3560	-0.1495	11110010-1.3560	-0.1495
00110011	1.3099	0.3814	01110011-1.3099	0.3814	10110011	1.3099	-0.3814	11110011-1.3099	-0.3814
00110100	1.3238	1.0862	01110100-1.3238	1.0862	10110100	1.3238	-1.0862	11110100-1.3238	-1.0862
00110101	1.5101	0.8074	01110101-1.5101	0.8074	10110101	1.5101	-0.8074	11110101-1.5101	-0.8074
00110110	1.0644	0.8534	01110110-1.0644	0.8534	10110110	1.0644	-0.8534	11110110-1.0644	-0.8534
00110111	1.1958	0.6568	01110111-1.1958	0.6568	10110111	1.1958	-0.6568	11110111-1.1958	-0.6568
00111000	0.9481	0.1552	01111000-0.9481	0.1552	10111000	0.9481	-0.1552	11111000-0.9481	-0.1552
00111001	0.9352	0.2200	01111001-0.9352	0.2200	10111001	0.9352	-0.2200	11111001-0.9352	-0.2200
00111010	1.0449	0.1577	01111010-1.0449	0.1577	10111010	1.0449	-0.1577	11111010-1.0449	-0.1577
00111011	1.0255	0.2548	01111011-1.0255	0.2548	10111011	1.0255	-0.2548	11111011-1.0255	-0.2548
00111100	0.7800	0.5609	01111100-0.7800	0.5609	10111100	0.7800	-0.5609	11111100-0.7800	-0.5609
00111101	0.8167	0.5060	01111101-0.8167	0.5060	10111101	0.8167	-0.5060	11111101-0.8167	-0.5060
00111110	0.8501	0.6276	01111110-0.8501	0.6276	10111110	0.8501	-0.6276	11111110-0.8501	-0.6276
00111111	0.9052	0.5452	01111111-0.9052	0.5452	10111111	0.9052	-0.5452	11111111-0.9052	-0.5452

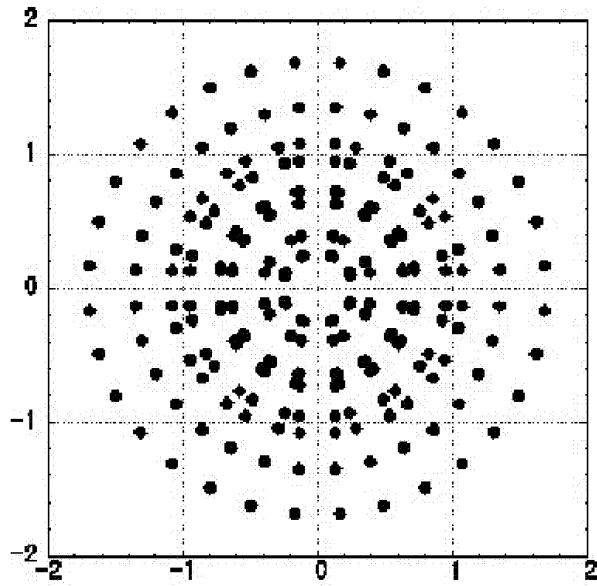
도면76



도면77

$b_0, b_1, \dots, b_5, j$	$\text{Re}(e_j)$	$\text{Im}(e_j)$	$b_0, b_1, \dots, b_5, j$	$\text{Re}(e_j)$	$\text{Im}(e_j)$	$b_0, b_1, \dots, b_5, j$	$\text{Re}(e_j)$	$\text{Im}(e_j)$	$b_0, b_1, \dots, b_5, j$	$\text{Re}(e_j)$	$\text{Im}(e_j)$
000000	0.1533	0.3120	010000	-0.1533	0.3120	100000	0.1533	-0.3120	110000	-0.1533	-0.3120
000001	0.1694	0.3035	010001	-0.1694	0.3035	100001	0.1694	-0.3035	110001	-0.1694	-0.3035
000010	0.1968	0.6713	010010	-0.1968	0.6713	100010	0.1968	-0.6713	110010	-0.1968	-0.6713
000011	0.3448	0.6087	010011	-0.3448	0.6087	100011	0.3448	-0.6087	110011	-0.3448	-0.6087
000100	0.3120	0.1533	010100	-0.3120	0.1533	100100	0.3120	-0.1533	110100	-0.3120	-0.1533
000101	0.3035	0.1694	010101	-0.3035	0.1694	100101	0.3035	-0.1694	110101	-0.3035	-0.1694
000110	0.6713	0.1968	010110	-0.6713	0.1968	100110	0.6713	-0.1968	110110	-0.6713	-0.1968
000111	0.6087	0.3448	010111	-0.6087	0.3448	100111	0.6087	-0.3448	110111	-0.6087	-0.3448
001000	0.2954	1.4849	011000	-0.2954	1.4849	101000	0.2954	-1.4849	111000	-0.2954	-1.4849
001001	0.8411	1.2588	011001	-0.8411	1.2588	101001	0.8411	-1.2588	111001	-0.8411	-1.2588
001010	0.2268	1.0229	011010	-0.2268	1.0229	101010	0.2268	-1.0229	111010	-0.2268	-1.0229
001011	0.5629	0.8836	011011	-0.5629	0.8836	101011	0.5629	-0.8836	111011	-0.5629	-0.8836
001100	1.4849	0.2954	011100	-1.4849	0.2954	101100	1.4849	-0.2954	111100	-1.4849	-0.2954
001101	1.2588	0.8411	011101	-1.2588	0.8411	101101	1.2588	-0.8411	111101	-1.2588	-0.8411
001110	1.0229	0.2268	011110	-1.0229	0.2268	101110	1.0229	-0.2268	111110	-1.0229	-0.2268
001111	0.8836	0.5629	011111	-0.8836	0.5629	101111	0.8836	-0.5629	111111	-0.8836	-0.5629

도면78



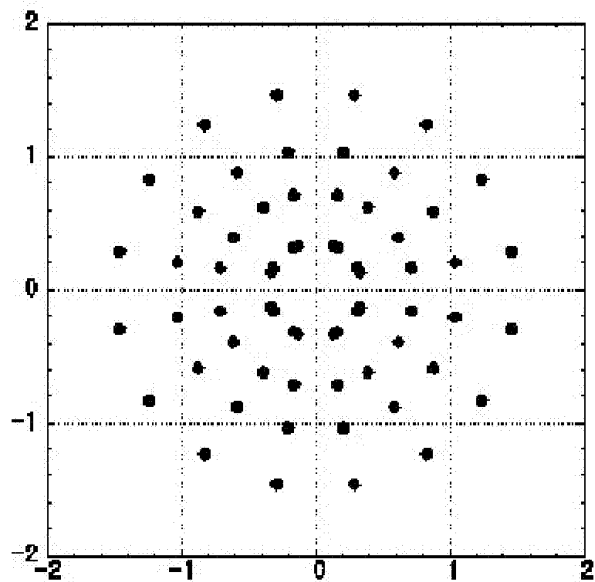
도면79

$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_{7j}$	Re(e)	Im(e)
00000000	0.0995	0.2435	01000000	-0.0995	0.2435	10000000	0.0995	-0.2435	11000000	-0.0995	-0.2435
00000001	0.0996	0.2434	01000001	-0.0996	0.2434	10000001	0.0996	-0.2434	11000001	-0.0996	-0.2434
00000010	0.1169	0.3886	01000010	-0.1169	0.3886	10000010	0.1169	-0.3886	11000010	-0.1169	-0.3886
00000011	0.1179	0.3883	01000011	-0.1179	0.3883	10000011	0.1179	-0.3883	11000011	-0.1179	-0.3883
00000100	0.1192	0.2345	01000100	-0.1192	0.2345	10000100	0.1192	-0.2345	11000100	-0.1192	-0.2345
00000101	0.1192	0.2345	01000101	-0.1192	0.2345	10000101	0.1192	-0.2345	11000101	-0.1192	-0.2345
00000110	0.1953	0.3558	01000110	-0.1953	0.3558	10000110	0.1953	-0.3558	11000110	-0.1953	-0.3558
00000111	0.1944	0.3563	01000111	-0.1944	0.3563	10000111	0.1944	-0.3563	11000111	-0.1944	-0.3563
00001000	0.1293	0.7217	01001000	-0.1293	0.7217	10001000	0.1293	-0.7217	11001000	-0.1293	-0.7217
00001001	0.1616	0.7151	01001001	-0.1616	0.7151	10001001	0.1616	-0.7151	11001001	-0.1616	-0.7151
00001010	0.1287	0.6355	01001010	-0.1287	0.6355	10001010	0.1287	-0.6355	11001010	-0.1287	-0.6355
00001011	0.1456	0.6318	01001011	-0.1456	0.6318	10001011	0.1456	-0.6318	11001011	-0.1456	-0.6318
00001100	0.4191	0.6016	01001100	-0.4191	0.6016	10001100	0.4191	-0.6016	11001100	-0.4191	-0.6016
00001101	0.3916	0.6198	01001101	-0.3916	0.6198	10001101	0.3916	-0.6198	11001101	-0.3916	-0.6198
00001110	0.3585	0.5403	01001110	-0.3585	0.5403	10001110	0.3585	-0.5403	11001110	-0.3585	-0.5403
00001111	0.3439	0.5497	01001111	-0.3439	0.5497	10001111	0.3439	-0.5497	11001111	-0.3439	-0.5497
00010000	0.2435	0.0995	01010000	-0.2435	0.0995	10010000	0.2435	-0.0995	11010000	-0.2435	-0.0995
00010001	0.2434	0.0996	01010001	-0.2434	0.0996	10010001	0.2434	-0.0996	11010001	-0.2434	-0.0996
00010010	0.3886	0.1169	01010010	-0.3886	0.1169	10010010	0.3886	-0.1169	11010010	-0.3886	-0.1169
00010011	0.3883	0.1179	01010011	-0.3883	0.1179	10010011	0.3883	-0.1179	11010011	-0.3883	-0.1179
00010100	0.2345	0.1192	01010100	-0.2345	0.1192	10010100	0.2345	-0.1192	11010100	-0.2345	-0.1192
00010101	0.2345	0.1192	01010101	-0.2345	0.1192	10010101	0.2345	-0.1192	11010101	-0.2345	-0.1192
00010110	0.3558	0.1953	01010110	-0.3558	0.1953	10010110	0.3558	-0.1953	11010110	-0.3558	-0.1953
00010111	0.3563	0.1944	01010111	-0.3563	0.1944	10010111	0.3563	-0.1944	11010111	-0.3563	-0.1944
00011000	0.7217	0.1293	01011000	-0.7217	0.1293	10011000	0.7217	-0.1293	11011000	-0.7217	-0.1293
00011001	0.7151	0.1616	01011001	-0.7151	0.1616	10011001	0.7151	-0.1616	11011001	-0.7151	-0.1616
00011010	0.6355	0.1287	01011010	-0.6355	0.1287	10011010	0.6355	-0.1287	11011010	-0.6355	-0.1287
00011011	0.6318	0.1456	01011011	-0.6318	0.1456	10011011	0.6318	-0.1456	11011011	-0.6318	-0.1456
00011100	0.6016	0.4191	01011100	-0.6016	0.4191	10011100	0.6016	-0.4191	11011100	-0.6016	-0.4191
00011101	0.6198	0.3916	01011101	-0.6198	0.3916	10011101	0.6198	-0.3916	11011101	-0.6198	-0.3916
00011110	0.5403	0.3585	01011110	-0.5403	0.3585	10011110	0.5403	-0.3585	11011110	-0.5403	-0.3585
00011111	0.5497	0.3439	01011111	-0.5497	0.3439	10011111	0.5497	-0.3439	11011111	-0.5497	-0.3439

도면80

00100000	0.1665	1.6859	01100000	-0.1665	1.6859	10100000	0.1665	-1.6859	11100000	-0.1665	-1.6859
00100001	0.4919	1.6211	01100001	-0.4919	1.6211	10100001	0.4919	-1.6211	11100001	-0.4919	-1.6211
00100010	0.1360	1.3498	01100010	-0.1360	1.3498	10100010	0.1360	-1.3498	11100010	-0.1360	-1.3498
00100011	0.3914	1.2989	01100011	-0.3914	1.2989	10100011	0.3914	-1.2989	11100011	-0.3914	-1.2989
00100100	1.0746	1.3096	01100100	-1.0746	1.3096	10100100	1.0746	-1.3096	11100100	-1.0746	-1.3096
00100101	0.7987	1.4940	01100101	-0.7987	1.4940	10100101	0.7987	-1.4940	11100101	-0.7987	-1.4940
00100110	0.8585	1.0504	01100110	-0.8585	1.0504	10100110	0.8585	-1.0504	11100110	-0.8585	-1.0504
00100111	0.6419	1.1951	01100111	-0.6419	1.1951	10100111	0.6419	-1.1951	11100111	-0.6419	-1.1951
00101000	0.1334	0.9483	01101000	-0.1334	0.9483	10101000	0.1334	-0.9483	11101000	-0.1334	-0.9483
00101001	0.2402	0.9271	01101001	-0.2402	0.9271	10101001	0.2402	-0.9271	11101001	-0.2402	-0.9271
00101010	0.1323	1.0786	01101010	-0.1323	1.0786	10101010	0.1323	-1.0786	11101010	-0.1323	-1.0786
00101011	0.2910	1.0470	01101011	-0.2910	1.0470	10101011	0.2910	-1.0470	11101011	-0.2910	-1.0470
00101100	0.5764	0.7648	01101100	-0.5764	0.7648	10101100	0.5764	-0.7648	11101100	-0.5764	-0.7648
00101101	0.4860	0.8252	01101101	-0.4860	0.8252	10101101	0.4860	-0.8252	11101101	-0.4860	-0.8252
00101110	0.6693	0.8561	01101110	-0.6693	0.8561	10101110	0.6693	-0.8561	11101110	-0.6693	-0.8561
00101111	0.5348	0.9459	01101111	-0.5348	0.9459	10101111	0.5348	-0.9459	11101111	-0.5348	-0.9459
00110000	1.6859	0.1665	01110000	-1.6859	0.1665	10110000	1.6859	-0.1665	11110000	-1.6859	-0.1665
00110001	1.6211	0.4919	01110001	-1.6211	0.4919	10110001	1.6211	-0.4919	11110001	-1.6211	-0.4919
00110010	1.3498	0.1360	01110010	-1.3498	0.1360	10110010	1.3498	-0.1360	11110010	-1.3498	-0.1360
00110011	1.2989	0.3914	01110011	-1.2989	0.3914	10110011	1.2989	-0.3914	11110011	-1.2989	-0.3914
00110100	1.3096	1.0746	01110100	-1.3096	1.0746	10110100	1.3096	-1.0746	11110100	-1.3096	-1.0746
00110101	1.4940	0.7987	01110101	-1.4940	0.7987	10110101	1.4940	-0.7987	11110101	-1.4940	-0.7987
00110110	1.0504	0.8585	01110110	-1.0504	0.8585	10110110	1.0504	-0.8585	11110110	-1.0504	-0.8585
00110111	1.1951	0.6419	01110111	-1.1951	0.6419	10110111	1.1951	-0.6419	11110111	-1.1951	-0.6419
00111000	0.9483	0.1334	01111000	-0.9483	0.1334	10111000	0.9483	-0.1334	11111000	-0.9483	-0.1334
00111001	0.9271	0.2402	01111001	-0.9271	0.2402	10111001	0.9271	-0.2402	11111001	-0.9271	-0.2402
00111010	1.0786	0.1323	01111010	-1.0786	0.1323	10111010	1.0786	-0.1323	11111010	-1.0786	-0.1323
00111011	1.0470	0.2910	01111011	-1.0470	0.2910	10111011	1.0470	-0.2910	11111011	-1.0470	-0.2910
00111100	0.7648	0.5764	01111100	-0.7648	0.5764	10111100	0.7648	-0.5764	11111100	-0.7648	-0.5764
00111101	0.8252	0.4860	01111101	-0.8252	0.4860	10111101	0.8252	-0.4860	11111101	-0.8252	-0.4860
00111110	0.8561	0.6693	01111110	-0.8561	0.6693	10111110	0.8561	-0.6693	11111110	-0.8561	-0.6693
00111111	0.9459	0.5348	01111111	-0.9459	0.5348	10111111	0.9459	-0.5348	11111111	-0.9459	-0.5348

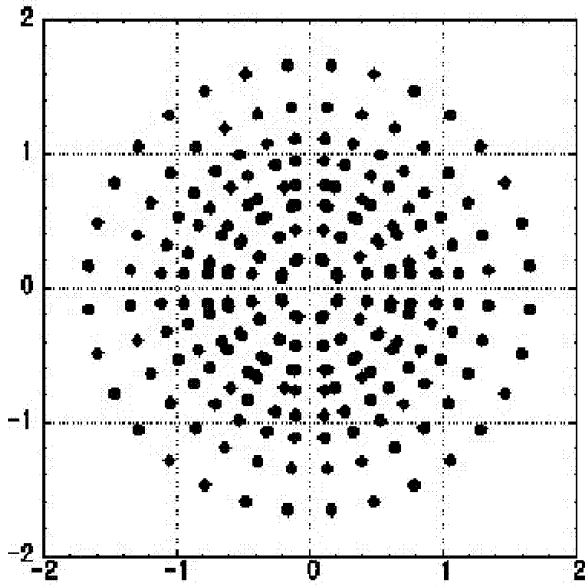
도면81



도면82

$b_0, b_1, \dots, b_5$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_5$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_5$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_5$	Re(e)	Im(e)
00000	0.1305	0.3311	01000	-0.1305	0.3311	10000	0.1305	-0.3311	11000	-0.1305	-0.3311
00001	0.1633	0.3162	01001	-0.1633	0.3162	10001	0.1633	-0.3162	11001	-0.1633	-0.3162
00010	0.1622	0.7113	01010	-0.1622	0.7113	10010	0.1622	-0.7113	11010	-0.1622	-0.7113
00011	0.3905	0.6163	01011	-0.3905	0.6163	10011	0.3905	-0.6163	11011	-0.3905	-0.6163
00100	0.3311	0.1305	01100	-0.3311	0.1305	10100	0.3311	-0.1305	11100	-0.3311	-0.1305
00101	0.3162	0.1633	01101	-0.3162	0.1633	10101	0.3162	-0.1633	11101	-0.3162	-0.1633
00110	0.7113	0.1622	01110	-0.7113	0.1622	10110	0.7113	-0.1622	11110	-0.7113	-0.1622
00111	0.6163	0.3905	01111	-0.6163	0.3905	10111	0.6163	-0.3905	11111	-0.6163	-0.3905
001000	0.2909	1.4626	011000	-0.2909	1.4626	101000	0.2909	-1.4626	111000	-0.2909	-1.4626
001001	0.8285	1.2399	011001	-0.8285	1.2399	101001	0.8285	-1.2399	111001	-0.8285	-1.2399
001010	0.2062	1.0367	011010	-0.2062	1.0367	101010	0.2062	-1.0367	111010	-0.2062	-1.0367
001011	0.5872	0.8789	011011	-0.5872	0.8789	101011	0.5872	-0.8789	111011	-0.5872	-0.8789
001100	1.4626	0.2909	011100	-1.4626	0.2909	101100	1.4626	-0.2909	111100	-1.4626	-0.2909
001101	1.2399	0.8285	011101	-1.2399	0.8285	101101	1.2399	-0.8285	111101	-1.2399	-0.8285
001110	1.0367	0.2062	011110	-1.0367	0.2062	101110	1.0367	-0.2062	111110	-1.0367	-0.2062
001111	0.8789	0.5872	011111	-0.8789	0.5872	101111	0.8789	-0.5872	111111	-0.8789	-0.5872

도면83



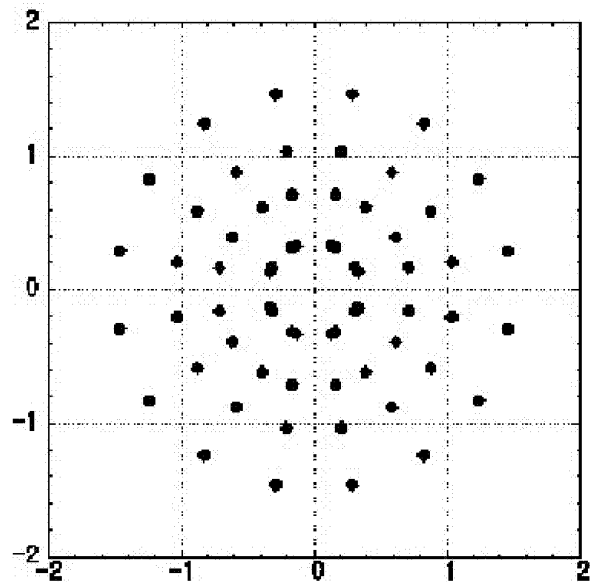
도면84

$b_0, b_1, \dots, b_{7,i}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$b_0, b_1, \dots, b_{7,i}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$b_0, b_1, \dots, b_{7,i}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$b_0, b_1, \dots, b_{7,i}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$
00000000	0.0851	0.2139	01000000	-0.0851	0.2139	10000000	0.0851	-0.2139	11000000	-0.0851	-0.2139
00000001	0.0851	0.2139	01000001	-0.0851	0.2139	10000001	0.0851	-0.2139	11000001	-0.0851	-0.2139
00000010	0.1018	0.4309	01000010	-0.1018	0.4309	10000010	0.1018	-0.4309	11000010	-0.1018	-0.4309
00000011	0.1068	0.4296	01000011	-0.1068	0.4296	10000011	0.1068	-0.4296	11000011	-0.1068	-0.4296
00000100	0.1062	0.2043	01000100	-0.1062	0.2043	10000100	0.1062	-0.2043	11000100	-0.1062	-0.2043
00000101	0.1061	0.2043	01000101	-0.1061	0.2043	10000101	0.1061	-0.2043	11000101	-0.1061	-0.2043
00000110	0.2328	0.3766	01000110	-0.2328	0.3766	10000110	0.2328	-0.3766	11000110	-0.2328	-0.3766
00000111	0.2283	0.3793	01000111	-0.2283	0.3793	10000111	0.2283	-0.3793	11000111	-0.2283	-0.3793
00001000	0.1119	0.7634	01001000	-0.1119	0.7634	10001000	0.1119	-0.7634	11001000	-0.1119	-0.7634
00001001	0.1892	0.7480	01001001	-0.1892	0.7480	10001001	0.1892	-0.7480	11001001	-0.1892	-0.7480
00001010	0.1087	0.6133	01001010	-0.1087	0.6133	10001010	0.1087	-0.6133	11001010	-0.1087	-0.6133
00001011	0.1395	0.6070	01001011	-0.1395	0.6070	10001011	0.1395	-0.6070	11001011	-0.1395	-0.6070
00001100	0.4609	0.6188	01001100	-0.4609	0.6188	10001100	0.4609	-0.6188	11001100	-0.4609	-0.6188
00001101	0.3953	0.6626	01001101	-0.3953	0.6626	10001101	0.3953	-0.6626	11001101	-0.3953	-0.6626
00001110	0.3569	0.5104	01001110	-0.3569	0.5104	10001110	0.3569	-0.5104	11001110	-0.3569	-0.5104
00001111	0.3308	0.5278	01001111	-0.3308	0.5278	10001111	0.3308	-0.5278	11001111	-0.3308	-0.5278
00010000	0.2139	0.0851	01010000	-0.2139	0.0851	10010000	0.2139	-0.0851	11010000	-0.2139	-0.0851
00010001	0.2139	0.0851	01010001	-0.2139	0.0851	10010001	0.2139	-0.0851	11010001	-0.2139	-0.0851
00010010	0.4309	0.1018	01010010	-0.4309	0.1018	10010010	0.4309	-0.1018	11010010	-0.4309	-0.1018
00010011	0.4296	0.1068	01010011	-0.4296	0.1068	10010011	0.4296	-0.1068	11010011	-0.4296	-0.1068
00010100	0.2043	0.1062	01010100	-0.2043	0.1062	10010100	0.2043	-0.1062	11010100	-0.2043	-0.1062
00010101	0.2043	0.1061	01010101	-0.2043	0.1061	10010101	0.2043	-0.1061	11010101	-0.2043	-0.1061
00010110	0.3766	0.2328	01010110	-0.3766	0.2328	10010110	0.3766	-0.2328	11010110	-0.3766	-0.2328
00010111	0.3793	0.2283	01010111	-0.3793	0.2283	10010111	0.3793	-0.2283	11010111	-0.3793	-0.2283
00011000	0.7634	0.1119	01011000	-0.7634	0.1119	10011000	0.7634	-0.1119	11011000	-0.7634	-0.1119
00011001	0.7480	0.1892	01011001	-0.7480	0.1892	10011001	0.7480	-0.1892	11011001	-0.7480	-0.1892
00011010	0.6133	0.1087	01011010	-0.6133	0.1087	10011010	0.6133	-0.1087	11011010	-0.6133	-0.1087
00011011	0.6070	0.1395	01011011	-0.6070	0.1395	10011011	0.6070	-0.1395	11011011	-0.6070	-0.1395
00011100	0.6188	0.4609	01011100	-0.6188	0.4609	10011100	0.6188	-0.4609	11011100	-0.6188	-0.4609
00011101	0.6626	0.3953	01011101	-0.6626	0.3953	10011101	0.6626	-0.3953	11011101	-0.6626	-0.3953
00011110	0.5104	0.3569	01011110	-0.5104	0.3569	10011110	0.5104	-0.3569	11011110	-0.5104	-0.3569
00011111	0.5278	0.3308	01011111	-0.5278	0.3308	10011111	0.5278	-0.3308	11011111	-0.5278	-0.3308

도면85

00100000	0.1637	1.6576	01100000	-0.1637	1.6576	10100000	0.1637	-1.6576	11100000	-0.1637	-1.6576
00100001	0.4837	1.5939	01100001	-0.4837	1.5939	10100001	0.4837	-1.5939	11100001	-0.4837	-1.5939
00100010	0.1329	1.3458	01100010	-0.1329	1.3458	10100010	0.1329	-1.3458	11100010	-0.1329	-1.3458
00100011	0.3927	1.2941	01100011	-0.3927	1.2941	10100011	0.3927	-1.2941	11100011	-0.3927	-1.2941
00100100	1.0566	1.2877	01100100	-1.0566	1.2877	10100100	1.0566	-1.2877	11100100	-1.0566	-1.2877
00100101	0.7853	1.4689	01100101	-0.7853	1.4689	10100101	0.7853	-1.4689	11100101	-0.7853	-1.4689
00100110	0.8578	1.0455	01100110	-0.8578	1.0455	10100110	0.8578	-1.0455	11100110	-0.8578	-1.0455
00100111	0.6376	1.1926	01100111	-0.6376	1.1926	10100111	0.6376	-1.1926	11100111	-0.6376	-1.1926
00101000	0.1092	0.9471	01101000	-0.1092	0.9471	10101000	0.1092	-0.9471	11101000	-0.1092	-0.9471
00101001	0.2620	0.9167	01101001	-0.2620	0.9167	10101001	0.2620	-0.9167	11101001	-0.2620	-0.9167
00101010	0.1129	1.1148	01101010	-0.1129	1.1148	10101010	0.1129	-1.1148	11101010	-0.1129	-1.1148
00101011	0.3227	1.0730	01101011	-0.3227	1.0730	10101011	0.3227	-1.0730	11101011	-0.3227	-1.0730
00101100	0.5927	0.7468	01101100	-0.5927	0.7468	10101100	0.5927	-0.7468	11101100	-0.5927	-0.7468
00101101	0.4632	0.8334	01101101	-0.4632	0.8334	10101101	0.4632	-0.8334	11101101	-0.4632	-0.8334
00101110	0.7086	0.8680	01101110	-0.7086	0.8680	10101110	0.7086	-0.8680	11101110	-0.7086	-0.8680
00101111	0.5307	0.9868	01101111	-0.5307	0.9868	10101111	0.5307	-0.9868	11101111	-0.5307	-0.9868
00110000	1.6576	0.1637	01110000	-1.6576	0.1637	10110000	1.6576	-0.1637	11110000	-1.6576	0.1637
00110001	1.5939	0.4837	01110001	-1.5939	0.4837	10110001	1.5939	-0.4837	11110001	-1.5939	0.4837
00110010	1.3458	0.1329	01110010	-1.3458	0.1329	10110010	1.3458	-0.1329	11110010	-1.3458	0.1329
00110011	1.2941	0.3927	01110011	-1.2941	0.3927	10110011	1.2941	-0.3927	11110011	-1.2941	0.3927
00110100	1.2877	1.0566	01110100	-1.2877	1.0566	10110100	1.2877	-1.0566	11110100	-1.2877	1.0566
00110101	1.4689	0.7853	01110101	-1.4689	0.7853	10110101	1.4689	-0.7853	11110101	-1.4689	0.7853
00110110	1.0455	0.8578	01110110	-1.0455	0.8578	10110110	1.0455	-0.8578	11110110	-1.0455	0.8578
00110111	1.1926	0.6376	01110111	-1.1926	0.6376	10110111	1.1926	-0.6376	11110111	-1.1926	0.6376
00111000	0.9471	0.1092	01111000	-0.9471	0.1092	10111000	0.9471	-0.1092	11111000	-0.9471	0.1092
00111001	0.9167	0.2620	01111001	-0.9167	0.2620	10111001	0.9167	-0.2620	11111001	-0.9167	0.2620
00111010	1.1148	0.1129	01111010	-1.1148	0.1129	10111010	1.1148	-0.1129	11111010	-1.1148	0.1129
00111011	1.0730	0.3227	01111011	-1.0730	0.3227	10111011	1.0730	-0.3227	11111011	-1.0730	0.3227
00111100	0.7468	0.5927	01111100	-0.7468	0.5927	10111100	0.7468	-0.5927	11111100	-0.7468	0.5927
00111101	0.8334	0.4632	01111101	-0.8334	0.4632	10111101	0.8334	-0.4632	11111101	-0.8334	0.4632
00111110	0.8680	0.7086	01111110	-0.8680	0.7086	10111110	0.8680	-0.7086	11111110	-0.8680	0.7086
00111111	0.9868	0.5307	01111111	-0.9868	0.5307	10111111	0.9868	-0.5307	11111111	-0.9868	0.5307

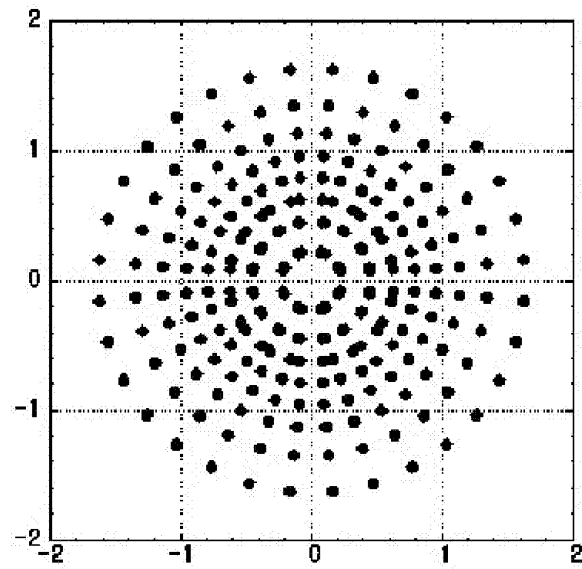
도면86



도면87

$b_0, b_1, \dots, b_5$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_5$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_5$	Re(e)	Im(e)	$b_0, b_1, \dots, b_5$	Re(e)	Im(e)
00000	0.1305	0.3311	01000	-0.1305	0.3311	10000	0.1305	-0.3311	11000	-0.1305	-0.3311
00001	0.1633	0.3162	01001	-0.1633	0.3162	10001	0.1633	-0.3162	11001	-0.1633	-0.3162
00010	0.1622	0.7113	01010	-0.1622	0.7113	10010	0.1622	-0.7113	11010	-0.1622	-0.7113
00011	0.3905	0.6163	01011	-0.3905	0.6163	10011	0.3905	-0.6163	11011	-0.3905	-0.6163
00100	0.3311	0.1305	01100	-0.3311	0.1305	10100	0.3311	-0.1305	11100	-0.3311	-0.1305
00101	0.3162	0.1633	01101	-0.3162	0.1633	10101	0.3162	-0.1633	11101	-0.3162	-0.1633
00110	0.7113	0.1622	01110	-0.7113	0.1622	10110	0.7113	-0.1622	11110	-0.7113	-0.1622
00111	0.6163	0.3905	01111	-0.6163	0.3905	10111	0.6163	-0.3905	11111	-0.6163	-0.3905
00100	0.2909	1.4626	01100	-0.2909	1.4626	10100	0.2909	-1.4626	11100	-0.2909	-1.4626
00101	0.8285	1.2399	01101	-0.8285	1.2399	10101	0.8285	-1.2399	11101	-0.8285	-1.2399
001010	0.2062	1.0367	011010	-0.2062	1.0367	101010	0.2062	-1.0367	111010	-0.2062	-1.0367
001011	0.5872	0.8789	011011	-0.5872	0.8789	101011	0.5872	-0.8789	111011	-0.5872	-0.8789
001100	1.4626	0.2909	011100	-1.4626	0.2909	101100	1.4626	-0.2909	111100	-1.4626	-0.2909
001101	1.2399	0.8285	011101	-1.2399	0.8285	101101	1.2399	-0.8285	111101	-1.2399	-0.8285
001110	1.0367	0.2062	011110	-1.0367	0.2062	101110	1.0367	-0.2062	111110	-1.0367	-0.2062
001111	0.8789	0.5872	011111	-0.8789	0.5872	101111	0.8789	-0.5872	111111	-0.8789	-0.5872

도면88



도면89

$d_0, d_1, \dots, d_{t-1}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{t-1}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{t-1}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{t-1}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$
00000000	0.0759	0.2200	01000000	-0.0759	0.2200	10000000	0.0759	-0.2200	11000000	-0.0759	-0.2200
00000001	0.0761	0.2199	01000001	-0.0761	0.2199	10000001	0.0761	-0.2199	11000001	-0.0761	-0.2199
00000010	0.0853	0.4476	01000010	-0.0853	0.4476	10000010	0.0853	-0.4476	11000010	-0.0853	-0.4476
00000011	0.1028	0.4439	01000011	-0.1028	0.4439	10000011	0.1028	-0.4439	11000011	-0.1028	-0.4439
00000100	0.1049	0.2077	01000100	-0.1049	0.2077	10000100	0.1049	-0.2077	11000100	-0.1049	-0.2077
00000101	0.1047	0.2078	01000101	-0.1047	0.2078	10000101	0.1047	-0.2078	11000101	-0.1047	-0.2078
00000110	0.2562	0.3768	01000110	-0.2562	0.3768	10000110	0.2562	-0.3768	11000110	-0.2562	-0.3768
00000111	0.2412	0.3865	01000111	-0.2412	0.3865	10000111	0.2412	-0.3865	11000111	-0.2412	-0.3865
00001000	0.0862	0.7899	01001000	-0.0862	0.7899	10001000	0.0862	-0.7899	11001000	-0.0862	-0.7899
00001001	0.2230	0.7627	01001001	-0.2230	0.7627	10001001	0.2230	-0.7627	11001001	-0.2230	-0.7627
00001010	0.0869	0.6236	01001010	-0.0869	0.6236	10001010	0.0869	-0.6236	11001010	-0.0869	-0.6236
00001011	0.1587	0.6093	01001011	-0.1587	0.6093	10001011	0.1587	-0.6093	11001011	-0.1587	-0.6093
00001100	0.4978	0.6194	01001100	-0.4978	0.6194	10001100	0.4978	-0.6194	11001100	-0.4978	-0.6194
00001101	0.3817	0.6969	01001101	-0.3817	0.6969	10001101	0.3817	-0.6969	11001101	-0.3817	-0.6969
00001110	0.3797	0.5023	01001110	-0.3797	0.5023	10001110	0.3797	-0.5023	11001110	-0.3797	-0.5023
00001111	0.3188	0.5430	01001111	-0.3188	0.5430	10001111	0.3188	-0.5430	11001111	-0.3188	-0.5430
00010000	0.2200	0.0759	01010000	-0.2200	0.0759	10010000	0.2200	-0.0759	11010000	-0.2200	-0.0759
00010001	0.2199	0.0761	01010001	-0.2199	0.0761	10010001	0.2199	-0.0761	11010001	-0.2199	-0.0761
00010010	0.4476	0.0853	01010010	-0.4476	0.0853	10010010	0.4476	-0.0853	11010010	-0.4476	-0.0853
00010011	0.4439	0.1028	01010011	-0.4439	0.1028	10010011	0.4439	-0.1028	11010011	-0.4439	-0.1028
00010100	0.2077	0.1049	01010100	-0.2077	0.1049	10010100	0.2077	-0.1049	11010100	-0.2077	-0.1049
00010101	0.2078	0.1047	01010101	-0.2078	0.1047	10010101	0.2078	-0.1047	11010101	-0.2078	-0.1047
00010110	0.3768	0.2562	01010110	-0.3768	0.2562	10010110	0.3768	-0.2562	11010110	-0.3768	-0.2562
00010111	0.3865	0.2412	01010111	-0.3865	0.2412	10010111	0.3865	-0.2412	11010111	-0.3865	-0.2412
00011000	0.7899	0.0862	01011000	-0.7899	0.0862	10011000	0.7899	-0.0862	11011000	-0.7899	-0.0862
00011001	0.7627	0.2230	01011001	-0.7627	0.2230	10011001	0.7627	-0.2230	11011001	-0.7627	-0.2230
00011010	0.6236	0.0869	01011010	-0.6236	0.0869	10011010	0.6236	-0.0869	11011010	-0.6236	-0.0869
00011011	0.6093	0.1587	01011011	-0.6093	0.1587	10011011	0.6093	-0.1587	11011011	-0.6093	-0.1587
00011100	0.6194	0.4978	01011100	-0.6194	0.4978	10011100	0.6194	-0.4978	11011100	-0.6194	-0.4978
00011101	0.6969	0.3817	01011101	-0.6969	0.3817	10011101	0.6969	-0.3817	11011101	-0.6969	-0.3817
00011110	0.5023	0.3797	01011110	-0.5023	0.3797	10011110	0.5023	-0.3797	11011110	-0.5023	-0.3797
00011111	0.5430	0.3188	01011111	-0.5430	0.3188	10011111	0.5430	-0.3188	11011111	-0.5430	-0.3188

도면90

00100000	0.1604	1.6238	01100000	-0.1604	1.6238	10100000	0.1604	-1.6238	11100000	-0.1604	-1.6238
00100001	0.4738	1.5614	01100001	-0.4738	1.5614	10100001	0.4738	-1.5614	11100001	-0.4738	-1.5614
00100010	0.1330	1.3468	01100010	-0.1330	1.3468	10100010	0.1330	-1.3468	11100010	-0.1330	-1.3468
00100011	0.3930	1.2951	01100011	-0.3930	1.2951	10100011	0.3930	-1.2951	11100011	-0.3930	-1.2951
00100100	1.0350	1.2614	01100100	-1.0350	1.2614	10100100	1.0350	-1.2614	11100100	-1.0350	-1.2614
00100101	0.7693	1.4390	01100101	-0.7693	1.4390	10100101	0.7693	-1.4390	11100101	-0.7693	-1.4390
00100110	0.8585	1.0462	01100110	-0.8585	1.0462	10100110	0.8585	-1.0462	11100110	-0.8585	-1.0462
00100111	0.6381	1.1935	01100111	-0.6381	1.1935	10100111	0.6381	-1.1935	11100111	-0.6381	-1.1935
00101000	0.0945	0.9550	01101000	-0.0945	0.9550	10101000	0.0945	-0.9550	11101000	-0.0945	-0.9550
00101001	0.2785	0.9184	01101001	-0.2785	0.9184	10101001	0.2785	-0.9184	11101001	-0.2785	-0.9184
00101010	0.1119	1.1326	01101010	-0.1119	1.1326	10101010	0.1119	-1.1326	11101010	-0.1119	-1.1326
00101011	0.3305	1.0891	01101011	-0.3305	1.0891	10101011	0.3305	-1.0891	11101011	-0.3305	-1.0891
00101100	0.6086	0.7420	01101100	-0.6086	0.7420	10101100	0.6086	-0.7420	11101100	-0.6086	-0.7420
00101101	0.4526	0.8462	01101101	-0.4526	0.8462	10101101	0.4526	-0.8462	11101101	-0.4526	-0.8462
00101110	0.7219	0.8799	01101110	-0.7219	0.8799	10101110	0.7219	-0.8799	11101110	-0.7219	-0.8799
00101111	0.5366	1.0037	01101111	-0.5366	1.0037	10101111	0.5366	-1.0037	11101111	-0.5366	-1.0037
00110000	1.6238	0.1604	01110000	-1.6238	0.1604	10110000	1.6238	-0.1604	11110000	-1.6238	-0.1604
00110001	1.5614	0.4738	01110001	-1.5614	0.4738	10110001	1.5614	-0.4738	11110001	-1.5614	-0.4738
00110010	1.3468	0.1330	01110010	-1.3468	0.1330	10110010	1.3468	-0.1330	11110010	-1.3468	-0.1330
00110011	1.2951	0.3930	01110011	-1.2951	0.3930	10110011	1.2951	-0.3930	11110011	-1.2951	-0.3930
00110100	1.2614	1.0350	01110100	-1.2614	1.0350	10110100	1.2614	-1.0350	11110100	-1.2614	-1.0350
00110101	1.4390	0.7693	01110101	-1.4390	0.7693	10110101	1.4390	-0.7693	11110101	-1.4390	-0.7693
00110110	1.0462	0.8585	01110110	-1.0462	0.8585	10110110	1.0462	-0.8585	11110110	-1.0462	-0.8585
00110111	1.1935	0.6381	01110111	-1.1935	0.6381	10110111	1.1935	-0.6381	11110111	-1.1935	-0.6381
00111000	0.9550	0.0945	01111000	-0.9550	0.0945	10111000	0.9550	-0.0945	11111000	-0.9550	-0.0945
00111001	0.9184	0.2785	01111001	-0.9184	0.2785	10111001	0.9184	-0.2785	11111001	-0.9184	-0.2785
00111010	1.1326	0.1119	01111010	-1.1326	0.1119	10111010	1.1326	-0.1119	11111010	-1.1326	-0.1119
00111011	1.0891	0.3305	01111011	-1.0891	0.3305	10111011	1.0891	-0.3305	11111011	-1.0891	-0.3305
00111100	0.7420	0.6086	01111100	-0.7420	0.6086	10111100	0.7420	-0.6086	11111100	-0.7420	-0.6086
00111101	0.8462	0.4526	01111101	-0.8462	0.4526	10111101	0.8462	-0.4526	11111101	-0.8462	-0.4526
00111110	0.8799	0.7219	01111110	-0.8799	0.7219	10111110	0.8799	-0.7219	11111110	-0.8799	-0.7219
00111111	1.0037	0.5366	01111111	-1.0037	0.5366	10111111	1.0037	-0.5366	11111111	-1.0037	-0.5366

도면91

$$s_{0,i} + s_{0,j} = a \dots (1)$$

$$|s_{0,i}|^2 + |s_{0,j}|^2 = b \dots (2)$$

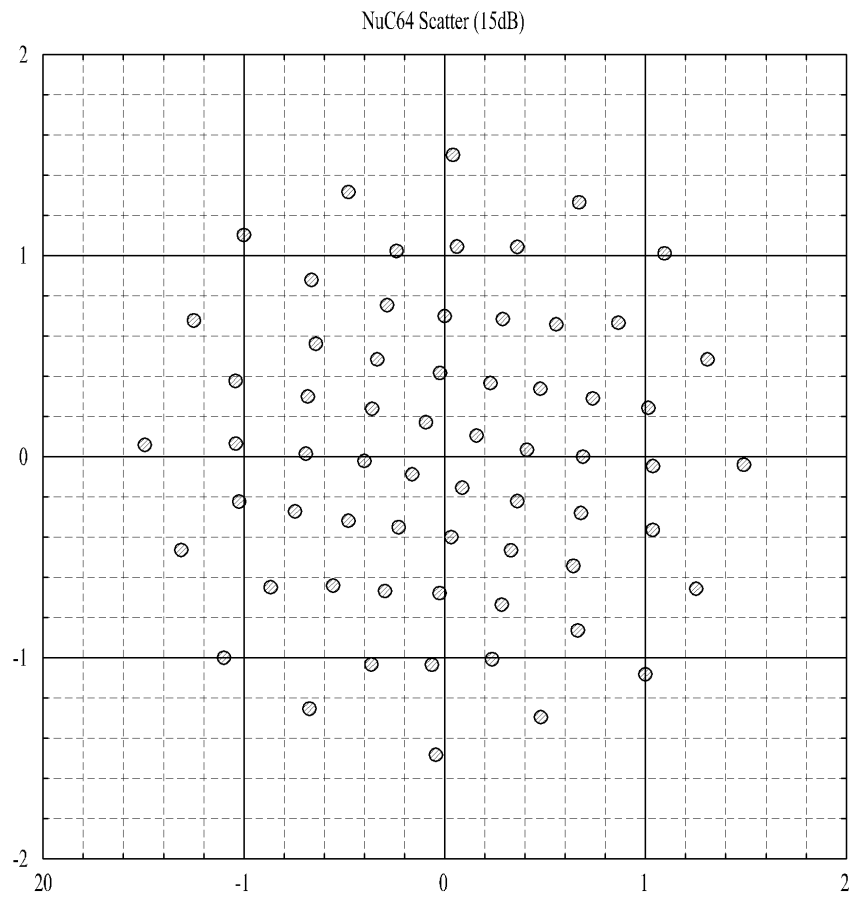
$$s_{0,i} \triangleq s_{0,i,x} + js_{0,i,y}, a \triangleq a_x + ja_y \dots (3)$$

$$\left(s_{0,i,x} - \frac{a_x}{2}\right)^2 + \left(s_{0,i,y} - \frac{a_y}{2}\right)^2 = \frac{b}{2} - \frac{|a|^2}{4} \dots (4)$$

$$s_{0,i} = \frac{a}{2} + re^{j\theta}, s_{0,j} = \frac{a}{2} - re^{j\theta} \quad r = \sqrt{\frac{b}{2} - \frac{|a|^2}{4}}, \theta \in \{0, \dots, 2\pi\} \dots (5)$$

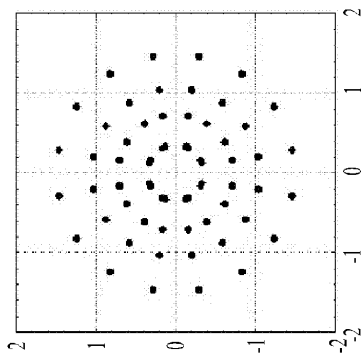
$$s_{1,i} = s_{0,i} \cdot e^{j\frac{\pi}{2}}, s_{1,j} = s_{0,j} \cdot e^{j\frac{\pi}{2}} \quad s_{2,i} = s_{0,i} \cdot e^{j\frac{2\pi}{2}}, s_{2,j} = s_{0,j} \cdot e^{j\frac{2\pi}{2}} \quad s_{3,i} = s_{0,i} \cdot e^{j\frac{3\pi}{2}}, s_{3,j} = s_{0,j} \cdot e^{j\frac{3\pi}{2}} \dots (6)$$

도면92



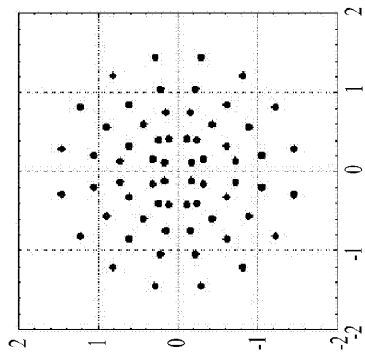
도면93

d	$d_1, \dots, d_{s_f}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{s_f}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{s_f}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{s_f}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$
000000	0.1305	0.3311	0.1305	0.1305	0.3311	0.1305	0.1305	0.3311	0.1305	0.1305	-0.1305	-0.3311
000001	0.1633	0.3162	-0.1633	-0.1633	0.3162	0.1633	0.1633	-0.3162	0.1633	0.1633	-0.1633	-0.3162
000010	0.1622	0.7113	-0.1622	-0.1622	0.7113	0.1622	0.1622	-0.7113	0.1622	0.1622	-0.1622	-0.7113
000011	0.3905	0.6163	-0.3905	-0.3905	0.6163	0.3905	0.3905	-0.6163	0.3905	0.3905	-0.3905	-0.6163
000100	0.3311	0.1305	0.1305	0.1305	0.1305	0.3311	0.1305	0.3311	-0.1305	0.1305	-0.3311	-0.1305
000101	0.3162	0.1633	-0.3162	-0.3162	0.1633	0.1633	0.1633	-0.1633	0.1633	0.1633	-0.1633	-0.1633
000110	0.7113	0.1622	-0.7113	-0.7113	0.1622	0.1622	0.1622	-0.1622	0.1622	0.1622	-0.1622	-0.1622
000111	0.6163	0.3905	-0.6163	-0.6163	0.3905	0.3905	0.3905	-0.3905	0.3905	0.3905	-0.3905	-0.3905
001000	0.2909	1.4626	-0.2909	-0.2909	1.4626	1.4626	1.4626	-1.4626	1.4626	1.4626	-1.4626	-1.4626
001001	0.8285	1.2399	-0.8285	-0.8285	1.2399	1.2399	1.2399	-1.2399	1.2399	1.2399	-1.2399	-1.2399
001010	0.2062	1.0367	-0.2062	-0.2062	1.0367	1.0367	1.0367	-1.0367	1.0367	1.0367	-1.0367	-1.0367
001011	0.5872	0.8789	-0.5872	-0.5872	0.8789	0.8789	0.8789	-0.8789	0.8789	0.8789	-0.8789	-0.8789
001100	1.4626	0.2909	-1.4626	-1.4626	0.2909	0.2909	0.2909	-0.2909	1.4626	1.4626	-1.4626	-0.2909
001101	1.2399	0.8285	-1.2399	-1.2399	0.8285	0.8285	0.8285	-0.8285	1.2399	1.2399	-1.2399	-0.8285
001110	1.0367	0.2062	-1.0367	-1.0367	0.2062	0.2062	0.2062	-0.2062	1.0367	1.0367	-1.0367	-0.2062
001111	0.8789	0.5872	-0.8789	-0.8789	0.5872	0.5872	0.5872	-0.5872	0.8789	0.8789	-0.8789	-0.5872

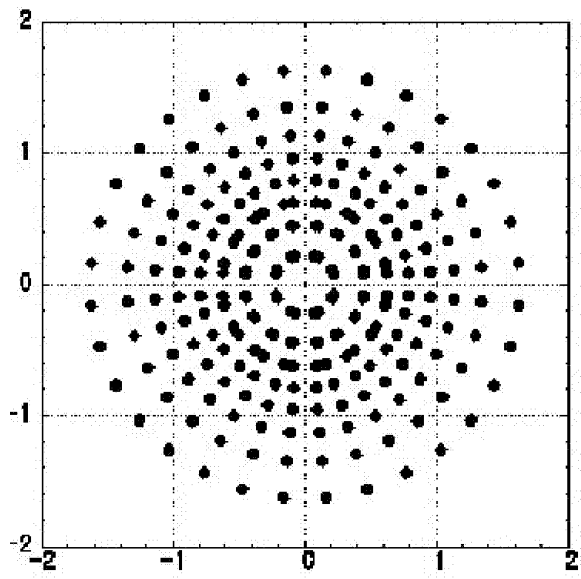


도면94

$d_0, d_1, \dots, d_{s_f}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_f}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_f}$	Re(e)	Im(e)
000000	0.1177	0.1729	010000	-0.1177	0.1729	100000	0.1177	-0.1729
000001	0.1601	0.3212	010001	-0.1601	0.3212	100001	0.1601	-0.3212
000010	0.1352	0.7279	010010	-0.1352	0.7279	100010	0.1352	-0.7279
000011	0.3246	0.6148	010011	-0.3246	0.6148	100011	0.3246	-0.6148
000100	0.4192	0.1179	010100	-0.4192	0.1179	100100	0.4192	-0.1179
000101	0.4033	0.2421	010101	-0.4033	0.2421	100101	0.4033	-0.2421
000110	0.7524	0.1581	010110	-0.7524	0.1581	100110	0.7524	-0.1581
000111	0.5996	0.4330	010111	-0.5996	0.4330	100111	0.5996	-0.4330
001000	0.2902	1.4611	011000	-0.2902	1.4611	101000	0.2902	-1.4611
001001	0.8180	1.2291	011001	-0.8180	1.2291	101001	0.8180	-1.2291
001010	0.2036	1.0575	011010	-0.2036	1.0575	101010	0.2036	-1.0575
001011	0.5641	0.8965	011011	-0.5641	0.8965	101011	0.5641	-0.8965
001100	1.4453	0.2907	011100	-1.4453	0.2907	111000	1.4453	-0.2907
001101	1.2157	0.8186	011101	-1.2157	0.8186	111001	1.2157	-0.8186
001110	1.0447	0.2242	011110	-1.0447	0.2242	111010	1.0447	-0.2242
001111	0.8497	0.6176	011111	-0.8497	0.6176	111011	0.8497	-0.6176



도면95



도면96

$d_0 d_{1\mu} \dots d_{7j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0 d_{1\mu} \dots d_{7j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0 d_{1\mu} \dots d_{7j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0 d_{1\mu} \dots d_{7j}$	Re(e)	Im(e)
00000000	0.0759	0.2200	01000000	-0.0759	0.2200	10000000	0.0759	-0.2200	11000000	-0.0759	-0.2200
00000001	0.0761	0.2199	01000001	-0.0761	0.2199	10000001	0.0761	-0.2199	11000001	-0.0761	-0.2199
00000010	0.0853	0.4476	01000010	-0.0853	0.4476	10000010	0.0853	-0.4476	11000010	-0.0853	-0.4476
00000011	0.1028	0.4439	01000011	-0.1028	0.4439	10000011	0.1028	-0.4439	11000011	-0.1028	-0.4439
00000100	0.1049	0.2077	01000100	-0.1049	0.2077	10000100	0.1049	-0.2077	11000100	-0.1049	-0.2077
00000101	0.1047	0.2078	01000101	-0.1047	0.2078	10000101	0.1047	-0.2078	11000101	-0.1047	-0.2078
00000110	0.2562	0.3768	01000110	-0.2562	0.3768	10000110	0.2562	-0.3768	11000110	-0.2562	-0.3768
00000111	0.2412	0.3865	01000111	-0.2412	0.3865	10000111	0.2412	-0.3865	11000111	-0.2412	-0.3865
00001000	0.0862	0.7899	01001000	-0.0862	0.7899	10001000	0.0862	-0.7899	11001000	-0.0862	-0.7899
00001001	0.2230	0.7627	01001001	-0.2230	0.7627	10001001	0.2230	-0.7627	11001001	-0.2230	-0.7627
00001010	0.0869	0.6236	01001010	-0.0869	0.6236	10001010	0.0869	-0.6236	11001010	-0.0869	-0.6236
00001011	0.1587	0.6093	01001011	-0.1587	0.6093	10001011	0.1587	-0.6093	11001011	-0.1587	-0.6093
00001100	0.4978	0.6194	01001100	-0.4978	0.6194	10001100	0.4978	-0.6194	11001100	-0.4978	-0.6194
00001101	0.3817	0.6969	01001101	-0.3817	0.6969	10001101	0.3817	-0.6969	11001101	-0.3817	-0.6969
00001110	0.3797	0.5023	01001110	-0.3797	0.5023	10001110	0.3797	-0.5023	11001110	-0.3797	-0.5023
00001111	0.3188	0.5430	01001111	-0.3188	0.5430	10001111	0.3188	-0.5430	11001111	-0.3188	-0.5430
00010000	0.2200	0.0759	01010000	-0.2200	0.0759	10010000	0.2200	-0.0759	11010000	-0.2200	-0.0759
00010001	0.2199	0.0761	01010001	-0.2199	0.0761	10010001	0.2199	-0.0761	11010001	-0.2199	-0.0761
00010010	0.4476	0.0853	01010010	-0.4476	0.0853	10010010	0.4476	-0.0853	11010010	-0.4476	-0.0853

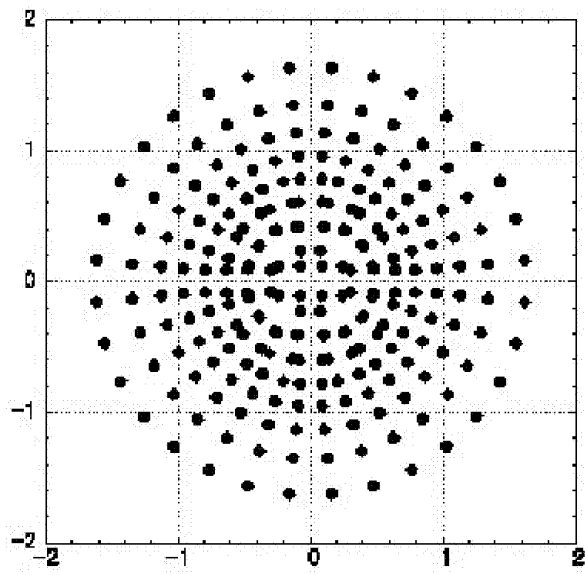
도면97

$d_0d_1\dots d_{7l}$	$\text{Re}(e_l)$	$\text{Im}(e_l)$	$d_0d_1\dots d_{7l}$	$\text{Re}(e_l)$	$\text{Im}(e_l)$	$d_0d_1\dots d_{7l}$	$\text{Re}(e_l)$	$\text{Im}(e_l)$	$d_0d_1\dots d_{7l}$	$\text{Re}(e_l)$	$\text{Im}(e_l)$
00010011	0.4439	0.1028	01010011	-0.4439	0.1028	10010011	0.4439	-0.1028	11010011	-0.4439	-0.1028
00010100	0.2077	0.1049	01010100	-0.2077	0.1049	10010100	0.2077	-0.1049	11010100	-0.2077	-0.1049
00010101	0.2078	0.1047	01010101	-0.2078	0.1047	10010101	0.2078	-0.1047	11010101	-0.2078	-0.1047
00010110	0.3768	0.2562	01010110	-0.3768	0.2562	10010110	0.3768	-0.2562	11010110	-0.3768	-0.2562
00010111	0.3865	0.2412	01010111	-0.3865	0.2412	10010111	0.3865	-0.2412	11010111	-0.3865	-0.2412
00011000	0.7899	0.0862	01011000	-0.7899	0.0862	10011000	0.7899	-0.0862	11011000	-0.7899	-0.0862
00011001	0.7627	0.2230	01011001	-0.7627	0.2230	10011001	0.7627	-0.2230	11011001	-0.7627	-0.2230
00011010	0.6236	0.0869	01011010	-0.6236	0.0869	10011010	0.6236	-0.0869	11011010	-0.6236	-0.0869
00011011	0.6093	0.1587	01011011	-0.6093	0.1587	10011011	0.6093	-0.1587	11011011	-0.6093	-0.1587
00011100	0.6194	0.4978	01011100	-0.6194	0.4978	10011100	0.6194	-0.4978	11011100	-0.6194	-0.4978
00011101	0.6969	0.3817	01011101	-0.6969	0.3817	10011101	0.6969	-0.3817	11011101	-0.6969	-0.3817
00011110	0.5023	0.3797	01011110	-0.5023	0.3797	10011110	0.5023	-0.3797	11011110	-0.5023	-0.3797
00011111	0.5430	0.3188	01011111	-0.5430	0.3188	10011111	0.5430	-0.3188	11011111	-0.5430	-0.3188
00100000	0.1604	1.6238	01100000	-0.1604	1.6238	10100000	0.1604	-1.6238	11100000	-0.1604	-1.6238
00100001	0.4738	1.5614	01100001	-0.4738	1.5614	10100001	0.4738	-1.5614	11100001	-0.4738	-1.5614
00100010	0.1330	1.3468	01100010	-0.1330	1.3468	10100010	0.1330	-1.3468	11100010	-0.1330	-1.3468
00100011	0.3930	1.2951	01100011	-0.3930	1.2951	10100011	0.3930	-1.2951	11100011	-0.3930	-1.2951
00100100	1.0350	1.2614	01100100	-1.0350	1.2614	10100100	1.0350	-1.2614	11100100	-1.0350	-1.2614
00100101	0.7693	1.4390	01100101	-0.7693	1.4390	10100101	0.7693	-1.4390	11100101	-0.7693	-1.4390
00100110	0.8585	1.0462	01100110	-0.8585	1.0462	10100110	0.8585	-1.0462	11100110	-0.8585	-1.0462
00100111	0.6381	1.1935	01100111	-0.6381	1.1935	10100111	0.6381	-1.1935	11100111	-0.6381	-1.1935
00101000	0.0945	0.9550	01101000	-0.0945	0.9550	10101000	0.0945	-0.9550	11101000	-0.0945	-0.9550

도면98

$d_0d_1\mu...d_{7l}$	Re(e)	Im(e)	$d_0d_1\mu...d_{7l}$	Re(e)	Im(e)	$d_0d_1\mu...d_{7l}$	Re(e)	Im(e)	$d_0d_1\mu...d_{7l}$	Re(e)	Im(e)
00101001	0.2785	0.9184	01101001	-0.2785	0.9184	10101001	0.2785	-0.9184	11101001	-0.2785	-0.9184
00101010	0.1119	1.1326	01101010	-0.1119	1.1326	10101010	0.1119	-1.1326	11101010	-0.1119	-1.1326
00101011	0.3305	1.0891	01101011	-0.3305	1.0891	10101011	0.3305	-1.0891	11101011	-0.3305	-1.0891
00101100	0.6086	0.7420	01101100	-0.6086	0.7420	10101100	0.6086	-0.7420	11101100	-0.6086	-0.7420
00101101	0.4526	0.8462	01101101	-0.4526	0.8462	10101101	0.4526	-0.8462	11101101	-0.4526	-0.8462
00101110	0.7219	0.8799	01101110	-0.7219	0.8799	10101110	0.7219	-0.8799	11101110	-0.7219	-0.8799
00101111	0.5366	1.0037	01101111	-0.5366	1.0037	10101111	0.5366	-1.0037	11101111	-0.5366	-1.0037
00110000	1.6238	0.1604	01110000	-1.6238	0.1604	10110000	1.6238	-0.1604	11110000	-1.6238	-0.1604
00110001	1.5614	0.4738	01110001	-1.5614	0.4738	10110001	1.5614	-0.4738	11110001	-1.5614	-0.4738
00110010	1.3468	0.1330	01110010	-1.3468	0.1330	10110010	1.3468	-0.1330	11110010	-1.3468	-0.1330
00110011	1.2951	0.3930	01110011	-1.2951	0.3930	10110011	1.2951	-0.3930	11110011	-1.2951	-0.3930
00110100	1.2614	1.0350	01110100	-1.2614	1.0350	10110100	1.2614	-1.0350	11110100	-1.2614	-1.0350
00110101	1.4390	0.7693	01110101	-1.4390	0.7693	10110101	1.4390	-0.7693	11110101	-1.4390	-0.7693
00110110	1.0462	0.8585	01110110	-1.0462	0.8585	10110110	1.0462	-0.8585	11110110	-1.0462	-0.8585
00110111	1.1935	0.6381	01110111	-1.1935	0.6381	10110111	1.1935	-0.6381	11110111	-1.1935	-0.6381
00111000	0.9550	0.0945	01111000	-0.9550	0.0945	10111000	0.9550	-0.0945	11111000	-0.9550	-0.0945
00111001	0.9184	0.2785	01111001	-0.9184	0.2785	10111001	0.9184	-0.2785	11111001	-0.9184	-0.2785
00111010	1.1326	0.1119	01111010	-1.1326	0.1119	10111010	1.1326	-0.1119	11111010	-1.1326	-0.1119
00111011	1.0891	0.3305	01111011	-1.0891	0.3305	10111011	1.0891	-0.3305	11111011	-1.0891	-0.3305
00111100	0.7420	0.6086	01111100	-0.7420	0.6086	10111100	0.7420	-0.6086	11111100	-0.7420	-0.6086
00111101	0.8462	0.4526	01111101	-0.8462	0.4526	10111101	0.8462	-0.4526	11111101	-0.8462	-0.4526
00111110	0.8799	0.7219	01111110	-0.8799	0.7219	10111110	0.8799	-0.7219	11111110	-0.8799	-0.7219
00111111	1.0037	0.5366	01111111	-1.0037	0.5366	10111111	1.0037	-0.5366	11111111	-1.0037	-0.5366

도면99



도면100

$d_0 d_{1j} \dots d_{7j}$	$\text{Re}(e_j)$	$\text{Im}(e_j)$	$d_0 d_{1j} \dots d_{7j}$	$\text{Re}(e_j)$	$\text{Im}(e_j)$	$d_0 d_{1j} \dots d_{7j}$	$\text{Re}(e_j)$	$\text{Im}(e_j)$	$d_0 d_{1j} \dots d_{7j}$	$\text{Re}(e_j)$	$\text{Im}(e_j)$
00000000	0.0754	0.2310	01000000	-0.0754	0.2310	10000000	0.0754	-0.2310	11000000	-0.0754	-0.2310
00000001	0.0768	0.2305	01000001	-0.0768	0.2305	10000001	0.0768	-0.2305	11000001	-0.0768	-0.2305
00000010	0.0924	0.4136	01000010	-0.0924	0.4136	10000010	0.0924	-0.4136	11000010	-0.0924	-0.4136
00000011	0.1043	0.4125	01000011	-0.1043	0.4125	10000011	0.1043	-0.4125	11000011	-0.1043	-0.4125
00000100	0.0829	0.1135	01000100	-0.0829	0.1135	10000100	0.0829	-0.1135	11000100	-0.0829	-0.1135
00000101	0.0836	0.1149	01000101	-0.0836	0.1149	10000101	0.0836	-0.1149	11000101	-0.0836	-0.1149
00000110	0.2682	0.3856	01000110	-0.2682	0.3856	10000110	0.2682	-0.3856	11000110	-0.2682	-0.3856
00000111	0.2531	0.3906	01000111	-0.2531	0.3906	10000111	0.2531	-0.3906	11000111	-0.2531	-0.3906
00001000	0.0836	0.7817	01001000	-0.0836	0.7817	10001000	0.0836	-0.7817	11001000	-0.0836	-0.7817
00001001	0.2052	0.7608	01001001	-0.2052	0.7608	10001001	0.2052	-0.7608	11001001	-0.2052	-0.7608
00001010	0.0838	0.6034	01001010	-0.0838	0.6034	10001010	0.0838	-0.6034	11001010	-0.0838	-0.6034
00001011	0.1394	0.5961	01001011	-0.1394	0.5961	10001011	0.1394	-0.5961	11001011	-0.1394	-0.5961
00001100	0.4861	0.6331	01001100	-0.4861	0.6331	10001100	0.4861	-0.6331	11001100	-0.4861	-0.6331
00001101	0.3661	0.7034	01001101	-0.3661	0.7034	10001101	0.3661	-0.7034	11001101	-0.3661	-0.7034
00001110	0.3732	0.5159	01001110	-0.3732	0.5159	10001110	0.3732	-0.5159	11001110	-0.3732	-0.5159
00001111	0.3095	0.5511	01001111	-0.3095	0.5511	10001111	0.3095	-0.5511	11001111	-0.3095	-0.5511
00010000	0.3030	0.0811	01010000	-0.3030	0.0811	10010000	0.3030	-0.0811	11010000	-0.3030	-0.0811
00010001	0.3017	0.0853	01010001	-0.3017	0.0853	10010001	0.3017	-0.0853	11010001	-0.3017	-0.0853
00010010	0.4758	0.0932	01010010	-0.4758	0.0932	10010010	0.4758	-0.0932	11010010	-0.4758	-0.0932

도면101

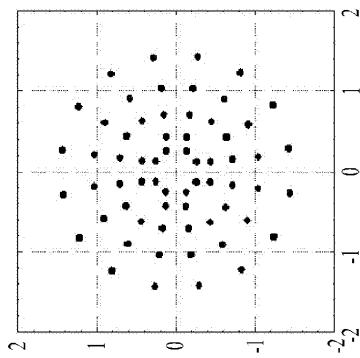
$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e_i)$	$Im(e_i)$	$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e_i)$	$Im(e_i)$	$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e_i)$	$Im(e_i)$	$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e_i)$	$Im(e_i)$
00010011	0.4676	0.1242	01010011	-0.4676	0.1242	10010011	0.4676	-0.1242	11010011	-0.4676	-0.1242
00010100	0.2425	0.1081	01010100	-0.2425	0.1081	10010100	0.2425	-0.1081	11010100	-0.2425	-0.1081
00010101	0.2447	0.1115	01010101	-0.2447	0.1115	10010101	0.2447	-0.1115	11010101	-0.2447	-0.1115
00010110	0.3837	0.2813	01010110	-0.3837	0.2813	10010110	0.3837	-0.2813	11010110	-0.3837	-0.2813
00010111	0.3959	0.2642	01010111	-0.3959	0.2642	10010111	0.3959	-0.2642	11010111	-0.3959	-0.2642
00011000	0.7929	0.0859	01011000	-0.7929	0.0859	10011000	0.7929	-0.0859	11011000	-0.7929	-0.0859
00011001	0.7652	0.2324	01011001	-0.7652	0.2324	10011001	0.7652	-0.2324	11011001	-0.7652	-0.2324
00011010	0.6365	0.0872	01011010	-0.6365	0.0872	10011010	0.6365	-0.0872	11011010	-0.6365	-0.0872
00011011	0.6207	0.1757	01011011	-0.6207	0.1757	10011011	0.6207	-0.1757	11011011	-0.6207	-0.1757
00011100	0.6149	0.5145	01011100	-0.6149	0.5145	10011100	0.6149	-0.5145	11011100	-0.6149	-0.5145
00011101	0.6987	0.3934	01011101	-0.6987	0.3934	10011101	0.6987	-0.3934	11011101	-0.6987	-0.3934
00011110	0.5063	0.4029	01011110	-0.5063	0.4029	10011110	0.5063	-0.4029	11011110	-0.5063	-0.4029
00011111	0.5526	0.3356	01011111	-0.5526	0.3356	10011111	0.5526	-0.3356	11011111	-0.5526	-0.3356
00100000	0.1598	1.6262	01100000	-0.1598	1.6262	10100000	0.1598	-1.6262	11100000	-0.1598	-1.6262
00100001	0.4733	1.5637	01100001	-0.4733	1.5637	10100001	0.4733	-1.5637	11100001	-0.4733	-1.5637
00100010	0.1307	1.3502	01100010	-0.1307	1.3502	10100010	0.1307	-1.3502	11100010	-0.1307	-1.3502
00100011	0.3877	1.2983	01100011	-0.3877	1.2983	10100011	0.3877	-1.2983	11100011	-0.3877	-1.2983
00100100	1.0328	1.2617	01100100	-1.0328	1.2617	10100100	1.0328	-1.2617	11100100	-1.0328	-1.2617
00100101	0.7675	1.4398	01100101	-0.7675	1.4398	10100101	0.7675	-1.4398	11100101	-0.7675	-1.4398
00100110	0.8496	1.0508	01100110	-0.8496	1.0508	10100110	0.8496	-1.0508	11100110	-0.8496	-1.0508
00100111	0.6297	1.1967	01100111	-0.6297	1.1967	10100111	0.6297	-1.1967	11100111	-0.6297	-1.1967
00101000	0.0910	0.9531	01101000	-0.0910	0.9531	10101000	0.0910	-0.9531	11101000	-0.0910	-0.9531

도면102

$d_0d_{1,\mu}...d_{7,l}$	$Re(e_l)$	$Im(e_l)$	$d_0d_{1,\mu}...d_{7,l}$	$Re(e_l)$	$Im(e_l)$	$d_0d_{1,\mu}...d_{7,l}$	$Re(e_l)$	$Im(e_l)$	$d_0d_{1,\mu}...d_{7,l}$	$Re(e_l)$	$Im(e_l)$
00101001	0.2649	0.9198	01101001	-0.2649	0.9198	10101001	0.2649	-0.9198	11101001	-0.2649	-0.9198
00101010	0.1080	1.1340	01101010	-0.1080	1.1340	10101010	0.1080	-1.1340	11101010	-0.1080	-1.1340
00101011	0.3214	1.0926	01101011	-0.3214	1.0926	10101011	0.3214	-1.0926	11101011	-0.3214	-1.0926
00101100	0.5941	0.7527	01101100	-0.5941	0.7527	10101100	0.5941	-0.7527	11101100	-0.5941	-0.7527
00101101	0.4371	0.8528	01101101	-0.4371	0.8528	10101101	0.4371	-0.8528	11101101	-0.4371	-0.8528
00101110	0.7093	0.8880	01101110	-0.7093	0.8880	10101110	0.7093	-0.8880	11101110	-0.7093	-0.8880
00101111	0.5235	1.0090	01101111	-0.5235	1.0090	10101111	0.5235	-1.0090	11101111	-0.5235	-1.0090
00110000	1.6180	0.1602	01110000	-1.6180	0.1602	10110000	1.6180	-0.1602	11110000	-1.6180	-0.1602
00110001	1.5540	0.4734	01110001	-1.5540	0.4734	10110001	1.5540	-0.4734	11110001	-1.5540	-0.4734
00110010	1.3411	0.1336	01110010	-1.3411	0.1336	10110010	1.3411	-0.1336	11110010	-1.3411	-0.1336
00110011	1.2883	0.3955	01110011	-1.2883	0.3955	10110011	1.2883	-0.3955	11110011	-1.2883	-0.3955
00110100	1.2561	1.0337	01110100	-1.2561	1.0337	10110100	1.2561	-1.0337	11110100	-1.2561	-1.0337
00110101	1.4311	0.7676	01110101	-1.4311	0.7676	10110101	1.4311	-0.7676	11110101	-1.4311	-0.7676
00110110	1.0362	0.8626	01110110	-1.0362	0.8626	10110110	1.0362	-0.8626	11110110	-1.0362	-0.8626
00110111	1.1845	0.6419	01110111	-1.1845	0.6419	10110111	1.1845	-0.6419	11110111	-1.1845	-0.6419
00111000	0.9546	0.0957	01111000	-0.9546	0.0957	10111000	0.9546	-0.0957	11111000	-0.9546	-0.0957
00111001	0.9163	0.2834	01111001	-0.9163	0.2834	10111001	0.9163	-0.2834	11111001	-0.9163	-0.2834
00111010	1.1282	0.1128	01111010	-1.1282	0.1128	10111010	1.1282	-0.1128	11111010	-1.1282	-0.1128
00111011	1.0838	0.3340	01111011	-1.0838	0.3340	10111011	1.0838	-0.3340	11111011	-1.0838	-0.3340
00111100	0.7329	0.6204	01111100	-0.7329	0.6204	10111100	0.7329	-0.6204	11111100	-0.7329	-0.6204
00111101	0.8428	0.4615	01111101	-0.8428	0.4615	10111101	0.8428	-0.4615	11111101	-0.8428	-0.4615
00111110	0.8680	0.7295	01111110	-0.8680	0.7295	10111110	0.8680	-0.7295	11111110	-0.8680	-0.7295
00111111	0.9959	0.5426	01111111	-0.9959	0.5426	10111111	0.9959	-0.5426	11111111	-0.9959	-0.5426

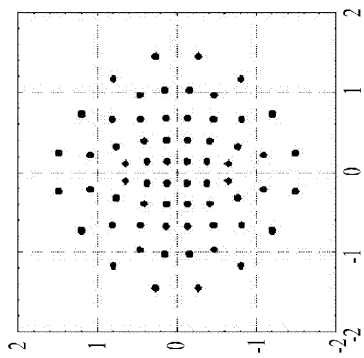
도면103

$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	Re(e)	Im(e)
000000	0.1350	0.4323	010000	-0.1252	0.4366	100000	0.1252	-0.4366	110000	-0.1350	-0.4323
000001	0.1329	0.2567	010001	-0.1268	0.2590	100001	0.1268	-0.2590	110001	-0.1329	-0.2567
000010	0.1743	0.7080	010010	-0.1581	0.7124	100010	0.1581	-0.7124	110010	-0.1743	-0.7080
000011	0.4463	0.6255	010011	-0.4314	0.6337	100011	0.4314	-0.6337	110011	-0.4463	-0.6255
000100	0.4366	0.1252	010100	-0.4323	0.1350	100100	0.4323	-0.1350	110100	-0.4366	-0.1252
000101	0.2590	0.1268	010101	-0.2567	0.1329	100101	0.2567	-0.1329	110101	-0.2590	-0.1268
000110	0.7124	0.1581	010110	-0.7080	0.1743	100110	0.7080	-0.1743	110110	-0.7124	-0.1581
000111	0.6337	0.4314	010111	-0.6255	0.4463	100111	0.6255	-0.4463	110111	-0.6337	-0.4314
001000	0.2707	1.4326	011000	-0.2919	1.4217	101000	0.2919	-1.4217	111000	-0.2707	-1.4326
001001	0.8113	1.2328	011001	-0.8261	1.2215	101001	0.8261	-1.2215	111001	-0.8113	-1.2328
001010	0.2130	1.0366	011010	-0.1876	1.0370	101010	0.1876	-1.0370	111010	-0.2130	-1.0366
001011	0.6106	0.9019	011011	-0.5888	0.9118	101011	0.5888	-0.9118	111011	-0.6106	-0.9019
001100	1.4217	0.2919	011100	-1.4326	0.2707	101100	1.4326	-0.2707	111100	-1.4217	-0.2919
001101	1.2215	0.8261	011101	-1.2328	0.8113	101101	1.2328	-0.8113	111101	-1.2215	-0.8261
001110	1.0370	0.1876	011110	-1.0366	0.2130	101110	1.0366	-0.2130	111110	-1.0370	-0.1876
001111	0.9118	0.5888	011111	-0.9019	0.6106	101111	0.9019	-0.6106	111111	-0.9118	-0.5888

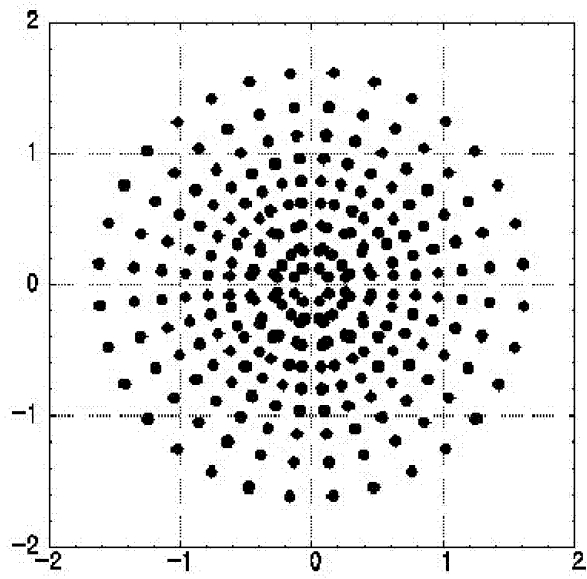


도면104

$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$
000000	1.4528	0.2735	010000	-1.4528	0.2735	100000	1.4528	-0.2735	110000	-1.4528	-0.2735
000001	1.1705	0.8021	010001	-1.1705	0.8021	100001	1.1705	-0.8021	110001	-1.1705	-0.8021
000010	0.7296	1.2006	010010	-0.7296	1.2006	100010	0.7296	-1.2006	110010	-0.7296	-1.2006
000011	0.6628	0.8144	010011	-0.6628	0.8144	100011	0.6628	-0.8144	110011	-0.6628	-0.8144
000100	1.0265	0.1595	010100	-1.0265	0.1595	100100	1.0265	-0.1595	110100	-1.0265	-0.1595
000101	0.9673	0.4701	010101	-0.9673	0.4701	100101	0.9673	-0.4701	110101	-0.9673	-0.4701
000110	0.6798	0.1375	010110	-0.6798	0.1375	100110	0.6798	-0.1375	110110	-0.6798	-0.1375
000111	0.6653	0.4615	010111	-0.6653	0.4615	100111	0.6653	-0.4615	110111	-0.6653	-0.4615
001000	0.2437	1.4889	011000	-0.2437	1.4889	101000	0.2437	-1.4889	111000	-0.2437	-1.4889
001001	0.1123	0.6475	011001	-0.1123	0.6475	101001	0.1123	-0.6475	111001	-0.1123	-0.6475
001010	0.2166	1.0920	011010	-0.2166	1.0920	101010	0.2166	-1.0920	111010	-0.2166	-1.0920
001011	0.3258	0.7670	011011	-0.3258	0.7670	101011	0.3258	-0.7670	111011	-0.3258	-0.7670
001100	0.1383	0.1265	011100	-0.1383	0.1265	101100	0.1383	-0.1265	111100	-0.1383	-0.1265
001101	0.1394	0.3792	011101	-0.1394	0.3792	101101	0.1394	-0.3792	111101	-0.1394	-0.3792
001110	0.4047	0.1330	011110	-0.4047	0.1330	101110	0.4047	-0.1330	111110	-0.4047	-0.1330
001111	0.3980	0.4148	011111	-0.3980	0.4148	101111	0.3980	-0.4148	111111	-0.3980	-0.4148



도면105



도면106

$d_0, d_1, \dots, d_{71}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{71}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{71}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{71}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$
00000000	0.0566	0.2614	01000000	-0.0585	0.2606	10000000	0.0585	-0.2606	11000000	-0.0566	-0.2614
00000001	0.0868	0.2841	01000001	-0.0884	0.2840	10000001	0.0884	-0.2840	11000001	-0.0868	-0.2841
00000010	0.0753	0.4576	01000010	-0.0802	0.4591	10000010	0.0802	-0.4591	11000010	-0.0753	-0.4576
00000011	0.1130	0.4375	01000011	-0.1168	0.4382	10000011	0.1168	-0.4382	11000011	-0.1130	-0.4375
00000100	0.0646	0.1282	01000100	-0.0644	0.1257	10000100	0.0644	-0.1257	11000100	-0.0646	-0.1282
00000101	0.1527	0.2307	01000101	-0.1533	0.2304	10000101	0.1533	-0.2304	11000101	-0.1527	-0.2307
00000110	0.2933	0.3937	01000110	-0.2949	0.3935	10000110	0.2949	-0.3935	11000110	-0.2933	-0.3937
00000111	0.2503	0.3875	01000111	-0.2544	0.3817	10000111	0.2544	-0.3817	11000111	-0.2503	-0.3875
00001000	0.0782	0.7901	01001000	-0.0788	0.7914	10001000	0.0788	-0.7914	11001000	-0.0782	-0.7901
00001001	0.2230	0.7654	01001001	-0.2266	0.7685	10001001	0.2266	-0.7685	11001001	-0.2230	-0.7654
00001010	0.0724	0.6228	01001010	-0.0769	0.6239	10001010	0.0769	-0.6239	11001010	-0.0724	-0.6228
00001011	0.1705	0.6096	01001011	-0.1736	0.6134	10001011	0.1736	-0.6134	11001011	-0.1705	-0.6096
00001100	0.5055	0.6200	01001100	-0.5051	0.6218	10001100	0.5051	-0.6218	11001100	-0.5055	-0.6200
00001101	0.3737	0.7096	01001101	-0.3751	0.7082	10001101	0.3751	-0.7082	11001101	-0.3737	-0.7096
00001110	0.3955	0.5092	01001110	-0.3969	0.5076	10001110	0.3969	-0.5076	11001110	-0.3955	-0.5092
00001111	0.3092	0.5646	01001111	-0.3135	0.5658	10001111	0.3135	-0.5658	11001111	-0.3092	-0.5646
00010000	0.2606	0.0585	01010000	-0.2614	0.0566	10010000	0.2614	-0.0566	11010000	-0.2606	-0.0585
00010001	0.2840	0.0884	01010001	-0.2841	0.0868	10010001	0.2841	-0.0868	11010001	-0.2840	-0.0884
00010010	0.4591	0.0802	01010010	-0.4576	0.0753	10010010	0.4576	-0.0753	11010010	-0.4591	-0.0802

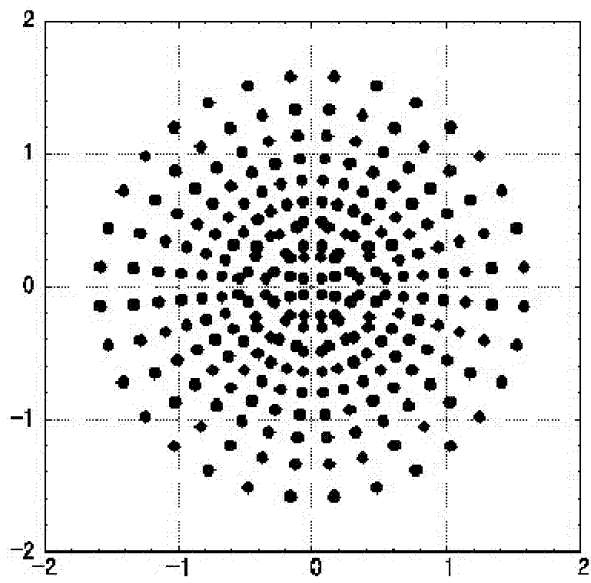
도면107

$d_0 d_1 \dots d_{7j}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0 d_1 \dots d_{7j}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0 d_1 \dots d_{7j}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0 d_1 \dots d_{7j}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$
00010011	0.4382	0.1168	01010011	-0.4375	0.1130	10010011	0.4375	-0.1130	11010011	-0.4382	-0.1168
00010100	0.1257	0.0644	01010100	-0.1282	0.0646	10010100	0.1282	-0.0646	11010100	-0.1257	-0.0644
00010101	0.2304	0.1533	01010101	-0.2307	0.1527	10010101	0.2307	-0.1527	11010101	-0.2304	-0.1533
00010110	0.3935	0.2949	01010110	-0.3937	0.2933	10010110	0.3937	-0.2933	11010110	-0.3935	-0.2949
00010111	0.3817	0.2544	01010111	-0.3875	0.2503	10010111	0.3875	-0.2503	11010111	-0.3817	-0.2544
00011000	0.7914	0.0788	01011000	-0.7901	0.0782	10011000	0.7901	-0.0782	11011000	-0.7914	-0.0788
00011001	0.7685	0.2266	01011001	-0.7654	0.2230	10011001	0.7654	-0.2230	11011001	-0.7685	-0.2266
00011010	0.6239	0.0769	01011010	-0.6228	0.0724	10011010	0.6228	-0.0724	11011010	-0.6239	-0.0769
00011011	0.6134	0.1736	01011011	-0.6096	0.1705	10011011	0.6096	-0.1705	11011011	-0.6134	-0.1736
00011100	0.6218	0.5051	01011100	-0.6200	0.5055	10011100	0.6200	-0.5055	11011100	-0.6218	-0.5051
00011101	0.7082	0.3751	01011101	-0.7086	0.3737	10011101	0.7086	-0.3737	11011101	-0.7082	-0.3751
00011110	0.5076	0.3969	01011110	-0.5092	0.3955	10011110	0.5092	-0.3955	11011110	-0.5076	-0.3969
00011111	0.5658	0.3135	01011111	-0.5646	0.3092	10011111	0.5646	-0.3092	11011111	-0.5658	-0.3135
00100000	0.1660	1.6155	01100000	-0.1603	1.6097	10100000	0.1603	-1.6097	11100000	-0.1660	-1.6155
00100001	0.4759	1.5419	01100001	-0.4720	1.5469	10100001	0.4720	-1.5469	11100001	-0.4759	-1.5419
00100010	0.1324	1.3524	01100010	-0.1315	1.3497	10100010	0.1315	-1.3497	11100010	-0.1324	-1.3524
00100011	0.3880	1.2943	01100011	-0.3955	1.2968	10100011	0.3955	-1.2968	11100011	-0.3880	-1.2943
00100100	1.0225	1.2486	01100100	-1.0210	1.2440	10100100	1.0210	-1.2440	11100100	-1.0225	-1.2486
00100101	0.7614	1.4241	01100101	-0.7599	1.4196	10100101	0.7599	-1.4196	11100101	-0.7614	-1.4241
00100110	0.8569	1.0437	01100110	-0.8579	1.0436	10100110	0.8579	-1.0436	11100110	-0.8569	-1.0437
00100111	0.6370	1.1910	01100111	-0.6369	1.1882	10100111	0.6369	-1.1882	11100111	-0.6370	-1.1910
00101000	0.0916	0.9586	01101000	-0.0929	0.9593	10101000	0.0929	-0.9593	11101000	-0.0916	-0.9586

도면108

$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$	$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$	$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$	$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$
00101001	0.2731	0.9232	01101001	-0.2776	0.9252	10101001	0.2776	-0.9252	11101001	-0.2731	-0.9232
00101010	0.1104	1.1396	01101010	-0.1119	1.1393	10101010	0.1119	-1.1393	11101010	-0.1104	-1.1396
00101011	0.3314	1.0930	01101011	-0.3301	1.0958	10101011	0.3301	-1.0958	11101011	-0.3314	-1.0930
00101100	0.6098	0.7440	01101100	-0.6119	0.7442	10101100	0.6119	-0.7442	11101100	-0.6098	-0.7440
00101101	0.4529	0.8490	01101101	-0.4518	0.8519	10101101	0.4518	-0.8519	11101101	-0.4529	-0.8490
00101110	0.7239	0.8840	01101110	-0.7230	0.8792	10101110	0.7230	-0.8792	11101110	-0.7239	-0.8840
00101111	0.5369	1.0063	01101111	-0.5364	1.0064	10101111	0.5364	-1.0064	11101111	-0.5369	-1.0063
00110000	1.6097	0.1603	01110000	-1.6155	0.1660	10110000	1.6155	-0.1660	11110000	-1.6097	-0.1603
00110001	1.5469	0.4720	01110001	-1.5419	0.4759	10110001	1.5419	-0.4759	11110001	-1.5469	-0.4720
00110010	1.3497	0.1315	01110010	-1.3524	0.1324	10110010	1.3524	-0.1324	11110010	-1.3497	-0.1315
00110011	1.2968	0.3955	01110011	-1.2943	0.3880	10110011	1.2943	-0.3880	11110011	-1.2968	-0.3955
00110100	1.2440	1.0210	01110100	-1.2486	1.0225	10110100	1.2486	-1.0225	11110100	-1.2440	-1.0210
00110101	1.4196	0.7599	01110101	-1.4241	0.7614	10110101	1.4241	-0.7614	11110101	-1.4196	-0.7599
00110110	1.0436	0.8579	01110110	-1.0437	0.8569	10110110	1.0437	-0.8569	11110110	-1.0436	-0.8579
00110111	1.1882	0.6369	01110111	-1.1910	0.6370	10110111	1.1910	-0.6370	11110111	-1.1882	-0.6369
00111000	0.9593	0.0929	01111000	-0.9586	0.0916	10111000	0.9586	-0.0916	11111000	-0.9593	-0.0929
00111001	0.9252	0.2776	01111001	-0.9232	0.2731	10111001	0.9232	-0.2731	11111001	-0.9252	-0.2776
00111010	1.1393	0.1119	01111010	-1.1396	0.1104	10111010	1.1396	-0.1104	11111010	-1.1393	-0.1119
00111011	1.0958	0.3301	01111011	-1.0930	0.3314	10111011	1.0930	-0.3314	11111011	-1.0958	-0.3301
00111100	0.7442	0.6119	01111100	-0.7440	0.6098	10111100	0.7440	-0.6098	11111100	-0.7442	-0.6119
00111101	0.8519	0.4518	01111101	-0.8490	0.4529	10111101	0.8490	-0.4529	11111101	-0.8519	-0.4518
00111110	0.8792	0.7230	01111110	-0.8840	0.7239	10111110	0.8840	-0.7239	11111110	-0.8792	-0.7230
00111111	1.0064	0.5364	01111111	-1.0063	0.5369	10111111	1.0063	-0.5369	11111111	-1.0064	-0.5364

도면109



도면110

$d_0, d_1, \dots, d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0, d_1, \dots, d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0, d_1, \dots, d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0, d_1, \dots, d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$
00000000	0.0593	0.2193	01000000	-0.0593	0.2193	10000000	0.0593	-0.2193	11000000	-0.0593	-0.2193
00000001	0.0690	0.3047	01000001	-0.0690	0.3047	10000001	0.0690	-0.3047	11000001	-0.0690	-0.3047
00000010	0.0663	0.4879	01000010	-0.0663	0.4879	10000010	0.0663	-0.4879	11000010	-0.0663	-0.4879
00000011	0.1151	0.4474	01000011	-0.1151	0.4474	10000011	0.1151	-0.4474	11000011	-0.1151	-0.4474
00000100	0.1689	0.2163	01000100	-0.1689	0.2163	10000100	0.1689	-0.2163	11000100	-0.1689	-0.2163
00000101	0.1971	0.2525	01000101	-0.1971	0.2525	10000101	0.1971	-0.2525	11000101	-0.1971	-0.2525
00000110	0.3096	0.3796	01000110	-0.3096	0.3796	10000110	0.3096	-0.3796	11000110	-0.3096	-0.3796
00000111	0.2489	0.3933	01000111	-0.2489	0.3933	10000111	0.2489	-0.3933	11000111	-0.2489	-0.3933
00001000	0.0790	0.7970	01001000	-0.0790	0.7970	10001000	0.0790	-0.7970	11001000	-0.0790	-0.7970
00001001	0.2340	0.7710	01001001	-0.2340	0.7710	10001001	0.2340	-0.7710	11001001	-0.2340	-0.7710
00001010	0.0723	0.6395	01001010	-0.0723	0.6395	10001010	0.0723	-0.6395	11001010	-0.0723	-0.6395
00001011	0.1896	0.6163	01001011	-0.1896	0.6163	10001011	0.1896	-0.6163	11001011	-0.1896	-0.6163
00001100	0.5090	0.6272	01001100	-0.5090	0.6272	10001100	0.5090	-0.6272	11001100	-0.5090	-0.6272
00001101	0.3787	0.7126	01001101	-0.3787	0.7126	10001101	0.3787	-0.7126	11001101	-0.3787	-0.7126
00001110	0.4079	0.5049	01001110	-0.4079	0.5049	10001110	0.4079	-0.5049	11001110	-0.4079	-0.5049
00001111	0.3088	0.5677	01001111	-0.3088	0.5677	10001111	0.3088	-0.5677	11001111	-0.3088	-0.5677
00010000	0.0675	0.0626	01010000	-0.0675	0.0626	10010000	0.0675	-0.0626	11010000	-0.0675	-0.0626
00010001	0.3475	0.0595	01010001	-0.3475	0.0595	10010001	0.3475	-0.0595	11010001	-0.3475	-0.0595
00010010	0.5482	0.0626	01010010	-0.5482	0.0626	10010010	0.5482	-0.0626	11010010	-0.5482	-0.0626

도면111

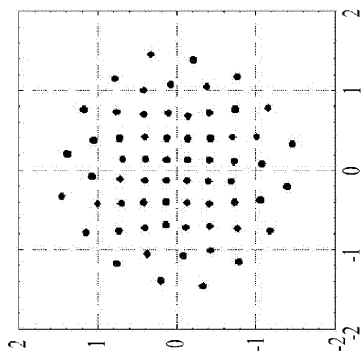
$d_0 d_1 \dots d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0 d_1 \dots d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0 d_1 \dots d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0 d_1 \dots d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$
00010011	0.4784	0.1124	01010011	-0.4784	0.1124	10010011	0.4784	-0.1124	11010011	-0.4784	-0.1124
00010100	0.1674	0.0751	01010100	-0.1674	0.0751	10010100	0.1674	-0.0751	11010100	-0.1674	-0.0751
00010101	0.2856	0.1132	01010101	-0.2856	0.1132	10010101	0.2856	-0.1132	11010101	-0.2856	-0.1132
00010110	0.4134	0.3028	01010110	-0.4134	0.3028	10010110	0.4134	-0.3028	11010110	-0.4134	-0.3028
00010111	0.4235	0.2289	01010111	-0.4235	0.2289	10010111	0.4235	-0.2289	11010111	-0.4235	-0.2289
00011000	0.8258	0.0840	01011000	-0.8258	0.0840	10011000	0.8258	-0.0840	11011000	-0.8258	-0.0840
00011001	0.7936	0.2483	01011001	-0.7936	0.2483	10011001	0.7936	-0.2483	11011001	-0.7936	-0.2483
00011010	0.6788	0.0783	01011010	-0.6788	0.0783	10011010	0.6788	-0.0783	11011010	-0.6788	-0.0783
00011011	0.6501	0.2025	01011011	-0.6501	0.2025	10011011	0.6501	-0.2025	11011011	-0.6501	-0.2025
00011100	0.6246	0.5211	01011100	-0.6246	0.5211	10011100	0.6246	-0.5211	11011100	-0.6246	-0.5211
00011101	0.7241	0.3961	01011101	-0.7241	0.3961	10011101	0.7241	-0.3961	11011101	-0.7241	-0.3961
00011110	0.5144	0.4089	01011110	-0.5144	0.4089	10011110	0.5144	-0.4089	11011110	-0.5144	-0.4089
00011111	0.5918	0.3146	01011111	-0.5918	0.3146	10011111	0.5918	-0.3146	11011111	-0.5918	-0.3146
00100000	0.1631	1.5801	01100000	-0.1631	1.5801	10100000	0.1631	-1.5801	11100000	-0.1631	-1.5801
00100001	0.4806	1.5133	01100001	-0.4806	1.5133	10100001	0.4806	-1.5133	11100001	-0.4806	-1.5133
00100010	0.1260	1.3365	01100010	-0.1260	1.3365	10100010	0.1260	-1.3365	11100010	-0.1260	-1.3365
00100011	0.3750	1.2897	01100011	-0.3750	1.2897	10100011	0.3750	-1.2897	11100011	-0.3750	-1.2897
00100100	1.0324	1.2029	01100100	-1.0324	1.2029	10100100	1.0324	-1.2029	11100100	-1.0324	-1.2029
00100101	0.7737	1.3837	01100101	-0.7737	1.3837	10100101	0.7737	-1.3837	11100101	-0.7737	-1.3837
00100110	0.8350	1.0529	01100110	-0.8350	1.0529	10100110	0.8350	-1.0529	11100110	-0.8350	-1.0529
00100111	0.6147	1.1949	01100111	-0.6147	1.1949	10100111	0.6147	-1.1949	11100111	-0.6147	-1.1949
00101000	0.0929	0.9596	01101000	-0.0929	0.9596	10101000	0.0929	-0.9596	11101000	-0.0929	-0.9596

도면112

$d_0d_1...d_{71}$	Re(e)	Im(e)	$d_0d_1...d_{71}$	Re(e)	Im(e)	$d_0d_1...d_{71}$	Re(e)	Im(e)	$d_0d_1...d_{71}$	Re(e)	Im(e)
00101001	0.2768	0.9260	01101001	-0.2768	0.9260	10101001	0.2768	-0.9260	11101001	-0.2768	-0.9260
00101010	0.1095	1.1349	01101010	-0.1095	1.1349	10101010	0.1095	-1.1349	11101010	-0.1095	-1.1349
00101011	0.3250	1.0941	01101011	-0.3250	1.0941	10101011	0.3250	-1.0941	11101011	-0.3250	-1.0941
00101100	0.6086	0.7556	01101100	-0.6086	0.7556	10101100	0.6086	-0.7556	11101100	-0.6086	-0.7556
00101101	0.4514	0.8566	01101101	-0.4514	0.8566	10101101	0.4514	-0.8566	11101101	-0.4514	-0.8566
00101110	0.7161	0.8933	01101110	-0.7161	0.8933	10101110	0.7161	-0.8933	11101110	-0.7161	-0.8933
00101111	0.5294	1.0121	01101111	-0.5294	1.0121	10101111	0.5294	-1.0121	11101111	-0.5294	-1.0121
00110000	1.5809	0.1471	01110000	-1.5809	0.1471	10110000	1.5809	-0.1471	11110000	-1.5809	-0.1471
00110001	1.5253	0.4385	01110001	-1.5253	0.4385	10110001	1.5253	-0.4385	11110001	-1.5253	-0.4385
00110010	1.3380	0.1363	01110010	-1.3380	0.1363	10110010	1.3380	-0.1363	11110010	-1.3380	-0.1363
00110011	1.2837	0.4026	01110011	-1.2837	0.4026	10110011	1.2837	-0.4026	11110011	-1.2837	-0.4026
00110100	1.2476	0.9785	01110100	-1.2476	0.9785	10110100	1.2476	-0.9785	11110100	-1.2476	-0.9785
00110101	1.4137	0.7196	01110101	-1.4137	0.7196	10110101	1.4137	-0.7196	11110101	-1.4137	-0.7196
00110110	1.0246	0.8681	01110110	-1.0246	0.8681	10110110	1.0246	-0.8681	11110110	-1.0246	-0.8681
00110111	1.1771	0.6494	01110111	-1.1771	0.6494	10110111	1.1771	-0.6494	11110111	-1.1771	-0.6494
00111000	0.9782	0.0985	01111000	-0.9782	0.0985	10111000	0.9782	-0.0985	11111000	-0.9782	-0.0985
00111001	0.9383	0.2922	01111001	-0.9383	0.2922	10111001	0.9383	-0.2922	11111001	-0.9383	-0.2922
00111010	1.1455	0.1158	01111010	-1.1455	0.1158	10111010	1.1455	-0.1158	11111010	-1.1455	-0.1158
00111011	1.0972	0.3418	01111011	-1.0972	0.3418	10111011	1.0972	-0.3418	11111011	-1.0972	-0.3418
00111100	0.7446	0.6273	01111100	-0.7446	0.6273	10111100	0.7446	-0.6273	11111100	-0.7446	-0.6273
00111101	0.8573	0.4721	01111101	-0.8573	0.4721	10111101	0.8573	-0.4721	11111101	-0.8573	-0.4721
00111110	0.8767	0.7377	01111110	-0.8767	0.7377	10111110	0.8767	-0.7377	11111110	-0.8767	-0.7377
00111111	1.0059	0.5518	01111111	-1.0059	0.5518	10111111	1.0059	-0.5518	11111111	-1.0059	-0.5518

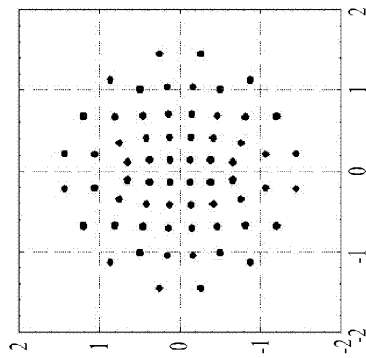
도면113

$d_0, d_1, \dots, d_{s_i}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_i}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_i}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_i}$	Re(e)	Im(e)
000000	1.4572	0.3311	010000	0.3311	-1.4572	100000	-0.3311	1.4572	110000	-1.4572	-0.3311
000001	1.1531	0.7846	010001	1.1773	-0.7647	100001	-1.1773	0.7647	110001	-1.1531	-0.7846
000010	0.7647	1.1773	010010	0.7846	-1.1531	100010	-0.7846	1.1531	110010	-0.7647	-1.1773
000011	0.7345	0.7657	010011	0.7657	-0.7345	100011	-0.7657	0.7345	110011	-0.7345	-0.7657
000100	1.0771	0.0825	010100	1.3907	-0.2062	100100	-1.3907	0.2062	110100	-1.0771	-0.0825
000101	1.0071	0.4243	010101	1.0539	-0.3794	100101	-1.0539	0.3794	110101	-1.0071	-0.4243
000110	0.7207	0.1124	010110	0.6879	-0.1408	100110	-0.6879	0.1408	110110	-0.7207	-0.1124
000111	0.7042	0.4186	010111	0.7258	-0.4079	100111	-0.7258	0.4079	110111	-0.7042	-0.4186
001000	0.2062	1.3907	011000	0.0825	-1.0771	101000	-0.0825	1.0771	111000	-0.2062	-1.3907
001001	0.1408	0.6879	011001	0.1124	-0.7207	101001	-0.1124	0.7207	111001	-0.1408	-0.6879
001010	0.3794	1.0539	011010	0.4243	-1.0071	101010	-0.4243	1.0071	111010	-0.3794	-1.0539
001011	0.4079	0.7258	011011	0.4186	-0.7042	101011	-0.4186	0.7042	111011	-0.4079	-0.7258
001100	0.1340	0.1304	011100	0.1304	-0.1340	101100	-0.1304	0.1340	111100	-0.1340	-0.1304
001101	0.1397	0.4017	011101	0.1293	-0.4088	101101	-0.1293	0.4088	111101	-0.1397	-0.4017
001110	0.4088	0.1293	011110	0.4017	-0.1397	101110	-0.4017	0.1397	111110	-0.4088	-0.1293
001111	0.4215	0.4074	011111	0.4074	-0.4215	101111	-0.4074	0.4215	111111	-0.4215	-0.4074

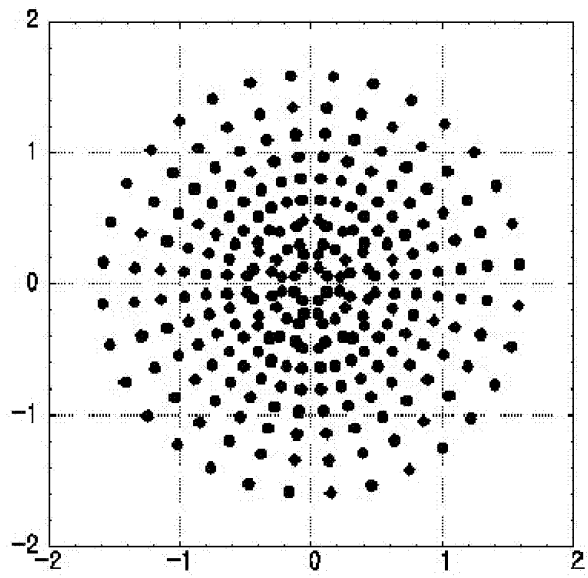


도면114

$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	Re(e)	Im(e)
000000	1.4517	0.2588	010000	-1.4517	0.2588	100000	1.4517	-0.2588	110000	-1.4517	-0.2588
000001	1.1300	0.8692	010001	-1.1300	0.8692	100001	1.1300	-0.8692	110001	-1.1300	-0.8692
000010	0.6815	1.1994	010010	-0.6815	1.1994	100010	0.6815	-1.1994	110010	-0.6815	-1.1994
000011	0.6730	0.8129	010011	-0.6730	0.8129	100011	0.6730	-0.8129	110011	-0.6730	-0.8129
000100	1.0438	0.1631	010100	-1.0438	0.1631	100100	1.0438	-0.1631	110100	-1.0438	-0.1631
000101	1.0154	0.4996	010101	-1.0154	0.4996	100101	1.0154	-0.4996	110101	-1.0154	-0.4996
000110	0.7083	0.1480	010110	-0.7083	0.1480	100110	0.7083	-0.1480	110110	-0.7083	-0.1480
000111	0.6870	0.4655	010111	-0.6870	0.4655	100111	0.6870	-0.4655	110111	-0.6870	-0.4655
001000	0.2212	1.4381	011000	-0.2212	1.4381	101000	0.2212	-1.4381	111000	-0.2212	-1.4381
001001	0.1135	0.6554	011001	-0.1135	0.6554	101001	0.1135	-0.6554	111001	-0.1135	-0.6554
001010	0.2120	1.0636	011010	-0.2120	1.0636	101010	0.2120	-1.0636	111010	-0.2120	-1.0636
001011	0.3503	0.7554	011011	-0.3503	0.7554	101011	0.3503	-0.7554	111011	-0.3503	-0.7554
001100	0.1413	0.1259	011100	-0.1413	0.1259	101100	0.1413	-0.1259	111100	-0.1413	-0.1259
001101	0.1413	0.3819	011101	-0.1413	0.3819	101101	0.1413	-0.3819	111101	-0.1413	-0.3819
001110	0.4205	0.1340	011110	-0.4205	0.1340	101110	0.4205	-0.1340	111110	-0.4205	-0.1340
001111	0.4090	0.4184	011111	-0.4090	0.4184	101111	0.4090	-0.4184	111111	-0.4090	-0.4184



도면115



도면116

$d_0 d_{1j} \dots d_{7j}$	$\text{Re}(e_j)$	$\text{Im}(e_j)$	$d_0 d_{1j} \dots d_{7j}$	$\text{Re}(e_j)$	$\text{Im}(e_j)$	$d_0 d_{1j} \dots d_{7j}$	$\text{Re}(e_j)$	$\text{Im}(e_j)$	$d_0 d_{1j} \dots d_{7j}$	$\text{Re}(e_j)$	$\text{Im}(e_j)$
00000000	0.0540	0.2206	01000000	-0.0543	0.2240	10000000	0.0543	-0.2240	11000000	-0.0540	-0.2206
00000001	0.0926	0.2979	01000001	-0.0873	0.2975	10000001	0.0873	-0.2975	11000001	-0.0926	-0.2979
00000010	0.0648	0.4848	01000010	-0.0635	0.4836	10000010	0.0635	-0.4836	11000010	-0.0648	-0.4848
00000011	0.1150	0.4381	01000011	-0.1111	0.4398	10000011	0.1111	-0.4398	11000011	-0.1150	-0.4381
00000100	0.0625	0.1225	01000100	-0.0608	0.1253	10000100	0.0606	-0.1253	11000100	-0.0625	-0.1225
00000101	0.1816	0.2628	01000101	-0.1811	0.2639	10000101	0.1811	-0.2639	11000101	-0.1816	-0.2628
00000110	0.3179	0.4062	01000110	-0.3152	0.4076	10000110	0.3152	-0.4076	11000110	-0.3179	-0.4062
00000111	0.2442	0.3957	01000111	-0.2425	0.3960	10000111	0.2425	-0.3960	11000111	-0.2442	-0.3957
00001000	0.0756	0.8021	01001000	-0.0777	0.8015	10001000	0.0777	-0.8015	11001000	-0.0756	-0.8021
00001001	0.2328	0.7790	01001001	-0.2304	0.7750	10001001	0.2304	-0.7750	11001001	-0.2328	-0.7790
00001010	0.0722	0.6382	01001010	-0.0719	0.6368	10001010	0.0719	-0.6368	11001010	-0.0722	-0.6382
00001011	0.1867	0.6238	01001011	-0.1838	0.6218	10001011	0.1838	-0.6218	11001011	-0.1867	-0.6238
00001100	0.5114	0.6253	01001100	-0.5121	0.6251	10001100	0.5121	-0.6251	11001100	-0.5114	-0.6253
00001101	0.3795	0.7195	01001101	-0.3775	0.7176	10001101	0.3775	-0.7176	11001101	-0.3795	-0.7195
00001110	0.4041	0.5134	01001110	-0.4046	0.5121	10001110	0.4046	-0.5121	11001110	-0.4041	-0.5134
00001111	0.3039	0.5804	01001111	-0.3051	0.5794	10001111	0.3051	-0.5794	11001111	-0.3039	-0.5804
00010000	0.2240	0.0543	01010000	-0.2206	0.0540	10010000	0.2206	-0.0540	11010000	-0.2240	-0.0543
00010001	0.2975	0.0873	01010001	-0.2979	0.0875	10010001	0.2979	-0.0875	11010001	-0.2975	-0.0873
00010010	0.4836	0.0625	01010010	-0.4848	0.0628	10010010	0.4848	-0.0628	11010010	-0.4836	-0.0625

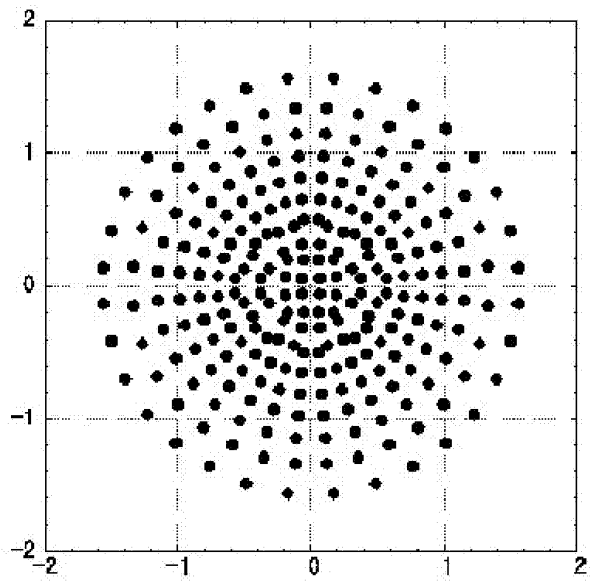
도면117

$d_0d_1\dots d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$	$d_0d_1\dots d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$	$d_0d_1\dots d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$	$d_0d_1\dots d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$
00010011	0.4398	0.1111	01010011	-0.4381	0.1150	10010011	0.4381	-0.1150	11010011	-0.4398	-0.1111
00010100	0.1253	0.0606	01010100	-0.1225	0.0625	10010100	0.1225	-0.0625	11010100	-0.1253	-0.0606
00010101	0.2639	0.1811	01010101	-0.2628	0.1816	10010101	0.2628	-0.1816	11010101	-0.2639	-0.1811
00010110	0.4076	0.3152	01010110	-0.4062	0.3179	10010110	0.4062	-0.3179	11010110	-0.4076	-0.3152
00010111	0.3960	0.2425	01010111	-0.3957	0.2442	10010111	0.3957	-0.2442	11010111	-0.3960	-0.2425
00011000	0.8015	0.0777	01011000	-0.8021	0.0756	10011000	0.8021	-0.0756	11011000	-0.8015	-0.0777
00011001	0.7750	0.2304	01011001	-0.7790	0.2328	10011001	0.7790	-0.2328	11011001	-0.7750	-0.2304
00011010	0.6368	0.0719	01011010	-0.6382	0.0722	10011010	0.6382	-0.0722	11011010	-0.6368	-0.0719
00011011	0.6218	0.1838	01011011	-0.6238	0.1867	10011011	0.6238	-0.1867	11011011	-0.6218	-0.1838
00011100	0.6251	0.5121	01011100	-0.6253	0.5114	10011100	0.6253	-0.5114	11011100	-0.6251	-0.5121
00011101	0.7176	0.3775	01011101	-0.7195	0.3795	10011101	0.7195	-0.3795	11011101	-0.7176	-0.3775
00011110	0.5121	0.4046	01011110	-0.5134	0.4041	10011110	0.5134	-0.4041	11011110	-0.5121	-0.4046
00011111	0.5794	0.3051	01011111	-0.5804	0.3039	10011111	0.5804	-0.3039	11011111	-0.5794	-0.3051
00100000	0.1670	1.5818	01100000	-0.1511	1.5880	10100000	0.1511	-1.5880	11100000	-0.1670	-1.5818
00100001	0.4741	1.5223	01100001	-0.4615	1.5302	10100001	0.4615	-1.5302	11100001	-0.4741	-1.5223
00100010	0.1216	1.3408	01100010	-0.1376	1.3434	10100010	0.1376	-1.3434	11100010	-0.1216	-1.3408
00100011	0.3832	1.2939	01100011	-0.3925	1.2905	10100011	0.3925	-1.2905	11100011	-0.3832	-1.2939
00100100	1.0217	1.2213	01100100	-1.0038	1.2453	10100100	1.0038	-1.2453	11100100	-1.0217	-1.2213
00100101	0.7640	1.4032	01100101	-0.7483	1.4134	10100101	0.7483	-1.4134	11100101	-0.7640	-1.4032
00100110	0.8470	1.0487	01100110	-0.8596	1.0389	10100110	0.8596	-1.0389	11100110	-0.8470	-1.0487
00100111	0.6242	1.1954	01100111	-0.6376	1.1916	10100111	0.6376	-1.1916	11100111	-0.6242	-1.1954
00101000	0.0925	0.9668	01101000	-0.0957	0.9637	10101000	0.0957	-0.9637	11101000	-0.0925	-0.9668

도면118

$d_0d_{1j}...d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$	$d_0d_{1j}...d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$	$d_0d_{1j}...d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$	$d_0d_{1j}...d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$
00101001	0.2777	0.9331	01101001	-0.2819	0.9294	10101001	0.2819	-0.9294	11101001	-0.2777	-0.9331
00101010	0.1078	1.1426	01101010	-0.1158	1.1405	10101010	0.1158	-1.1405	11101010	-0.1078	-1.1426
00101011	0.3282	1.0979	01101011	-0.3354	1.0976	10101011	0.3354	-1.0976	11101011	-0.3282	-1.0979
00101100	0.6156	0.7499	01101100	-0.6154	0.7500	10101100	0.6154	-0.7500	11101100	-0.6156	-0.7499
00101101	0.4590	0.8564	01101101	-0.4579	0.8555	10101101	0.4579	-0.8555	11101101	-0.4590	-0.8564
00101110	0.7273	0.8870	01101110	-0.7277	0.8845	10101110	0.7277	-0.8845	11101110	-0.7273	-0.8870
00101111	0.5375	1.0119	01101111	-0.5424	1.0114	10101111	0.5424	-1.0114	11101111	-0.5375	-1.0119
00110000	1.5880	0.1511	01110000	-1.5818	0.1670	10110000	1.5818	-0.1670	11110000	-1.5880	-0.1511
00110001	1.5302	0.4615	01110001	-1.5223	0.4741	10110001	1.5223	-0.4741	11110001	-1.5302	-0.4615
00110010	1.3434	0.1376	01110010	-1.3408	0.1216	10110010	1.3408	-0.1216	11110010	-1.3434	-0.1376
00110011	1.2905	0.3925	01110011	-1.2939	0.3832	10110011	1.2939	-0.3832	11110011	-1.2905	-0.3925
00110100	1.2453	1.0038	01110100	-1.2213	1.0217	10110100	1.2213	-1.0217	11110100	-1.2453	-1.0038
00110101	1.4134	0.7483	01110101	-1.4032	0.7640	10110101	1.4032	-0.7640	11110101	-1.4134	-0.7483
00110110	1.0389	0.8596	01110110	-1.0487	0.8470	10110110	1.0487	-0.8470	11110110	-1.0389	-0.8596
00110111	1.1916	0.6376	01110111	-1.1954	0.6242	10110111	1.1954	-0.6242	11110111	-1.1916	-0.6376
00111000	0.9637	0.0957	01111000	-0.9688	0.0925	10111000	0.9688	-0.0925	11111000	-0.9637	-0.0957
00111001	0.9294	0.2819	01111001	-0.9331	0.2777	10111001	0.9331	-0.2777	11111001	-0.9294	-0.2819
00111010	1.1405	0.1158	01111010	-1.1426	0.1078	10111010	1.1426	-0.1078	11111010	-1.1405	-0.1158
00111011	1.0976	0.3354	01111011	-1.0979	0.3282	10111011	1.0979	-0.3282	11111011	-1.0976	-0.3354
00111100	0.7500	0.6154	01111100	-0.7499	0.6156	10111100	0.7499	-0.6156	11111100	-0.7500	-0.6154
00111101	0.8555	0.4579	01111101	-0.8564	0.4590	10111101	0.8564	-0.4590	11111101	-0.8555	-0.4579
00111110	0.8845	0.7277	01111110	-0.8870	0.7273	10111110	0.8870	-0.7273	11111110	-0.8845	-0.7277
00111111	1.0114	0.5424	01111111	-1.0119	0.5375	10111111	1.0119	-0.5375	11111111	-1.0114	-0.5424

도면119



도면120

$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e_i)$	$Im(e_i)$	$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e_i)$	$Im(e_i)$	$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e_i)$	$Im(e_i)$	$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e_i)$	$Im(e_i)$
0000000	0.0574	0.1963	0100000	-0.0574	0.1963	1000000	0.0574	-0.1963	1100000	-0.0574	-0.1963
0000001	0.0669	0.3144	0100001	-0.0669	0.3144	1000001	0.0669	-0.3144	1100001	-0.0669	-0.3144
0000010	0.0572	0.5009	0100010	-0.0572	0.5009	1000010	0.0572	-0.5009	1100010	-0.0572	-0.5009
0000011	0.1248	0.4458	0100011	-0.1248	0.4458	1000011	0.1248	-0.4458	1100011	-0.1248	-0.4458
0000100	0.1712	0.1992	0100100	-0.1712	0.1992	1000100	0.1712	-0.1992	1100100	-0.1712	-0.1992
0000101	0.2082	0.2587	0100101	-0.2082	0.2587	1000101	0.2082	-0.2587	1100101	-0.2082	-0.2587
0000110	0.3301	0.3896	0100110	-0.3301	0.3896	1000110	0.3301	-0.3896	1100110	-0.3301	-0.3896
0000111	0.2440	0.4019	0100111	-0.2440	0.4019	1000111	0.2440	-0.4019	1100111	-0.2440	-0.4019
00001000	0.0794	0.8118	01001000	-0.0794	0.8118	10001000	0.0794	-0.8118	11001000	-0.0794	-0.8118
00001001	0.2342	0.7783	01001001	-0.2342	0.7783	10001001	0.2342	-0.7783	11001001	-0.2342	-0.7783
00001010	0.0689	0.6496	01001010	-0.0689	0.6496	10001010	0.0689	-0.6496	11001010	-0.0689	-0.6496
00001011	0.1934	0.6217	01001011	-0.1934	0.6217	10001011	0.1934	-0.6217	11001011	-0.1934	-0.6217
00001100	0.5135	0.6336	01001100	-0.5135	0.6336	10001100	0.5135	-0.6336	11001100	-0.5135	-0.6336
00001101	0.3795	0.7192	01001101	-0.3795	0.7192	10001101	0.3795	-0.7192	11001101	-0.3795	-0.7192
00001110	0.4174	0.5130	01001110	-0.4174	0.5130	10001110	0.4174	-0.5130	11001110	-0.4174	-0.5130
00001111	0.3054	0.5754	01001111	-0.3054	0.5754	10001111	0.3054	-0.5754	11001111	-0.3054	-0.5754
00010000	0.0662	0.0590	01010000	-0.0662	0.0590	10010000	0.0662	-0.0590	11010000	-0.0662	-0.0590
00010001	0.3775	0.0575	01010001	-0.3775	0.0575	10010001	0.3775	-0.0575	11010001	-0.3775	-0.0575
00010010	0.5724	0.0565	01010010	-0.5724	0.0565	10010010	0.5724	-0.0565	11010010	-0.5724	-0.0565

도면121

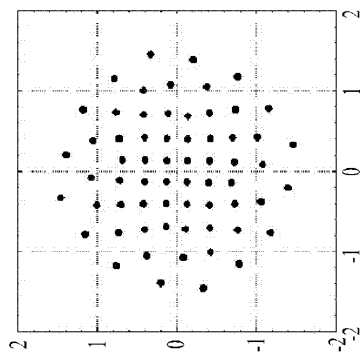
$d_0 d_1 \dots d_{11}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0 d_1 \dots d_{11}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0 d_1 \dots d_{11}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0 d_1 \dots d_{11}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$
00010011	0.4995	0.1254	01010011	-0.4995	0.1254	10010011	0.4995	-0.1254	11010011	-0.4995	-0.1254
00010100	0.1909	0.0705	01010100	-0.1909	0.0705	10010100	0.1909	-0.0705	11010100	-0.1909	-0.0705
00010101	0.3094	0.1292	01010101	-0.3094	0.1292	10010101	0.3094	-0.1292	11010101	-0.3094	-0.1292
00010110	0.4187	0.3189	01010110	-0.4187	0.3189	10010110	0.4187	-0.3189	11010110	-0.4187	-0.3189
00010111	0.4342	0.2296	01010111	-0.4342	0.2296	10010111	0.4342	-0.2296	11010111	-0.4342	-0.2296
00011000	0.8377	0.0870	01011000	-0.8377	0.0870	10011000	0.8377	-0.0870	11011000	-0.8377	-0.0870
00011001	0.8035	0.2531	01011001	-0.8035	0.2531	10011001	0.8035	-0.2531	11011001	-0.8035	-0.2531
00011010	0.6985	0.0780	01011010	-0.6985	0.0780	10011010	0.6985	-0.0780	11011010	-0.6985	-0.0780
00011011	0.6570	0.2093	01011011	-0.6570	0.2093	10011011	0.6570	-0.2093	11011011	-0.6570	-0.2093
00011100	0.6336	0.5265	01011100	-0.6336	0.5265	10011100	0.6336	-0.5265	11011100	-0.6336	-0.5265
00011101	0.7340	0.4000	01011101	-0.7340	0.4000	10011101	0.7340	-0.4000	11011101	-0.7340	-0.4000
00011110	0.5232	0.4192	01011110	-0.5232	0.4192	10011110	0.5232	-0.4192	11011110	-0.5232	-0.4192
00011111	0.6021	0.3168	01011111	-0.6021	0.3168	10011111	0.6021	-0.3168	11011111	-0.6021	-0.3168
00100000	0.1710	1.5654	01100000	-0.1710	1.5654	10100000	0.1710	-1.5654	11100000	-0.1710	-1.5654
00100001	0.4862	1.4888	01100001	-0.4862	1.4888	10100001	0.4862	-1.4888	11100001	-0.4862	-1.4888
00100010	0.1173	1.3402	01100010	-0.1173	1.3402	10100010	0.1173	-1.3402	11100010	-0.1173	-1.3402
00100011	0.3546	1.2940	01100011	-0.3546	1.2940	10100011	0.3546	-1.2940	11100011	-0.3546	-1.2940
00100100	1.0161	1.1857	01100100	-1.0161	1.1857	10100100	1.0161	-1.1857	11100100	-1.0161	-1.1857
00100101	0.7659	1.3596	01100101	-0.7659	1.3596	10100101	0.7659	-1.3596	11100101	-0.7659	-1.3596
00100110	0.8079	1.0650	01100110	-0.8079	1.0650	10100110	0.8079	-1.0650	11100110	-0.8079	-1.0650
00100111	0.5887	1.2003	01100111	-0.5887	1.2003	10100111	0.5887	-1.2003	11100111	-0.5887	-1.2003
00101000	0.0947	0.9738	01101000	-0.0947	0.9738	10101000	0.0947	-0.9738	11101000	-0.0947	-0.9738

도면122

$d_0, d_1, \dots, d_{7j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{7j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{7j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0, d_1, \dots, d_{7j}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$
00101001	0.2795	0.9338	01101001	-0.2795	0.9338	10101001	0.2795	-0.9338	11101001	-0.2795	-0.9338
00101010	0.1114	1.1460	01101010	-0.1114	1.1460	10101010	0.1114	-1.1460	11101010	-0.1114	-1.1460
00101011	0.3287	1.0979	01101011	-0.3287	1.0979	10101011	0.3287	-1.0979	11101011	-0.3287	-1.0979
00101100	0.6125	0.7588	01101100	-0.6125	0.7588	10101100	0.6125	-0.7588	11101100	-0.6125	-0.7588
00101101	0.4536	0.8607	01101101	-0.4536	0.8607	10101101	0.4536	-0.8607	11101101	-0.4536	-0.8607
00101110	0.7204	0.8902	01101110	-0.7204	0.8902	10101110	0.7204	-0.8902	11101110	-0.7204	-0.8902
00101111	0.5336	1.0118	01101111	-0.5336	1.0118	10101111	0.5336	-1.0118	11101111	-0.5336	-1.0118
00110000	1.5611	0.1362	01110000	-1.5611	0.1362	10110000	1.5611	-0.1362	11110000	-1.5611	-0.1362
00110001	1.5001	0.4134	01110001	-1.5001	0.4134	10110001	1.5001	-0.4134	11110001	-1.5001	-0.4134
00110010	1.3345	0.1491	01110010	-1.3345	0.1491	10110010	1.3345	-0.1491	11110010	-1.3345	-0.1491
00110011	1.2695	0.4351	01110011	-1.2695	0.4351	10110011	1.2695	-0.4351	11110011	-1.2695	-0.4351
00110100	1.2290	0.9646	01110100	-1.2290	0.9646	10110100	1.2290	-0.9646	11110100	-1.2290	-0.9646
00110101	1.3962	0.7020	01110101	-1.3962	0.7020	10110101	1.3962	-0.7020	11110101	-1.3962	-0.7020
00110110	0.9999	0.8909	01110110	-0.9999	0.8909	10110110	0.9999	-0.8909	11110110	-0.9999	-0.8909
00110111	1.1576	0.6802	01110111	-1.1576	0.6802	10110111	1.1576	-0.6802	11110111	-1.1576	-0.6802
00111000	0.9854	0.0994	01111000	-0.9854	0.0994	10111000	0.9854	-0.0994	11111000	-0.9854	-0.0994
00111001	0.9486	0.2947	01111001	-0.9486	0.2947	10111001	0.9486	-0.2947	11111001	-0.9486	-0.2947
00111010	1.1510	0.1088	01111010	-1.1510	0.1088	10111010	1.1510	-0.1088	11111010	-1.1510	-0.1088
00111011	1.1110	0.3299	01111011	-1.1110	0.3299	10111011	1.1110	-0.3299	11111011	-1.1110	-0.3299
00111100	0.7523	0.6302	01111100	-0.7523	0.6302	10111100	0.7523	-0.6302	11111100	-0.7523	-0.6302
00111101	0.8680	0.4747	01111101	-0.8680	0.4747	10111101	0.8680	-0.4747	11111101	-0.8680	-0.4747
00111110	0.8846	0.7348	01111110	-0.8846	0.7348	10111110	0.8846	-0.7348	11111110	-0.8846	-0.7348
00111111	1.0176	0.5463	01111111	-1.0176	0.5463	10111111	1.0176	-0.5463	11111111	-1.0176	-0.5463

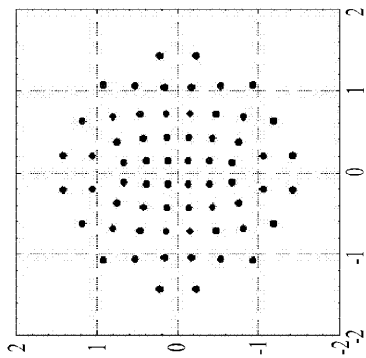
도면123

$d_0, d_1, \dots, d_{s,l}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s,l}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s,l}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s,l}$	Re(e)	Im(e)
000000	1.4572	0.3311	010000	0.3311	-1.4572	100000	-0.3311	1.4572	110000	-1.4572	-0.3311
000001	1.1531	0.7846	010001	1.1773	-0.7847	100001	-1.1773	0.7847	110001	-1.1531	-0.7846
000010	0.7647	1.1773	010010	0.7846	-1.1531	100010	-0.7846	1.1531	110010	-0.7647	-1.1773
000011	0.7345	0.7657	010011	0.7657	-0.7345	100011	-0.7657	0.7345	110011	-0.7345	-0.7657
000100	1.0771	0.0825	010100	1.3907	-0.2062	100100	-1.3907	0.2062	110100	-1.0771	-0.0825
000101	1.0071	0.4243	010101	1.0539	-0.3794	100101	-1.0539	0.3794	110101	-1.0071	-0.4243
000110	0.7207	0.1124	010110	0.6879	-0.1408	100110	-0.6879	0.1408	110110	-0.7207	-0.1124
000111	0.7042	0.4186	010111	0.7258	-0.4079	100111	-0.7258	0.4079	110111	-0.7042	-0.4186
001000	0.2062	1.3907	011000	0.0825	-1.0771	101000	-0.0825	1.0771	111000	-0.2062	-1.3907
001001	0.1408	0.6879	011001	0.1124	-0.7207	101001	-0.1124	0.7207	111001	-0.1408	-0.6879
001010	0.3794	1.0539	011010	0.4243	-1.0071	101010	-0.4243	1.0071	111010	-0.3794	-1.0539
001011	0.4079	0.7258	011011	0.4186	-0.7042	101011	-0.4186	0.7042	111011	-0.4079	-0.7258
001100	0.1340	0.1304	011100	0.1304	-0.1340	101100	-0.1304	0.1340	111100	-0.1340	-0.1304
001101	0.1397	0.4017	011101	0.1293	-0.4088	101101	-0.1293	0.4088	111101	-0.1397	-0.4017
001110	0.4088	0.1293	011110	0.4017	-0.1397	101110	-0.4017	0.1397	111110	-0.4088	-0.1293
001111	0.4215	0.4074	011111	0.4074	-0.4215	101111	-0.4074	0.4215	111111	-0.4215	-0.4074

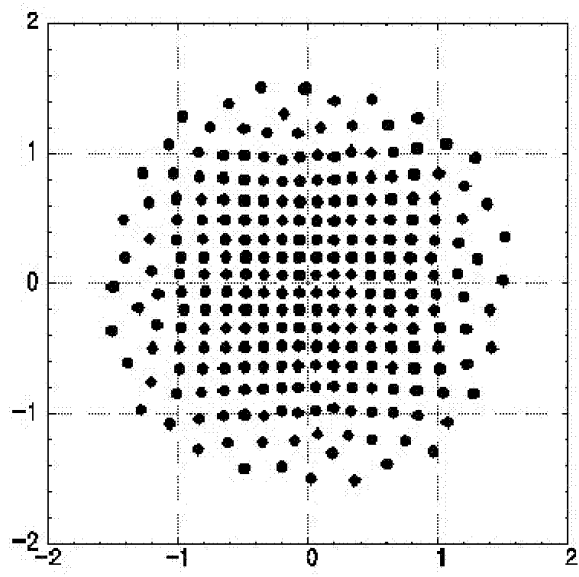


도면124

$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	Re(e)	Im(e)	$d_0, d_1, \dots, d_{s_j}$	Re(e)	Im(e)
000000	1.4319	0.2300	010000	-1.4319	0.2300	100000	1.4319	-0.2300	110000	-1.4319	-0.2300
000001	1.0762	0.9250	010001	-1.0762	0.9250	100001	1.0762	-0.9250	110001	-1.0762	-0.9250
000010	0.6290	1.1820	010010	-0.6290	1.1820	100010	0.6290	-1.1820	110010	-0.6290	-1.1820
000011	0.6851	0.8072	010011	-0.6851	0.8072	100011	0.6851	-0.8072	110011	-0.6851	-0.8072
000100	1.0443	0.1688	010100	-1.0443	0.1688	100100	1.0443	-0.1688	110100	-1.0443	-0.1688
000101	1.0635	0.5305	010101	-1.0635	0.5305	100101	1.0635	-0.5305	110101	-1.0635	-0.5305
000110	0.7220	0.1540	010110	-0.7220	0.1540	100110	0.7220	-0.1540	110110	-0.7220	-0.1540
000111	0.7151	0.4711	010111	-0.7151	0.4711	100111	0.7151	-0.4711	110111	-0.7151	-0.4711
001000	0.2099	1.4205	011000	-0.2099	1.4205	101000	0.2099	-1.4205	111000	-0.2099	-1.4205
001001	0.1190	0.6677	011001	-0.1190	0.6677	101001	0.1190	-0.6677	111001	-0.1190	-0.6677
001010	0.2031	1.0551	011010	-0.2031	1.0551	101010	0.2031	-1.0551	111010	-0.2031	-1.0551
001011	0.3722	0.7548	011011	-0.3722	0.7548	101011	0.3722	-0.7548	111011	-0.3722	-0.7548
001100	0.1438	0.1287	011100	-0.1438	0.1287	101100	0.1438	-0.1287	111100	-0.1438	-0.1287
001101	0.1432	0.3903	011101	-0.1432	0.3903	101101	0.1432	-0.3903	111101	-0.1432	-0.3903
001110	0.4298	0.1384	011110	-0.4298	0.1384	101110	0.4298	-0.1384	111110	-0.4298	-0.1384
001111	0.4215	0.4279	011111	-0.4215	0.4279	101111	0.4215	-0.4279	111111	-0.4215	-0.4279



도면125



도면126

$d_0d_1\dots d_{7l}$	$\text{Re}(e_l)$	$\text{Im}(e_l)$	$d_0d_1\dots d_{7l}$	$\text{Re}(e_l)$	$\text{Im}(e_l)$	$d_0d_1\dots d_{7l}$	$\text{Re}(e_l)$	$\text{Im}(e_l)$	$d_0d_1\dots d_{7l}$	$\text{Re}(e_l)$	$\text{Im}(e_l)$
00000000	0.3620	-1.5134	01000000	-1.5134	-0.3620	10000000	1.5134	0.3620	11000000	-0.3620	1.5134
00000001	1.2890	0.9657	01000001	1.5016	0.0222	10000001	-1.5016	-0.0222	11000001	-1.2890	-0.9657
00000010	-0.0222	1.5016	01000010	0.9657	-1.2890	10000010	-0.9657	1.2890	11000010	0.0222	-1.5016
00000011	1.0671	1.0750	01000011	1.0750	-1.0671	10000011	-1.0750	1.0671	11000011	-1.0671	-1.0750
00000100	1.3840	0.6109	01000100	1.2232	-0.6194	10000100	-1.2232	0.6194	11000100	-1.3840	-0.6109
00000101	1.2061	0.7526	01000101	1.2750	-0.8471	10000101	-1.2750	0.8471	11000101	-1.2061	-0.7526
00000110	0.9870	0.6534	01000110	1.0141	-0.6534	10000110	-1.0141	0.6534	11000110	-0.9870	-0.6534
00000111	1.0110	0.8456	01000111	1.0393	-0.8424	10000111	-1.0393	0.8424	11000111	-1.0110	-0.8456
00001000	0.6194	1.2232	01001000	0.6109	-1.3840	10001000	-0.6109	1.3840	11001000	-0.6194	-1.2232
00001001	0.6534	1.0141	01001001	0.6534	-0.9870	10001001	-0.6534	0.9870	11001001	-0.6534	-1.0141
00001010	0.8471	1.2750	01001010	0.7526	-1.2061	10001010	-0.7526	1.2061	11001010	-0.8471	-1.2750
00001011	0.8424	1.0393	01001011	0.8456	-1.0110	10001011	-0.8456	1.0110	11001011	-0.8424	-1.0393
00001100	0.6430	0.6487	01001100	0.6487	-0.6430	10001100	-0.6487	0.6430	11001100	-0.6430	-0.6487
00001101	0.6466	0.8204	01001101	0.6529	-0.8103	10001101	-0.6529	0.8103	11001101	-0.6466	-0.8204
00001110	0.8103	0.6529	01001110	0.8204	-0.6466	10001110	-0.8204	0.6466	11001110	-0.8103	-0.6529
00001111	0.8191	0.8365	01001111	0.8365	-0.8191	10001111	-0.8365	0.8191	11001111	-0.8191	-0.8365
00010000	1.1537	0.0759	01010000	1.2044	-0.0977	10010000	-1.2044	0.0977	11010000	-1.1537	-0.0759
00010001	1.3042	0.1868	01010001	1.4051	-0.2026	10010001	-1.4051	0.2026	11010001	-1.3042	-0.1868
00010010	0.9716	0.0615	01010010	0.9901	-0.0764	10010010	-0.9901	0.0764	11010010	-0.9716	-0.0615

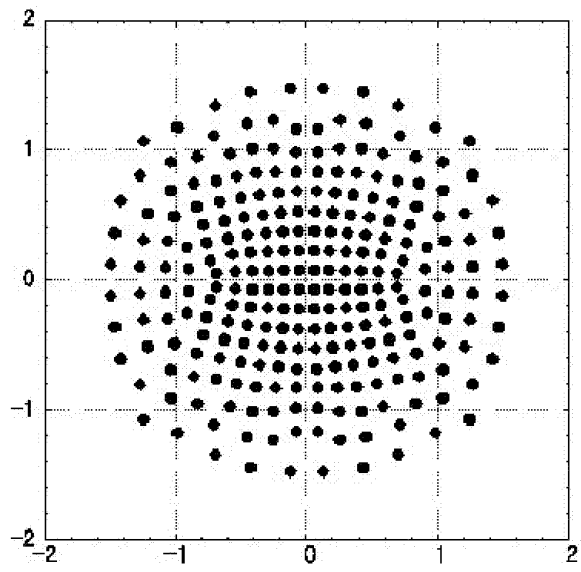
도면127

$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$	$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$	$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$	$d_0d_1...d_{7j}$	$Re(e)$	$Im(e)$
00010011	0.9503	0.1965	01010011	0.9754	-0.2036	10010011	-0.9754	0.2036	11010011	-0.9503	-0.1965
00010100	1.1935	0.4932	01010100	1.4180	-0.4906	10010100	-1.4180	0.4906	11010100	-1.1935	-0.4932
00010101	1.1614	0.3127	01010101	1.2175	-0.3462	10010101	-1.2175	0.3462	11010101	-1.1614	-0.3127
00010110	0.9850	0.4897	01010110	1.0063	-0.4878	10010110	-1.0063	0.4878	11010110	-0.9850	-0.4897
00010111	0.9766	0.3332	01010111	1.0145	-0.3370	10010111	-1.0145	0.3370	11010111	-0.9766	-0.3332
00011000	0.6299	0.0609	01011000	0.6300	-0.0730	10011000	-0.6300	0.0730	11011000	-0.6299	-0.0609
00011001	0.6308	0.1979	01011001	0.6334	-0.2064	10011001	-0.6334	0.2064	11011001	-0.6308	-0.1979
00011010	0.7914	0.0587	01011010	0.7974	-0.0729	10011010	-0.7974	0.0729	11011010	-0.7914	-0.0587
00011011	0.7884	0.1977	01011011	0.8000	-0.2038	10011011	-0.8000	0.2038	11011011	-0.7884	-0.1977
00011100	0.6368	0.4901	01011100	0.6426	-0.4884	10011100	-0.6426	0.4884	11011100	-0.6368	-0.4901
00011101	0.6337	0.3402	01011101	0.6385	-0.3418	10011101	-0.6385	0.3418	11011101	-0.6337	-0.3402
00011110	0.8027	0.4900	01011110	0.8161	-0.4869	10011110	-0.8161	0.4869	11011110	-0.8027	-0.4900
00011111	0.7950	0.3425	01011111	0.8098	-0.3436	10011111	-0.8098	0.3436	11011111	-0.7950	-0.3425
00100000	0.0977	1.2044	01100000	0.0759	-1.1537	10100000	-0.0759	1.1537	11100000	-0.0977	-1.2044
00100001	0.0784	0.9901	01100001	0.0615	-0.9716	10100001	-0.0615	0.9716	11100001	-0.0784	-0.9901
00100010	0.2026	1.4051	01100010	0.1868	-1.3042	10100010	-0.1868	1.3042	11100010	-0.2026	-1.4051
00100011	0.2036	0.9754	01100011	0.1965	-0.9503	10100011	-0.1965	0.9503	11100011	-0.2036	-0.9754
00100100	0.0730	0.6300	01100100	0.0609	-0.6299	10100100	-0.0609	0.6299	11100100	-0.0730	-0.6300
00100101	0.0729	0.7974	01100101	0.0587	-0.7914	10100101	-0.0587	0.7914	11100101	-0.0729	-0.7974
00100110	0.2064	0.6334	01100110	0.1979	-0.6308	10100110	-0.1979	0.6308	11100110	-0.2064	-0.6334
00100111	0.2038	0.8000	01100111	0.1977	-0.7884	10100111	-0.1977	0.7884	11100111	-0.2038	-0.8000
00101000	0.4906	1.4180	01101000	0.4932	-1.1935	10101000	-0.4932	1.1935	11101000	-0.4906	-1.4180

도면128

$d_0d_1\mu...d_{71}$	$Re(e_i)$	$Im(e_i)$	$d_0d_1\mu...d_{71}$	$Re(e_i)$	$Im(e_i)$	$d_0d_1\mu...d_{71}$	$Re(e_i)$	$Im(e_i)$	$d_0d_1\mu...d_{71}$	$Re(e_i)$	$Im(e_i)$
00101001	0.4878	1.0063	01101001	0.4897	-0.9850	10101001	-0.4897	0.9850	11101001	-0.4878	-1.0063
00101010	0.3462	1.2175	01101010	0.3127	-1.1614	10101010	-0.3127	1.1614	11101010	-0.3462	-1.2175
00101011	0.3370	1.0145	01101011	0.3332	-0.9766	10101011	-0.3332	0.9766	11101011	-0.3370	-1.0145
00101100	0.4884	0.8426	01101100	0.4901	-0.6368	10101100	-0.4901	0.6368	11101100	-0.4884	-0.8426
00101101	0.4869	0.8161	01101101	0.4900	-0.6327	10101101	-0.4900	0.6327	11101101	-0.4869	-0.8161
00101110	0.3418	0.6385	01101110	0.3402	-0.6337	10101110	-0.3402	0.6337	11101110	-0.3418	-0.6385
00101111	0.3436	0.8098	01101111	0.3425	-0.7950	10101111	-0.3425	0.7950	11101111	-0.3436	-0.8098
00110000	0.0652	0.0665	01110000	0.0685	-0.0652	10110000	-0.0685	0.0652	11110000	-0.0652	-0.0665
00110001	0.0655	0.1997	01110001	0.0693	-0.2010	10110001	-0.0693	0.2010	11110001	-0.0655	-0.1997
00110010	0.2010	0.0693	01110010	0.1997	-0.0655	10110010	-0.1997	0.0655	11110010	-0.2010	-0.0693
00110011	0.2010	0.2010	01110011	0.2010	-0.2010	10110011	-0.2010	0.2010	11110011	-0.2010	-0.2010
00110100	0.0699	0.4787	01110100	0.0654	-0.4804	10110100	-0.0654	0.4804	11110100	-0.0699	-0.4787
00110101	0.0672	0.3369	01110101	0.0680	-0.3376	10110101	-0.0680	0.3376	11110101	-0.0672	-0.3369
00110110	0.2041	0.4789	01110110	0.1992	-0.4808	10110110	-0.1992	0.4808	11110110	-0.2041	-0.4789
00110111	0.2017	0.3359	01110111	0.2014	-0.3410	10110111	-0.2014	0.3410	11110111	-0.2017	-0.3359
00111000	0.4804	0.0654	01111000	0.4787	-0.0699	10111000	-0.4787	0.0699	11111000	-0.4804	-0.0654
00111001	0.4808	0.1992	01111001	0.4789	-0.2041	10111001	-0.4789	0.2041	11111001	-0.4808	-0.1992
00111010	0.3376	0.0680	01111010	0.3369	-0.0672	10111010	-0.3369	0.0672	11111010	-0.3376	-0.0680
00111011	0.3410	0.2014	01111011	0.3359	-0.2017	10111011	-0.3359	0.2017	11111011	-0.3410	-0.2014
00111100	0.4856	0.4863	01111100	0.4863	-0.4856	10111100	-0.4863	0.4856	11111100	-0.4856	-0.4863
00111101	0.4843	0.3404	01111101	0.4838	-0.3389	10111101	-0.4838	0.3389	11111101	-0.4843	-0.3404
00111110	0.3389	0.4838	01111110	0.3404	-0.4843	10111110	-0.3404	0.4843	11111110	-0.3389	-0.4838
00111111	0.3423	0.3376	01111111	0.3376	-0.3423	10111111	-0.3376	0.3423	11111111	-0.3423	-0.3376

도면129



도면130

$d_0d_1\dots d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0d_1\dots d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0d_1\dots d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0d_1\dots d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$
00000000	1.2412	1.0688	01000000	-1.2412	1.0688	10000000	1.2412	-1.0688	11000000	-1.2412	-1.0688
00000001	1.2668	0.8034	01000001	-1.2668	0.8034	10000001	1.2668	-0.8034	11000001	-1.2668	-0.8034
00000010	0.9860	1.1758	01000010	-0.9860	1.1758	10000010	0.9860	-1.1758	11000010	-0.9860	-1.1758
00000011	1.0365	0.9065	01000011	-1.0365	0.9065	10000011	1.0365	-0.9065	11000011	-1.0365	-0.9065
00000100	1.2111	0.5135	01000100	-1.2111	0.5135	10000100	1.2111	-0.5135	11000100	-1.2111	-0.5135
00000101	1.4187	0.6066	01000101	-1.4187	0.6066	10000101	1.4187	-0.6066	11000101	-1.4187	-0.6066
00000110	1.0103	0.4879	01000110	-1.0103	0.4879	10000110	1.0103	-0.4879	11000110	-1.0103	-0.4879
00000111	1.0380	0.8906	01000111	-1.0380	0.8906	10000111	1.0380	-0.8906	11000111	-1.0380	-0.8906
00001000	0.6963	1.3442	01001000	-0.6963	1.3442	10001000	0.6963	-1.3442	11001000	-0.6963	-1.3442
00001001	0.7089	1.1122	01001001	-0.7089	1.1122	10001001	0.7089	-1.1122	11001001	-0.7089	-1.1122
00001010	0.1256	1.4745	01001010	-0.1256	1.4745	10001010	0.1256	-1.4745	11001010	-0.1256	-1.4745
00001011	0.8331	0.9455	01001011	-0.8331	0.9455	10001011	0.8331	-0.9455	11001011	-0.8331	-0.9455
00001100	0.6615	0.6012	01001100	-0.6615	0.6012	10001100	0.6615	-0.6012	11001100	-0.6615	-0.6012
00001101	0.6894	0.7594	01001101	-0.6894	0.7594	10001101	0.6894	-0.7594	11001101	-0.6894	-0.7594
00001110	0.8373	0.5633	01001110	-0.8373	0.5633	10001110	0.8373	-0.5633	11001110	-0.8373	-0.5633
00001111	0.8552	0.7410	01001111	-0.8552	0.7410	10001111	0.8552	-0.7410	11001111	-0.8552	-0.7410
00010000	1.2666	0.1027	01010000	-1.2666	0.1027	10010000	1.2666	-0.1027	11010000	-1.2666	-0.1027
00010001	1.4915	0.1198	01010001	-1.4915	0.1198	10010001	1.4915	-0.1198	11010001	-1.4915	-0.1198
00010010	1.0766	0.0945	01010010	-1.0766	0.0945	10010010	1.0766	-0.0945	11010010	-1.0766	-0.0945

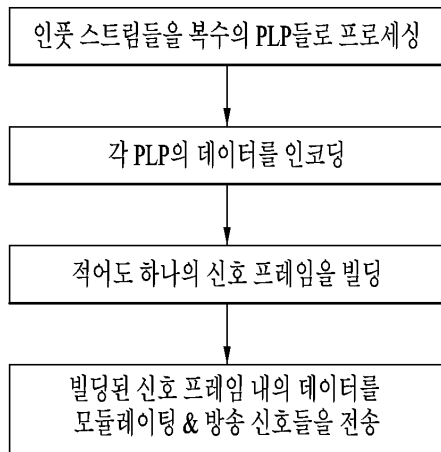
도면131

$d_0d_1\dots d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0d_1\dots d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0d_1\dots d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$	$d_0d_1\dots d_{71}$	$\text{Re}(e_i)$	$\text{Im}(e_i)$
00010011	0.9007	0.0848	01010011	-0.9007	0.0848	10010011	0.9007	-0.0848	11010011	-0.9007	-0.0848
00010100	1.2454	0.3064	01010100	-1.2454	0.3064	10010100	1.2454	-0.3064	11010100	-1.2454	-0.3064
00010101	1.4646	0.3600	01010101	-1.4646	0.3600	10010101	1.4646	-0.3600	11010101	-1.4646	-0.3600
00010110	1.0570	0.2995	01010110	-1.0570	0.2995	10010110	1.0570	-0.2995	11010110	-1.0570	-0.2995
00010111	0.9140	0.2530	01010111	-0.9140	0.2530	10010111	0.9140	-0.2530	11010111	-0.9140	-0.2530
00011000	0.5461	0.0679	01011000	-0.5461	0.0679	10011000	0.5461	-0.0679	11011000	-0.5461	-0.0679
00011001	0.5681	0.1947	01011001	-0.5681	0.1947	10011001	0.5681	-0.1947	11011001	-0.5681	-0.1947
00011010	0.6874	0.0537	01011010	-0.6874	0.0537	10011010	0.6874	-0.0537	11011010	-0.6874	-0.0537
00011011	0.7375	0.1492	01011011	-0.7375	0.1492	10011011	0.7375	-0.1492	11011011	-0.7375	-0.1492
00011100	0.6290	0.4553	01011100	-0.6290	0.4553	10011100	0.6290	-0.4553	11011100	-0.6290	-0.4553
00011101	0.6007	0.3177	01011101	-0.6007	0.3177	10011101	0.6007	-0.3177	11011101	-0.6007	-0.3177
00011110	0.7885	0.4231	01011110	-0.7885	0.4231	10011110	0.7885	-0.4231	11011110	-0.7885	-0.4231
00011111	0.7627	0.2849	01011111	-0.7627	0.2849	10011111	0.7627	-0.2849	11011111	-0.7627	-0.2849
00100000	0.0816	1.1632	01100000	-0.0816	1.1632	10100000	0.0816	-1.1632	11100000	-0.0816	-1.1632
00100001	0.0830	0.9813	01100001	-0.0830	0.9813	10100001	0.0830	-0.9813	11100001	-0.0830	-0.9813
00100010	0.2528	1.2315	01100010	-0.2528	1.2315	10100010	0.2528	-1.2315	11100010	-0.2528	-1.2315
00100011	0.2502	1.0100	01100011	-0.2502	1.0100	10100011	0.2502	-1.0100	11100011	-0.2502	-1.0100
00100100	0.0732	0.6827	01100100	-0.0732	0.6827	10100100	0.0732	-0.6827	11100100	-0.0732	-0.6827
00100101	0.0811	0.8293	01100101	-0.0811	0.8293	10100101	0.0811	-0.8293	11100101	-0.0811	-0.8293
00100110	0.2159	0.6673	01100110	-0.2159	0.6673	10100110	0.2159	-0.6673	11100110	-0.2159	-0.6673
00100111	0.2359	0.8283	01100111	-0.2359	0.8283	10100111	0.2359	-0.8283	11100111	-0.2359	-0.8283
00101000	0.4302	1.4458	01101000	-0.4302	1.4458	10101000	0.4302	-1.4458	11101000	-0.4302	-1.4458

도면132

$d_0 d_1 \dots d_{71}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0 d_1 \dots d_{71}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0 d_1 \dots d_{71}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$	$d_0 d_1 \dots d_{71}$	$\text{Re}(e)$	$\text{Im}(e)$
00101001	0.5852	0.9680	01101001	-0.5852	0.9680	10101001	0.5852	-0.9680	11101001	-0.5852	-0.9680
00101010	0.4528	1.2074	01101010	-0.4528	1.2074	10101010	0.4528	-1.2074	11101010	-0.4528	-1.2074
00101011	0.4167	1.0099	01101011	-0.4167	1.0099	10101011	0.4167	-1.0099	11101011	-0.4167	-1.0099
00101100	0.5035	0.6307	01101100	-0.5035	0.6307	10101100	0.5035	-0.6307	11101100	-0.5035	-0.6307
00101101	0.5359	0.7954	01101101	-0.5359	0.7954	10101101	0.5359	-0.7954	11101101	-0.5359	-0.7954
00101110	0.3580	0.6532	01101110	-0.3580	0.6532	10101110	0.3580	-0.6532	11101110	-0.3580	-0.6532
00101111	0.3841	0.8207	01101111	-0.3841	0.8207	10101111	0.3841	-0.8207	11101111	-0.3841	-0.8207
00110000	0.0576	0.0745	01110000	-0.0576	0.0745	10110000	0.0576	-0.0745	11110000	-0.0576	-0.0745
00110001	0.0581	0.2241	01110001	-0.0581	0.2241	10110001	0.0581	-0.2241	11110001	-0.0581	-0.2241
00110010	0.1720	0.0742	01110010	-0.1720	0.0742	10110010	0.1720	-0.0742	11110010	-0.1720	-0.0742
00110011	0.1753	0.2222	01110011	-0.1753	0.2222	10110011	0.1753	-0.2222	11110011	-0.1753	-0.2222
00110100	0.0652	0.5269	01110100	-0.0652	0.5269	10110100	0.0652	-0.5269	11110100	-0.0652	-0.5269
00110101	0.0611	0.3767	01110101	-0.0611	0.3767	10110101	0.0611	-0.3767	11110101	-0.0611	-0.3767
00110110	0.1972	0.5178	01110110	-0.1972	0.5178	10110110	0.1972	-0.5178	11110110	-0.1972	-0.5178
00110111	0.1836	0.3695	01110111	-0.1836	0.3695	10110111	0.1836	-0.3695	11110111	-0.1836	-0.3695
00111000	0.4145	0.0709	01111000	-0.4145	0.0709	10111000	0.4145	-0.0709	11111000	-0.4145	-0.0709
00111001	0.4266	0.2100	01111001	-0.4266	0.2100	10111001	0.4266	-0.2100	11111001	-0.4266	-0.2100
00111010	0.2912	0.0730	01111010	-0.2912	0.0730	10111010	0.2912	-0.0730	11111010	-0.2912	-0.0730
00111011	0.2982	0.2177	01111011	-0.2982	0.2177	10111011	0.2982	-0.2177	11111011	-0.2982	-0.2177
00111100	0.4766	0.4821	01111100	-0.4766	0.4821	10111100	0.4766	-0.4821	11111100	-0.4766	-0.4821
00111101	0.4497	0.3448	01111101	-0.4497	0.3448	10111101	0.4497	-0.3448	11111101	-0.4497	-0.3448
00111110	0.3334	0.5025	01111110	-0.3334	0.5025	10111110	0.3334	-0.5025	11111110	-0.3334	-0.5025
00111111	0.3125	0.3601	01111111	-0.3125	0.3601	10111111	0.3125	-0.3601	11111111	-0.3125	-0.3601

도면133



도면134

