

(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
H04L 27/34

(45) 공고일자 1999년 12월 01일
(11) 등록번호 10-0231876
(24) 등록일자 1999년 09월 01일

(21) 출원번호 10-1996-0041512	(65) 공개번호 특 1998-0022384
(22) 출원일자 1996년 09월 21일	(43) 공개일자 1998년 07월 06일

(73) 특허권자 대우통신주식회사 유기범
인천광역시 서구 가좌동 531-1 번지
(72) 발명자 박인재
경기도 고양시 탄현동 1473
이우형
서울특별시 중랑구 면목3동 498-6
(74) 대리인 김종수

심사관 : 이두한

(54) 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조방법 및 그 장치

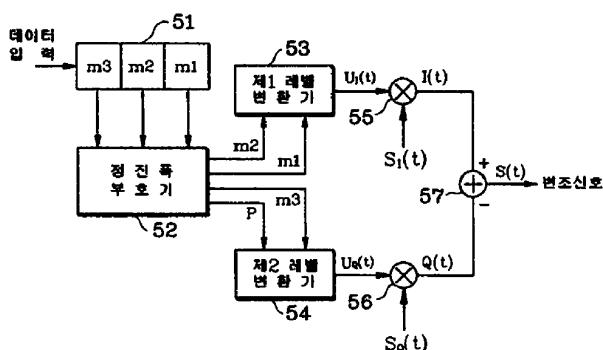
요약

고도의 산업화, 정보화된 사회에서는 고속의 정보전송이 필수적이고, 현재의 한정된 주파수자원을 고려할 때 현재 이동통신분야에서 사용되고 있는 PSK(Phase Shift Keying)나 QPSK(Quadrature PSK) 방식으로는 다수의 수요자들을 수용하는데 한계가 있게 된다. 또한, 위성통신계와 같은 비선형 통신계에 있어서는 대역폭효율 및 정진폭특성면에서 우수한 변조방식을 개발하는 것이 필수적인 과제로 부각되고 있다. 본 발명은 기본적으로 16-QAM, 즉 16-직교진폭변조방식의 구조를 기반으로 하여 비선형통신계에서 요구되는 정진폭특성을 실현함으로써 주파수자원의 고갈에 따른 대역폭문제를 해결하기 위한 것이다.

본 발명에 있어서는 4비트의 데이터비트를 단위로 하여 변조를 실행하는 16-QAM 변조방식에 대해 정보비트를 3비트로 하고 1비트의 패리티비트를 부가하게 된다. 여기서, 상기 패리티비트는 QAM 변조신호로부터 해석된 정진폭조건을 만족시키도록 그 데이터값이 결정된다.

따라서, 본 발명에 있어서는 비교적 간단한 구성으로 QAM 방식에 정진폭특성을 부가함으로써 비선형 시스템에 적용할 수 있는 대역폭효율이 우수한 변조방법을 제공하게 된다.

대표도



명세서

도면의 간단한 설명

제1도는 일반적인 16-직교진폭변조장치를 나타낸 블럭구성도.

제2도는 직교진폭변조장치의 대역폭효율을 설명하기 위한 그래프.

제3도는 16-직교진폭변조된 신호를 복조하기 위한 복조장치를 나타낸 블록구성도.

제4도는 종래의 직교진폭변조방식의 문제점을 설명하기 위한 변조신호도.

제5도는 본 발명의 일실시예에 따른 16-정진폭 직교진폭변조장치의 구성을 나타낸 블록구성도.

제6도는 제5도에서 정진폭부호기의 일례를 나타낸 구성도.

제7도는 본 발명에 따른 정진폭 직교진폭장치의 출력파형을 나타낸 변조신호도.

제8도는 본 발명의 일실시예에 따른 복조장치의 구성을 나타낸 블록구성도.

제9도 및 제10도는 본 발명에 따른 정진폭 직교진폭변조방식의 신호공간도.

제11도는 본 발명에 따른 정진폭 직교진폭변조방식의 심벌에러율을 설명하기 위한 그래프.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

51 : 직/병렬변환기	52 : 정진폭부호기
53, 54 : 레벨변환기	55, 56 : 믹서
57 : 가산기	61 : 가산기
81, 82 : 믹서	83, 84 : 적분회로
85, 86 : 레벨판정회로	87 : 병/직렬변환기

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 직교진폭변조(Quadrature Amplitude Modulation : QAM)에 관한 것으로, 특히 16-직교진폭변조방식에 있어서 변조된 신호가 정진폭특성을 갖도록 해주는 직교진폭변조방법 및 장치에 관한 것이다.

최근, 사회가 정보화되면서 개인통신용 단말기나 이동통신용 단말기와 같은 다양한 통신용 단말기가 개발되어 보급되고 있다.

이러한 통신용 단말기는 일반적으로 디지털방식으로 동작하고, 또한 그 신호 전송매체로서 공중파전송망을 이용하기 때문에 신호의 송수신은 데이터비트에 대해 소정 주파수의 정현파, 예를 들어 \sin 파나 \cos 파를 믹싱(mixing)하는 디지털변조방식을 채용하고 있다.

현재, 상술한 이동통신이나 개인통신분야에 있어서는 그 디지털변조방식으로 주로 PSK(Phase Shift Keying)나 QPSK(Quadrature PSK) 방식을 채용하고 있다. 그러나, 한정된 주파수자원을 사용하여야 하는 현재의 통신환경을 고려할 때 상술한 변조방법은 화상데이터의 전송과 같은 고속 및 대량의 정보전송이 요구되는 사용환경에 부응할 수 없다는 문제가 있게 된다.

따라서, 최근에는 기존의 PSK방식이나 QPSK방식에 비해 큰 대역폭효율을 얻을 수 있도록 된 직교진폭변조방식에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

제1도는 현재 개념화되어 있는 직교진폭변조장치, 특히 16-직교진폭변조장치(16-QAM)를 나타낸 블록구성도이다.

제1도에서 참조번호 11은 4비트의 데이터를 직렬로 입력받아 이를 병렬로 출력하는 직/병렬 변환기이고,

12는 이 직/병렬 변환기(11)로부터 출력되는 2비트 데이터(I , \bar{I})를 해당 데이터값에 대응하는 레벨신호로 변환하는 제1레벨변환기, 13은 상기 직/병렬 변환기(11)로부터 출력되는 2비트 데이터(Q , \bar{Q})를 해당 데이터값에 대응하는 레벨신호로 변환하는 제2레벨변환기이다.

여기서, 상기 제1 및 제2레벨변환기(12, 13)는 예컨대 다음의 표 1과 같이 입력되는 데이터값에 소정의 레벨신호를 출력하게 된다.

[표 1]

$I(Q)$	$\bar{I}(\bar{Q})$	출력(V)
0	0	-1
0	1	-3
1	0	+1
1	1	+3

또한, 도면에서 참조번호 14는 상기 제1레벨변환기(12)로부터 출력되는 레벨신호에 대해 소정의 주파수(ω_0)를 갖는 제1정현파신호, 즉 $\cos \omega_0 t$ 를 맥싱하는 제1막서이고, 15는 상기 제2레벨변환기(13)로부터 출력되는 레벨신호에 대해 상기 제1정현파신호($\cos \omega_0 t$)와 동일한 주파수(ω_0)를 가지면서 위상이 90도 어긋난 제2정현파신호, 즉 $\sin \omega_0 t$ 를 맥싱하는 제2막서, 16은 상기 제1 및 제2막서(14, 15)로부터 출력되는 1채널신호[$I(t)$]와 Q채널신호[$Q(t)$]를 가산하여 출력하는 가산기이다.

즉, 상기한 구성으로 된 직교진폭변조장치에 있어서는 4비트의 데이터가 동시적으로 변조되어 출력되게 된다. 따라서, 하나의 데이터비트에 해당하는 신호구간을 Tb라 할 때, 직/병렬변환기(11)로 4비트의 데이터가 입력되는 4Tb의 시간동안 각각의 데이터비트가 출력되는 것을 되게 된다.

한편, 제2도는 공중파전송망으로 출력되는 변조신호의 주파수 스펙트럼을 나타낸 그래프로, 주지된 바와 같이 송수신주파수의 대역폭은 신호의 주기를 T라 할 때 $1/T$ 로 설정된다.

따라서, 상술한 직교진폭변조방식에 따른 신호의 대역폭은 $1/(4Tb)$ 로 됨으로써 종래의 PSK방식에서의 $1/Tb$ 나 QPSK방식에서의 $1/(2Tb)$ 에 비해 대역효율이 4배 또는 2배 정도 향상되게 된다.

한편, 제3도는 상술한 바와 같이 직교진폭변조된 신호를 수신하여 복조하기 위한 수신장치의 구성을 나타낸 구성도이다.

도면에서, 참조번호 31은 수신되는 직교진폭변조신호에 대해 소정의 주파수(ω_0)를 갖는 제1정현파신호, 즉 $\cos \omega_0 t$ 를 맥싱하는 제3막서이고, 32는 수신되는 직교진폭변조신호에 대해 상기 제1정현파신호($\cos \omega_0 t$)와 동일한 주파수(ω_0)를 가지면서 위상이 90도 어긋난 제2정현파신호, 즉 $\sin \omega_0 t$ 를 맥싱하는 제4막서이다.

또한, 도면에서 참조번호 33은 상기 제3막서(31)에 출력되는 신호를 적분하는 제1적분회로이고, 34는 상기 제4막서(32)에서 출력되는 신호를 적분하는 제2적분회로, 35는 상기 제1적분회로(33)에서 출력되는 적분신호의 레벨을 판정하여 해당 레벨에 대응하는 2비트의 데이터를 출력하는 제1레벨판정회로, 36은 상기 제2적분회로(34)에서 출력되는 적분신호의 레벨을 판정하여 해당 레벨에 대응하는 2비트의 데이터를 출력하는 제2레벨판정회로이다.

그리고, 도면에서 참조번호 37은 상기 제1 및 제2레벨판정회로(35, 36)에서 출력되는 데이터비트를 병렬로 입력하여 직렬로 출력하는 병/직렬변환기이다.

즉, 상기한 구성에 있어서는 제2도에 나타낸 직교진폭변조장치로부터 예컨대 $\cos \omega_0 t - \sin \omega_0 t$ 의 신호가 입력되게 된다.

한편, 상기한 입력신호가 제1막서(31)를 통과하게 되면, $\cos^2 \omega_0 t - \cos \omega_0 t \cdot \sin \omega_0 t$ 로 되고, 이어 이 신호가 제1적분회로(33)에 의해 적분되게 되

$$\text{면, } \int_0^{4Tb} \cos^2 \omega_0 t dt - \int_0^{4Tb} \cos \omega_0 t \cdot \sin \omega_0 t dt \text{ 로 된다. 그리고, 이는 다시}$$

[수학식 1]

$$\int_0^{4Tb} \frac{1}{2} dt + \int_0^{4Tb} \frac{1}{2} \cos 2\omega_0 t dt - \int_0^{4Tb} \cos \omega_0 t \cdot \sin \omega_0 t dt$$

로 표시되게 된다.

따라서, 상기 수학식 1에서 $\int_0^{4Tb} \frac{1}{2} \cos 2\omega_0 t dt$ 와 $\int_0^{4Tb} \cos \omega_0 t \cdot \sin \omega_0 t dt$ 의 값이 “0”

이 되므로 결국 제1적분회로(35)에서는 $\int_0^{4Tb} \frac{1}{2} dt$ 의 신호성분만이 남게 된다.

즉, 상술한 방법을 통해 제1 및 제2적분회로(33, 34)에서는 $\pm A$ (A는 소정의 값)의 레벨신호가 출력되게 되고, 이 신호가 제1 및 제2 레벨판정회로(35, 36)로 인가되게 됨으로써 제1 및 제2레벨판정회로(35, 36)로부터 본래의 데이터가 복조되어 출력되게 된다.

그러나, 상술한 종래의 직교진폭변조방식에 있어서는 다음과 같은 문제가 있게 된다.

즉, 상술한 직교진폭변조장치에 있어서, 예컨대 변조장치로 입력되는 데이터(DATA)가 “0000 1011 0110”이라 할 때, 제1막서(14)로부터 출력되는 신호[$I(t)$]는 제4(a)도, 제2막서(15)로부터 출력되는 신호[$Q(t)$]는 제4(b)도와 같이 된다.

따라서, 가산기(16)를 통해 출력되는 신호[$S(t)$]는 제4(c)도와 같이 변조되는 데이터에 따라 신호의 진폭이 달라지게 된다.

한편, 무선통신에 있어서는 안테나를 통해 출력되는 신호의 레벨을 증폭시키는 것이 필요하게 되므로 통

상 안테나의 전단에 고출력증폭기를 사용하게 된다. 특히 위성통신시스템에 있어서는 지상국과 인공위성과의 데이터송수신이 요구되므로 출력단에 고출력증폭기가 필수적으로 사용되게 된다.

상기한 고출력증폭기에 있어서는 전력효율을 높이기 위해 통상 C급 증폭기를 채용하게 된다. 그런데, 이러한 C급 증폭기는 입력 대 출력특성이 비선형특성을 갖기 때문에 입력신호의 진폭이 변동하게 되면 그 진폭신호의 변동에 따라 위상성분이 변동되는 결과가 초래되고, 이는 궁극적으로 시스템의 성능을 악화시키는 요인이 되게 된다.

따라서, 일반적으로 C급 증폭기와 같은 고출력증폭기에 있어서는 입력신호의 정진폭특성이 요구된다.

그런데, 상술한 바와 같이 종래의 직교진폭변조방식에 있어서는 출력신호의 진폭이 출력데이터에 따라 변동되게 된다. 따라서, 직교진폭변조방식은 그 대역폭 효율이 크다는 장점에도 불구하고 비선형 통신시스템에는 사용할 수 없다는 단점이 있게 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에, 본 발명은 상기한 사정을 감안하여 창출된 것으로서, 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조(CeQAM : Constant Envelope QAM)방법 및 장치를 제공함에 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상기한 목적을 실현하기 위한 본 발명의 제1관점에 따른 직교진폭변조방법은 3비트의 정보비트를 입력하는 정보비트 입력단계와, 상기 정보비트에 대해 1비트의 래피티비트를 부가하되, 4비트의 데이터비트가 정진폭특성을 갖도록 하는 패리티비트 부가단계, 상기 4비트의 데이터비트를 2비트의 단위로 하여 그 데이터값에 대응하는 제1 및 제2레벨신호로 변환하는 레벨변환단계, 상기 제1레벨신호에 대해 제1정현파신호를 믹싱하는 제1변조단계, 상기 제2레벨신호에 대해 제2정현파신호를 믹싱하는 제2변조단계 및, 상기 제1 및 제2변조단계에서 변조된 신호를 가산하여 출력하는 변조신호 출력단계를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명의 제2관점에 따른 직교진폭변조장치는 3비트의 정보비트입력에 대해 1비트의 패리티비트를 부가하여 출력하는 부호화수단과, 상기 부호화수단에서 출력되는 4비트 중 각각 2비트의 데이터값에 대응하는 레벨신호를 출력하는 제1 및 제2레벨변환수단, 상기 제1레벨변환수단에서 출력되는 레벨신호에 대해 제1정현파신호를 믹싱하는 제1믹서, 상기 제2레벨변환수단에서 출력되는 레벨신호에 대해 제2정현파신호를 믹싱하는 제2믹서 및, 상기 제1 및 제2믹서에서 출력되는 신호를 가산하여 출력하는 가산수단을 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 제1 및 제2레벨변환수단은 입력되는 2비트의 데이터를 -1.21, +1.21, -2.92, +2.92의 값중 적어도 하나의 레벨신호로 변환하는 것을 특징으로 한다.

이하, 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 설명한다.

우선, 본 발명의 기본적인 개념을 설명한다.

제1도에서 알 수 있는 바와 같이 가산기(16)로부터 출력되는 변조신호[S(t)]는

[수학식 2]

$$S(t) = U_I(t) \cos \omega_0 t - U_Q(t) \sin \omega_0 t$$

로 되고, 이는 다시 다음의 수학식 3과 같이 표현된다.

[수학식 3]

$$S(t) = A(t) \sin(\omega_0 t + \theta(t))$$

또한, 여기서 진폭성분 A(t)와 위상성분 θ(t)는 다음의 수학식 4 및 수학식 5로 표시된다.

[수학식 4]

$$A(t) = \sqrt{U_I(t)^2 + U_Q(t)^2}$$

[수학식 5]

$$\theta(t) = \tan^{-1} \left[-\frac{U_Q(t)}{U_I(t)} \right]$$

한편, 상기 직교진폭변조된 출력신호[S(t)]가 정진특성을 갖기 위해서는 상기 수학식3에 나타낸 진폭성분 [A(t)]이 일정한 값을 가져야 하므로, 상기 수학식3으로부터 다음과 같은 정진폭조건을 얻을 수 있다.

[수학식 6]

$$A(t) = \sqrt{U_I(t)^2 + U_Q(t)^2} = \text{일정}$$

즉,

[수학식 7]

$$U_I(t)^2 + U_Q(t)^2 = \text{일정}, \text{ 이고}$$

[수학식 8]

$$|U_I(t)| \neq |U_Q(t)|$$

의 관계식이 얻어지게 된다.

한편, 상기 표 1에 나타낸 바와 같이 $-1, -3, +1, +3$ 의 레벨값을 사용하는 16-직교진폭변조방식에서 상기 수학식7 및 수학식8을 만족하는 레벨쌍(U_I, U_Q)을 구하면, 다음의 8가지가 얻어지게 된다.

즉, $(-3, -1), (-3, +1), (-1, +3), (-1, +3), (+1, -3), (+1, +3), (+3, -1), (+3, +1)$.

그런데, 제1도에서 설명한 바와 같이 상기 레벨쌍(U_I, U_Q)값은 임의적으로 결정되는 것이 아니라 송신할 4비트의 데이터에 따라 그 값이 달라지게 되므로 변조할 4비트 데이터를 근거로 정진폭특성을 만족시키는 것은 불가능하게 된다.

이에, 본 발명자는 4비트의 데이터단위로 송신데이터를 변조하도록 된 16-직교진폭변조방식에 있어서 변조하여 송신할 데이터를 3비트의 비트단위로 한정하고 여기에 1비트의 패리티비트(Parity bit)를 부가함으로써 출력신호가 정진폭특성을 갖도록 하는 방법을 연구하였다.

즉, 제1도에서 설명한 I채널과 Q채널의 데이터에 있어서, I채널과 Q채널의 각각의 데이터값에 따른 레벨변환값을 예컨대 다음의 표 2 및 표 3과 같이 설정하고, 또한 I 채널의 데이터를 송신할 데이터로 고정하고 Q채널의 데이터에 정진폭특성이 만족되도록 패리티비트(P)를 부가하는 것으로 하면, 표 3에 나타낸 바와 같은 변조할 데이터에 따른 패리티비트를 구할 수 있게 된다.

[표 2]

I 채널 레벨변환표

I	\bar{I}	출력(V)
0	0	-3
0	1	-1
1	0	+1
1	1	+3

[표 3]

Q채널 레벨변환표

Q	\bar{Q}	출력(V)
0	0	-1
0	1	-3
1	0	+3
1	1	+1

[표 4]

패리티비트와 그에 따른 레벨변환표

I	\bar{I}	Q	P	I 출력	Q 출력
0	0	0	0	-3	-1
0	0	1	1	-3	+1
0	1	0	1	-1	-3
0	1	1	0	-1	+3
1	0	0	1	+1	-3
1	0	1	0	+1	+3
1	1	0	0	+3	-1
1	1	1	1	+3	+1

한편, 상기 표 2 내지 표 4에서 I채널데이터와 Q채널데이터에 따른 레벨변환값은 특정한 예에 한정되지 않는다. 또한 패리티비트의 부가를 위한 채널도 Q채널에 한정되지 않고 I채널에 부가하는 것으로 설정할 수 있는데, 어떠한 경우에도 상술한 개념을 통해 동일한 방식으로 출력신호의 정진폭특성을 실현할 수 있게 된다.

제5도는 상술한 개념을 실현한 본 발명에 따른 직교진폭변조장치의 구성을 나타낸 블록구성도이다.

제5도에서 참조번호 51은 3비트의 직렬데이터(m_1, m_2, m_3)를 입력받아 이를 병렬로 출력하는 직/병렬 변환기이고, 52는 이 직/병렬 변환기(51)로부터 인가되는 3비트의 데이터(m_1, m_2, m_3)에 대해 소정의 패리티비트를 부가하여 정진폭특성을 갖는 4비트의 데이터(m_1, m_2, m_3, p)를 생성하는 정진폭부호기이다.

또한, 도면에서 참조번호 53은 상기 정진폭부호기(52)에서 출력되는 I채널용의 2비트의 데이터(m_1, m_2)를 해당 데어터값에 대응하는 레벨신호로 변환하는 제1레벨변환기이고, 54는 상기 정진폭부호기(52)에서 출력되는 Q채널용의 2비트 데이터(m_3, p)를 해당 데이터값에 대응하는 레벨신호로 변환하는 제2레벨변환기이다.

또한, 도면에서 55는 상기 제1레벨변환기(53)에서 출력되는 신호 [$U_I(t)$]에 대해 소정의 제1정현파신호

$[S_1(t)]$ 를 믹싱하는 제1믹서이고, 56은 상기 제2레벨변환기(54)에서 출력되는 신호 $[U_q(t)]$ 에 대해 소정의 제2정현파신호 $[S_q(t)]$ 를 믹싱하는 제2믹서로서, 여기서 상기 제1및 제2정현파신호 $[S_1(t), S_q(t)]$ 는 제1도에서와 같이 cos파나 sin파를 사용할 수 있다.

그리고, 도면에서 참조번호 57은 상기 제1및 제2믹서(55, 56)에서 출력되는 I채널신호 $[I(t)]$ 와 Q채널신호 $[Q(t)]$ 를 가산하여 출력하는 가산기이다.

상기 구성에서 정진폭부호기(52)는 직/병렬 변환기(51)에서 출력되는 3비트의 데이터(m_1, m_2, m_3)에 대해 소정의 패리티비트(p)를 부가하여 전체적으로 정진폭특성을 갖는 4비트의 데이터(m_1, m_2, m_3, p)를 생성하게 된다.

즉, 상술한 표 4에 있어서는 3비트 데이터의 값을 가산한 값이 패리티비트로서 정해지게 된다.

따라서, 상술한 표 4를 근거로 할 때 상기 정진폭부호기(52)는 제6도에 나타낸 바와 같이 입력되는 데이터(m_1, m_2, m_3)를 그대로 출력하면서 그 3비트의 데이터(m_1, m_2, m_3)를 가산기(61)로 가산하여 출력하는 구성으로 된다.

물론, 상술한 바와 같이 상기 정진폭부호기(52)는 특정한 구성에 한정되지 않고 제1 및 제2레벨변환기(53, 54)에서 변환되는 신호의 레벨에 대응되게 설계되어야 할 것이다.

상술한 직교진폭변조장치에 있어서는 제1 및 제2레벨변환기(53)로 인가되는 데이터가 정진폭부호기(52)에 의해 부호화된다. 따라서, 제7도에 나타낸 바와 같이 I채널신호 $[I(t)]$ 의 진폭과 Q채널신호 $[Q(t)]$ 의 진폭이 상호 보완적으로 설정되게 됨으로써 출력단을 통해 출력되는 변조신호 $[S(t)]$ 의 진폭이 균일해지게 된다.

제8도는 상술한 직교진폭변조장치에 의해 출력되는 변조신호를 복조하기 위한 복조장치의 구성을 나타낸 것이다.

제8도에서 참조번호 81은 상술한 직교진폭변조장치로부터 수신된 신호에 대해 소정의 제1정현파신호 $[S_1(t)]$ 를 믹싱하는 제3믹서이고, 82는 직교진폭변조장치로부터 수신된 신호에 대해 상기 제1정현파신호 $[S_1(t)]$ 와 90도의 위상차를 갖는 제2정현파신호 $[S_q(t)]$ 를 믹싱하는 제4믹서이다.

또한, 도면에서 참조번호 83은 상기 제3믹서(81)로부터 출력되는 주파수신호를 적분하는 제1적분회로이고, 84는 상기 제4믹서(82)로부터 출력되는 주파수 신호를 적분하는 제2적분회로이다.

또한, 도면에서 참조번호 85는 상기 제1적분회로(83)로부터 출력되는 신호의 레벨에 대응하는 2비트의 데이터(m_1, m_2)를 출력하는 제1레벨판정회로이고, 86은 상기 제2적분회로(84)에서 출력되는 신호의 레벨에 대응하는 2비트의 데이터(m_3, p)를 출력하되, 그 중 한 비트데이터(p)를 패리티비트로서 출력하는 제2레벨판정회로이다.

그리고, 도면에서 참조번호 87은 상기 제1 및 제2레벨판정회로(85, 86)에서 출력되는 3비트 데이터(m_1, m_2, m_3)를 병렬로 입력하여 이를 직렬로 순차 출력하는 병/직렬 변환기이다.

즉, 상기한 구성으로 된 복조장치에 있어서도 제3도에서 설명한 종래의 복조장치와 실질적으로 동일한 구성을 갖고, 단지 제2레벨판정회로(86)에서 출력되는 1비트를 패리티비트로서 검출하면 된다.

따라서, 종래의 복조장치를 그대로 사용할 수 있게 되므로 추가적인 비용없이 본 발명에 따른 직교진폭변조방법을 채용하여 사용할 수 있게 된다.

한편, 제9도는 본 발명에 따른 직교진폭변조방법의 신호공간도를 나타낸 도면이다. 도면에서 알 수 있는 바와 같이 본 발명의 직교진폭변조방법에 있어서는 각각의 신호점이 중심점을 기준으로 동일한 거리상에 배치되어 정진폭특성이 실현되었음을 나타내고 있다.

그런데, 상기한 신호공간도를 검토해 볼 때, 예컨대 데이터 “1010”과 데이터 “1111”의 공간거리에 비해 데이터 “1111”과 데이터 “1100” 간의 공간거리가 상대적으로 작게 설정되는 바, 이는 시스템성능의 효율을 제한하게 된다.

이에, 본 발명자가 연구해 본 결과에 따르면, 데이터비트를 변조함에 있어서 그 변환레벨을 종래의 $\pm 1, \pm 301$ 아닌 $\pm 1.21, \pm 2.92$ 로 설정할 때 최적의 신호공간분포가 얻어져서 대략 20.1%의 최소공간거리증가가 얻어지게 되고, 또한 대략 $\pm 1.18 \sim \pm 1.25$ 와 $\pm 2.90 \sim \pm 2.95$ 의 범위내에서 비교적 양호한 최소공간거리가 얻어짐을 알 수 있었다.

제10도는 상기와 같이 데이터비트에 대한 변환레벨을 ± 1.21 과 ± 2.92 로 한 경우를 나타낸 신호공간도로서, 제9도와 제10도를 비교해 볼 때 제10도에 있어서는 각 신호점들이 공간상에 균일하게 분포되어 최소공간거리가 증가되었음을 알 수 있다.

이상 설명한 바와 같이 상기 실시예에 의하면, 대역폭효율이 큰 직교진폭변조방식에 대해 정진폭특성을 만족시킴으로써 비선형계 통신시스템에도 용이하게 적용할 수 있는 정진폭 직교진폭변조(CeQAM)방법을 제공할 수 있게 된다.

또한, 상기 실시예에 있어서는 정진폭특성의 실현을 위해 부가되는 패리티비트에 의해 최소해밍거리(H_{m_i})가 증가되게 됨으로써 유클리드거리(Euclidean distance), 즉 신호파형의 비동일성이 증가되게 된다.

즉, 일반적으로 SN비(신호 대 잡음비)에 대한 신호의 오율(P_E^*)은 다음식으로 근사하여 나타낼 수 있다.

[수학식 9]

$$P_E^* \approx 1 - \int_{-\pi/M}^{\pi/M} \sqrt{\frac{\gamma}{\pi}} \cos \theta e^{-\gamma \sin^2 \theta} d\theta$$

$$P_E^* \approx 1 - \left(1 - \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cos \theta e^{-\gamma \sin^2 \theta} d\theta \right)$$

그리고, 상기 수학식 9는 로 되

$$P_E^* \approx \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\gamma} \sin \frac{\pi}{M} \right)$$

어, 와 같이 표시되므로, 신호오율(P_E^*)은 다음식으로 표시되게 된다.

[수학식 10]

$$P_E^* = 2Q \left(\sqrt{\frac{2E_s}{N_0}} \sin \frac{\pi}{M} \right)$$

여기서 γ 는 SN비고, M 은 신호점의 수이며, E_s 는 평균 심벌에너지이다.

한편, 해밍거리를 고려한 경우의 신호오율은

[수학식 11]

$$2Q \left(\sqrt{\frac{H_{\min} \times R \times 2E_s}{N_0}} \cdot \sin \frac{\pi}{M} \right)$$

으로 된다. 단, 여기서 H_{\min} 은 최소해밍거리이고, R 은 부호화율이다.

그리고, 본 발명에 따른 직교진폭변조방법에 있어서는 최소해밍거리가 20이고, 부호화율이 3/40이 되므로, 상기 수학식 10은 다음의 수학식 11과 같이 표시할 수 있게 된다.

[수학식 12]

$$2Q \left(\sqrt{\frac{1.5 \times 2E_s}{N_0}} \cdot \sin \frac{\pi}{M} \right)$$

따라서, 상기 수학식 12는 상기 수학식 10에 비해 $\sqrt{1.5}$ 배, 즉 1.22배 만큼 유클리드거리가 증가하게 된다.

한편, 제11도는 각각의 디지탈변조방식에 따른 심벌에러율을 나타낸 특성곡선도로, 본 발명에 따른 정진폭 직교진폭변조방식(16-QeQAM)은 기존의 16-직교진폭변조방식(16-QAM방식)에 비해 $\text{BER}=10^{-5}$ 에서 대략 3.7dB정도 성능이 향상됨을 알 수 있다.

또한, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않고 본 발명의 기술적 요지를 벗어나지 않는 범위내에서 다양하게 변형시켜 실시할 수 있다.

발명의 효과

이상과 같이 본 발명에 있어서는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조방법 및 장치를 실현할 수 있게 된다.

또한, 본 발명에 있어서는 종래의 직교진폭변조방식에 비해 양호한 시스템성능을 실현할 수 있는 직교진폭변조방식을 실현할 수 있게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

데이터비트를 4비트단위로 변조하여 송신하되, 각각의 2비트를 그 비트값에 대응하는 레벨의 제1 및 제2신호로 변환하여 변조하도록 된 직교진폭변조방법에 있어서, 정보비트 3비트에 대해 1비트의 패리티비트를 부가하여 송신할 4비트의 데이터를 생성하고, 상기 패리티비트는 상기 제1신호의 레벨을 U_1 , 제2신호의 레벨을 U_0 라 할 때, $U_1^2 + U_0^2$ 의 값이 일정한 값을 갖도록 그 비트값이 설정되는 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조방법.

청구항 2

데이터비트를 소정 비트수의 제1 및 제2비트열로 구분하고, 상기 제1 및 제2비트열을 해당 비트열의 데이터값에 대응하는 레벨의 제1 및 제2신호로 변환하여 변조하도록 된 직교진폭변조방법에 있어서, 소정 비트수의 정보비트를 입력하는 정보비트 입력단계와, 상기 정보비트에 대해 소정 비트수의 패리티비트를 부가하되, 상기 제1신호의 레벨을 U_1 , 제2신호의 레벨을 U_0 라 할 때, $U_1^2 + U_0^2$ 의 값이 일정한 값을 갖도록 패리티비트의 비트값을 설정하는 패리티비트 부가단계 및, 상기 패리티비트가 부가된 데이터비트를 직교진폭변조하는 변조단계를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조방법.

청구항 3

데이터비트를 4비트단위로 변조하여 송신하되, 각각의 2비트를 그 비트값에 대응하는 레벨의 제1 및 제2신호로 변환하여 변조하도록 된 직교진폭변조방법에 있어서, 3비트의 정보비트를 입력하는 정보비트 입력단계와, 상기 정보비트에 대해 1비트의 패리티비트를 부가하되, 상기 패리티비트는 상기 제1신호의 레벨을 U_1 , 제2신호의 레벨을 U_0 라 할 때, $U_1^2 + U_0^2$ 의 값이 일정한 값을 갖도록 그 비트값을 설정하는 패리티비트 부가단계, 상기 4비트의 데이터비트를 2비트의 단위로하여 그 데이터값에 대응하는 레벨의 제1 및 제2신호로 변환하는 레벨변환단계, 상기 제1신호에 대해 제1정현파신호를 믹싱하는 제1변조단계, 상기 제2신호에 대해 제2정현파신호를 믹싱하는 제2변조단계 및, 상기 제1 및 제2변조단계에서 변조된 신호를 가산하여 출력하는 변조신호출력단계를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제1 및 제2신호는 $-1, +1, -3, +3$ 의 값중 적어도 하나의 레벨값을 갖는 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조방법.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 제1 및 제2신호는 $-1.18 \sim -1.25, +1.18 \sim +1.25, -2.90 \sim -2.95, +2.90 \sim +2.95$ 의 값중 적어도 하나의 레벨값을 갖는 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조방법.

청구항 6

제3항 또는 제5항에 있어서, 상기 제1 및 제2신호는 $-1.21, +1.21, -2.92, +2.92$ 의 값중 적어도 하나의 레벨값을 갖는 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조방법.

청구항 7

데이터비트를 4비트단위로 변조하여 송신하되, 각각의 2비트를 그 비트값에 대응하는 레벨의 제1 및 제2신호로 변환하여 변조하도록 된 직교진폭변조방법에 있어서, 3비트의 정보비트와, 이 3비트 정보비트에 대해 1비트의 패리티비트를 부가하여 출력하는 부호화수단과, 상기 부호화수단에서 출력되는 4비트 중 각각 2비트의 데이터값에 대응하는 레벨신호를 출력하는 제1 및 제2레벨변환수단, 상기 제1레벨변환수단에서 출력되는 레벨신호에 대해 제1정현파신호를 믹싱하는 제1믹서, 상기 제2레벨변환수단에서 출력되는 레벨신호에 대해 제2정현파신호를 믹싱하는 제2믹서 및, 상기 제1 및 제2믹서에서 출력되는 신호를 가산하여 출력하는 가산수단을 포함하여 구성되고, 상기 패리티비트는 상기 제1신호의 레벨을 U_1 , 제2신호의 레벨을 U_0 라 할 때, $U_1^2 + U_0^2$ 의 값이 일정한 값을 갖도록 그 비트값이 설정되는 것을 특징으로 하는 직교진폭변조장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제1 및 제2레벨변환수단은 입력되는 2비트의 데이터를 $-1, +1, -3, +3$ 의 값중 적어도 하나의 레벨신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조장치.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 제1 및 제2레벨변환수단은 입력되는 2비트의 데이터를 $-1.18 \sim -1.25, +1.18 \sim +1.25, -2.90 \sim -2.95, +2.90 \sim +2.95$ 의 값중 적어도 하나의 레벨신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조장치.

청구항 10

제7항 또는 제9항에 있어서, 상기 제1 및 제2레벨변환수단은 입력되는 2비트의 데이터를 $-1.21, +1.21, -2.92, +2.92$ 의 값중 적어도 하나의 레벨신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 제1레벨변환수단은 입력되는 2비트신호가 “00”인 경우에 “ -2.92 ”, “01”인 경우에 “ -1.21 ” “10”인 경우에 “ $+1.21$ ”, “11”인 경우에 “ $+2.92$ ”의 레벨신호로 변환하고 상기 제2레벨변환수단은 입력되는 2비트신호가 “00”인 경우에 “ -1.21 ”, “01”인 경우에 “ 2.92 ” “10”인 경우에 “ $+2.92$ ”, “11”인 경우에 “ 1.21 ”의 레벨신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조장치.

청구항 12

제7항 또는 제11항에 있어서, 상기 부호화수단은 입력되는 정보비트에 포함되어 있는 데이터 “1”的 개수가 출수인 경우에는 “1”的 패리티비트를 부가하고, 입력되는 정보비트에 포함되어 있는 “1”的 개수

가 짹수인 경우에는 “0”의 패리티비트를 부가하는 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조장치.

청구항 13

제7항 또는 제8항에 있어서, 상기 제1레벨변환수단은 입력되는 2비트신호가 “00”인 경우에 “-3”, “01”인 경우에 “-1”, “10”인 경우에 “+1”, “11”인 경우에 “+3”의 레벨신호로 변환하고, 상기 제2레벨변환수단은 입력되는 2비트신호가 “00”인 경우에 “-1”, “01”인 경우에 “-3”, “10”인 경우에 “+3”, “11”인 경우에 “+1”의 레벨신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조장치.

청구항 14

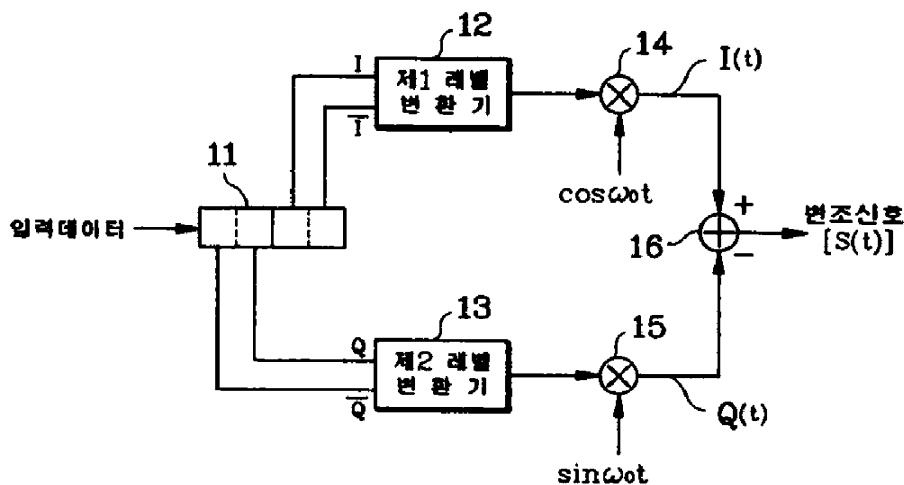
제13항에 있어서, 상기 부호화수단은 입력되는 정보비트에 포함되어 있는 데이터 “1”的 개수가 홀수인 경우에는 “1”的 패리티비트를 부가하고, 입력되는 정보비트에 포함되어 있는 “1”的 개수가 짹수인 경우에는 “0”的 패리티비트를 부가하는 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조장치.

청구항 15

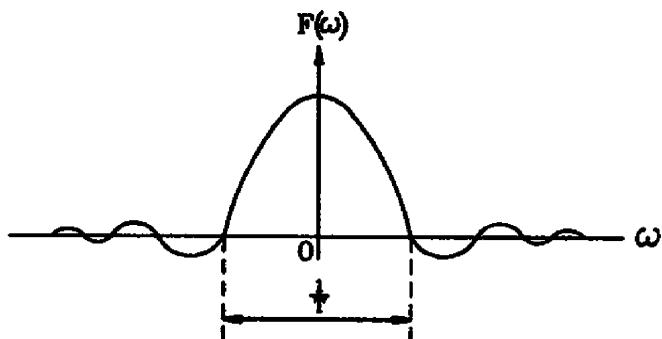
제12항에 있어서, 상기 부호화수단은 입력되는 정보비트를 가산하는 가산기를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 정진폭특성을 갖는 직교진폭변조장치.

도면

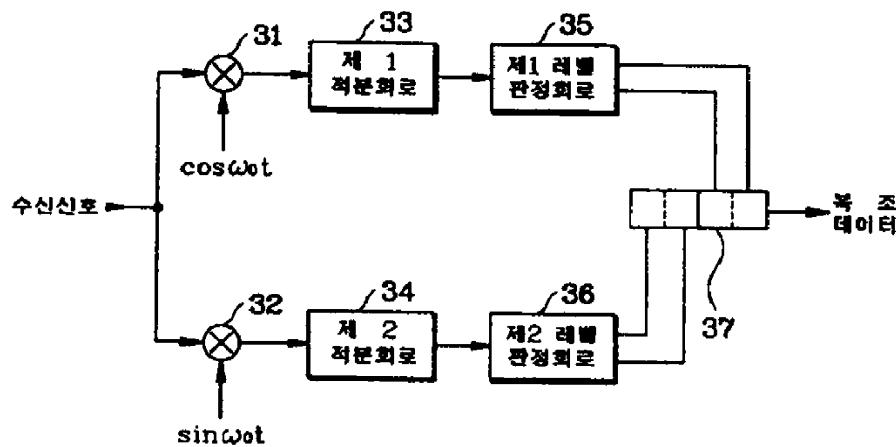
도면1



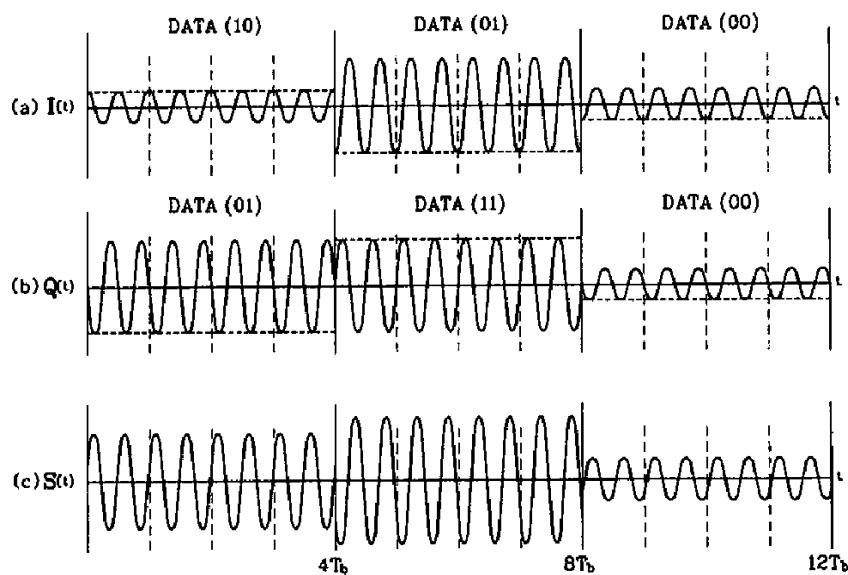
도면2



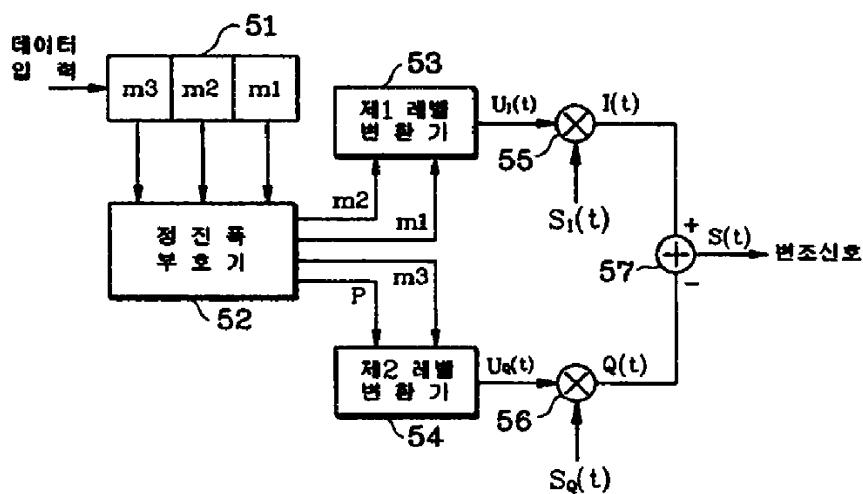
도면3



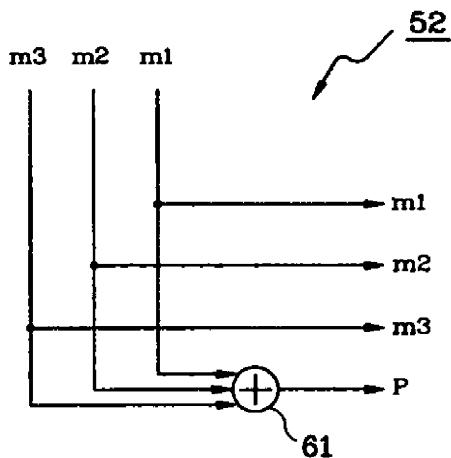
도면4



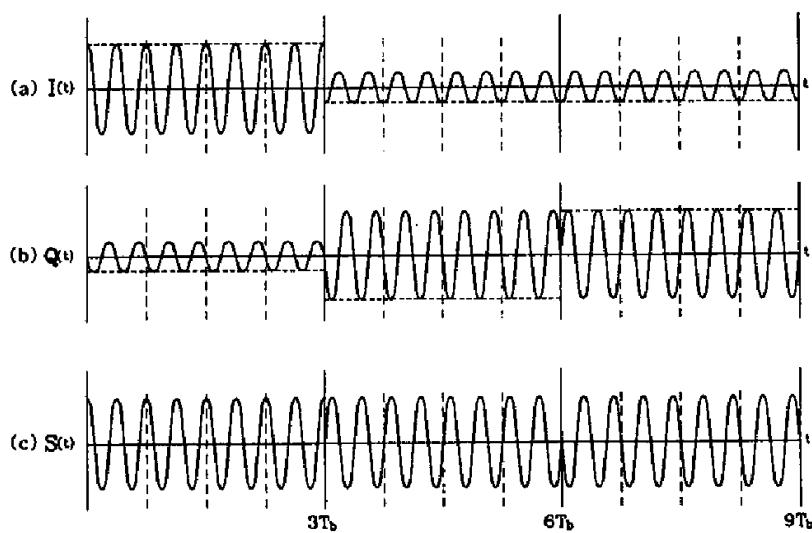
도면5



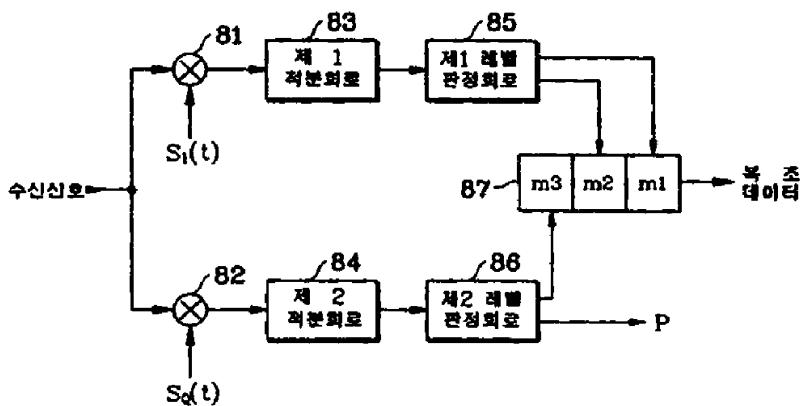
도면6



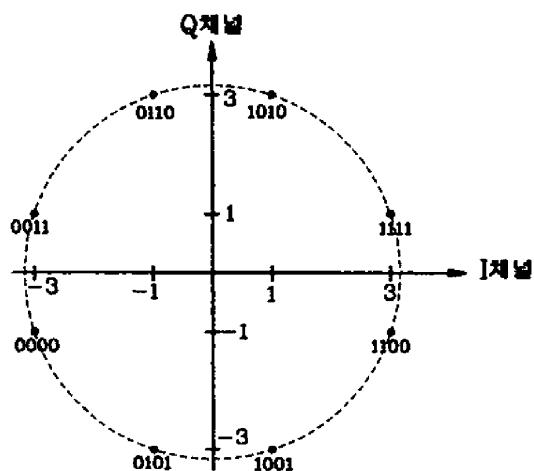
도면7



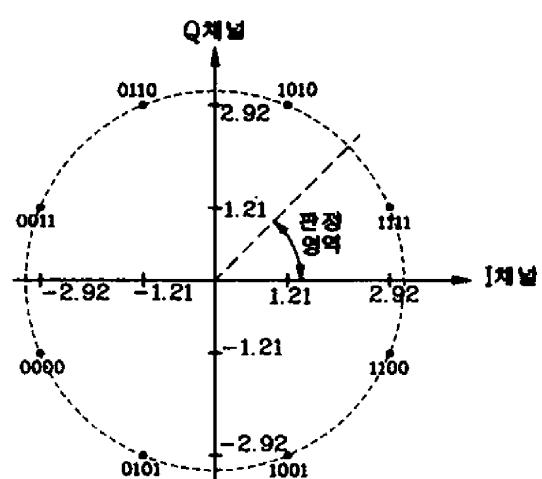
도면8



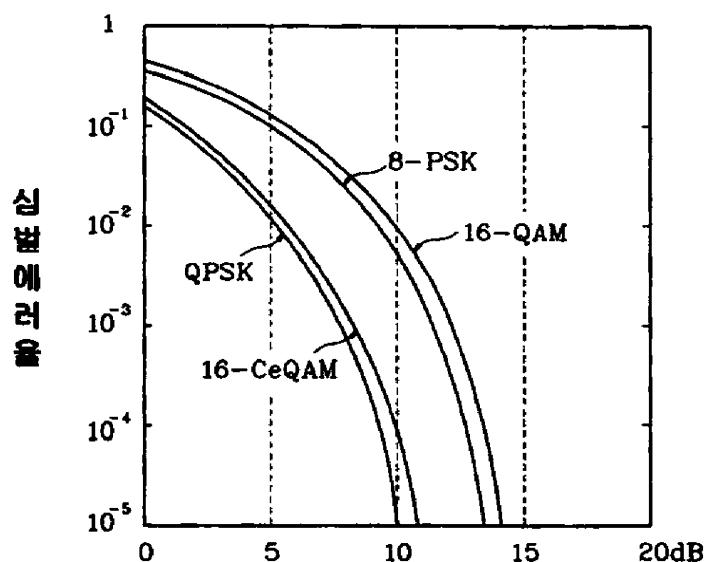
도면9



도면10



도면11

 E_b/N_0