(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H04L 27/06

(45) 공고일자 1996년09월20일
(11) 공고번호 특1996-0012425
(24) 등록일자 1996년09월20일

(21) 출원번호	특1993-0700630	(65) 공개번호	특1993-0702842
(22) 출원일자	1993년03월02일	(43) 공개일자	1993년09월09일
(86) 국제출원번호	PCT/US 92/03757	(87) 국제공개번호	WO 93/01673
(86) 국제출원일자	1992년05월07일	(87) 국제공개일자	1993년01월21일
(81) 지정국	국내특허 : 미국(US)		
(30) 우선권주장	724,663 1991년07월02일 미국(US)		

(73) 특허권자 모토로라 인코포레이티드 안쏘니 제이. 살리 2세
미국, 일리노이 60196, 샤움버그, 이스트 앨공킨 로드 1303
(72) 발명자 브루스 디. 뮬러
미국, 일리노이 60067, 팰러타인, 이스트 워싱턴 스트리트 52
케빈 엘. 바움
미국, 일리노이 60195, 호프만 에스테이츠, 윈스턴 드라이브 3695
데이빗 이. 보쓰
미국, 일리노이 60067, 팰러타인, 사우쓰 하버드 825
필립 디. 라스키
미국, 일리노이 60089, 버팔로 그로브, 라일락레인 139
에릭 에이취. 윈터
미국, 일리노이 60304, 오크 파크, 사우쓰 엘름우드 애비뉴 728
(74) 대리인 이병호, 최달용

심사관 : 임영희 (책자공보 제4638호)

(54) 통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산을 계산하기 위한 시스템 방법

요약

내용없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산을 계산하기 위한 시스템 및 방법

[도면의 간단한 설명]

본 발명은 첨부한 도면을 참조로 하여 보다 잘 이해될 것이다.

제1도는 디지털형으로 인코드된 정보신호를 전송하고 수신할 수 있으며, 통신 채널이다중경로 채널을 포함하는 통신 시스템의 블록도.

제2도는 본 발명의 양호한 실시예에 따라 구성된 수신기의 블록도.

제3도는 본 발명의 양호한 실시예의 방법의 방법단계를 나열한 순서도.

제4도는 본 발명의 양호한 실시예의 시스템을 사용하는 다이버시티 수신기의 블록도.제5도는 본 발명의 양호한 실시예의 선형 횡 이퀄라이저(a linear transversal equalizer ; LTE)의 블록도.

제6도는 본 발명의 양호한 실시예의 결정 피이드백 이퀄라이저(a decision feedback equalizer ; DFE)의 블록도.

제7도는 본 발명의 대안의 양호한 실시예의 선형 횡 이퀄라이저의 블록도.

제8도는 본 발명의 대안의 양호한 실시예의 결정 피이드백 이퀄라이저의 블록도.

제9도는 코히어런트 변조된 신호를 수신하기 위해 작용하는 회로의 블록도.

제10도는 비코히어런트 변조된 신호를 수신하기 위해 작용하는 회로의 블록도.

제11도는 비코히어런트 변조된 신호를 수신하기 위해 작용하고, 제10도의 회로를 포함하는 수신기의 블록도.

제12도는 제9도의 회로를 포함하는 변조된 신호를 수신하기 위해 작용하는 수신기의 블록도.

[발명의 상세한 설명]

[발명의 배경]

본 발명은 일반적으로 디지털 수신기에 관한 것으로, 특히 정보신호가 전송되는 통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산을 계산하기 위한 시스템과 그에 연관된 방법에 관한 것이다.

두 위치간에 정보를 전송하는 통신시스템은 최소한(정보를 포함하는) 정보신호가 전송될 수 있는 통신 채널로 상호연결된 송신기 및 수신기를 포함한다.

무선통신 시스템은 한 형태의 통신 시스템을 포함한다. 무선통신 시스템의 통신 채널은 무선주파수 채널로 형성된다.

무선주파수 채널은 전자기 주파수 스팩트럼의 주파수 범위로 한정된다. 무선주파수 채널에 따라 정보신호를 전송하기 위해, 정보신호는 무선주파수 채널에 따른 신호의 전송에 적합한 형태로 변환되어야만 한다.

무선주파수 통신 채널에 따른 신호의 전송에 적합한 형태로의 정보신호의 변환은 정보신호가 무선주파수 전자기파에 가해지는 변조라 불리는 처리에 의해 수행된다. 무선주파수 전자기파는 무선주파수 채널을 한정하는 주파수값 범위내에 있는 값의 특성 주파수이다. 가해지는 정보신호에 따른 특성 주파수의 무선주파수 전자기파는 보통 캐리어 신호라 불린다. 정보신호에 의해 일단 변조된 무선주파수 전자기파는 변조된 정보신호 또는 더 간단하게는 변조된 신호라 불린다. 변조된 신호가 송신기 및 수신기간에 전송되어지는 정보를 포함하므로, 변조된 신호는 보통 통신신호라 한다.

변조된 신호는 때때로 변조된 신호의 변조 스팩트럼이라고 불리는 주파수 범위에 있는 주파수 대역폭인 것이다. 변조 스팩트럼의 중심 주파수는 캐리어 신호의 주파수로 정해지거나 캐리어 신호의 주파수에 가깝다. 변조된 신호가 무선주파수 채널을 따라 자유공간을 통해 전송되어질 수 있기 때문에, 송신기 및 수신기는 서로 매우 접근하여 위치될 필요가 없다. 그 결과로서, 무선통신 시스템은 두 위치간의 통신을 실시하는데 널리 사용된다.

정보신호를 변조하여 그것에 의해 변조신호를 형성하는 많은 기술은 발전되어 왔다. 그러한 기술의 예는 예를 들어, 진폭변조(AM), 주파수 변조(FM), 위상변조(PM), 주파수 편이 키잉(FSK), 위상 편이 키잉 변조(PSK) 및 연속적인 위상변조(CPM)를 포함한다. 연속적인 위상변조의 한 형태는 가우시안 최소 편이 키잉 변조(GMSK)이다. 다른 형태의 연속적인 위상변조는 4진 진폭변조(QAM)이다. 특정 형태의 QAM 변조는 필터된 차동적 4진 위상 편이 키잉(differential quadrature phase shift keying ; DQPSK) 변조이다.

무선통신 시스템의 송신기는 상기 언급된 기술의 하나와 같은 특정 변조 기술에 따라 정보신호를 변조하기 위한 회로를 포함한다. 그것에 의해 형성된 변조된 신호는 무선주파수 채널을 따라 전송되고, 통신 시스템의 수신기에 의해 수신된다.

수신기는 통신 채널을 따라 거기에 전송된 변조 신호의 정보신호를 검출하거나 그렇지 않으면 재생성하는 회로를 포함한다. 그러한 회로는 본질적으로 변조과정의 역과정인 복조라 불리는 과정을 수행한다.

복조기술은 변조된 신호의 정보내용을 검출하거나 그렇지 않으면 재생성하는 변조기술들 중의 하나에 대응하는 기술과 비슷하게 발전되어 왔다. 수신기의 회로는 수신기로 변조된 신호를 전송하는 송신기에 의해 변조된 신호가 형성되어지는 변조기술에 대응하는 복조기술에 의해 변조된 신호를 복조하기 위한 구성이어야 한다.

통상적으로, 수신기의 회로는 때때로 몇몇 단으로 구성되고, 주파수에서 통신 채널을 따라 전송된 변조된 신호의 주파수를 아래로 변환시키기 위한 회로를 포함한다.

동시에 전송되고 변조된 신호가 주파수에서 겹쳐지지 않는한 많은 다른 송신기에 의해 발생된 변조 신호는 동시에 전송될 수 있다. 다른 주파수의 캐리어 신호에 따른 정보신호를 변조함으로써, 그것에 의해 형성된 결과적인 변조신호의 변조된 스팩트럼은 그러한 중첩을 막기 위한 주파수 대역폭이다.

조정체는 전자기 주파수 스팩트럼의 부분을 주파수대(frequency band)로 분할하며, 여러가지의 주파수대를 따라 변조된 신호의 전송을 조정한다. 주파수대는 채널로 더 분할되어지며, 그러한 채널은 무선통신 시스템의 무선주파수 채널을 형성한다.

여러가지의 주파수대내에서 변조된 신호의 전송 특히, 주파수대가 분할되어진 채널에 따른 전송의 조정은 동시에 전송되고 변조된 신호간에 간섭을 최소화한다.

예를들어, 미국에서는 800메가헤르츠 및 900메가헤르츠간에 확장된 100메가헤르츠 주파수대의 부분이 무선전화통신에 할당된다. 그러한 무선 전화통신은 셀룰러 통신 시스템에서 무선전화 통신을 포함한다. 통상적으로, 무선전화는 변조된 신호의 동시 발생 및 수신을 허용하며, 그것에 의해 무선전화 및 원거리로 위치된 송수신기간에 양방향 통신을 허용하는 회로를 포함한다.

셀룰러 통신 시스템은 지역 전체에 걸쳐 일정간격을 둔 위치에서 다수의 기지국을 배치하여 형성된다. 각 기지국은 하나 또는 많은 무선전화에 의해 전송되고 변조된 신호를 수신하기 위한 회로를 포함한다.

셀룰러 통신 시스템을 형성하는 각 기지국의 배치화는 적어도 하나의 기지국이 지역 전체에 걸쳐 어떤 위치에 배치된 무선전화에 의해 전송된 변조 신호를 수신하기 위해 배치됨을 확실하게 하기 위해 신중히 선택된다. 즉, 적어도 하나의 기지국은 지역 전체에 걸쳐 어떤 위치에 배치된 무선전화의 전송 범위내에 있어야만 한다.(기지국에 의해 전송된 신호의 최대신호세기 및 그에 따른 최대 전송 범위는 통상적으로 무선전화에 의해 발생된 신호의 최대 전송 범위보다 크기 때문에 무선전화에 의해 발생된 신호의 최대 전송

범위는 셀룰러 통신 시스템의 기지국을 배치할때 고려되어져야만 하는 중요한 인자이다.)

기지국 배치의 일정간격을 둔 성질로 인하여, 기지국이 위치된 지역의 부분은 기지국의 각각의 국과 연관된다. 일정간격을 둔 기지국의 각각에 근접한 지역의 부분은 셀을 규정하는데, 여기서 기지국과 각각 연관되는 복수개의 셀은 셀룰러 통신 시스템에 의해 둘러싸인 지역을 함께 형성한다. 셀룰러 통신 시스템의 셀중 어떤것의 경계내에 배치된 무선전화는 변조된 신호를 적어도 하나의 기지국으로 전송하거나 적어도 하나의 기지국에서부터 수신할 수 있다.

셀룰러 통신 시스템의 증가된 사용은 무선전화 통신에 대해 할당된 주파수대의 매 사용가능한 전송채널을 충분히 이용케 한다. 그 결과로서, 무선전화 통신에 대해 할당된 주파수대를 보다 충분하게 사용하기 위해 여러가지 아이디어가 제안되어 왔다. 무선전화 통신에 대해 할당된 주파수대를 보다 효과적으로 사용하여 현존하는 셀룰러 통신 시스템의 전송능력을 증가시킬 수 있다.

셀룰러 통신 시스템의 전송능력은 송신기에 의해 전송된 변조된 신호의 변조 스팩트럼을 최소화하여 증가될 수 있다. 변조 스팩트럼의 대역폭을 감소시킴으로써 변조된 신호가 전송되는 무선주파수 채널은 감소될 것이고, 따라서 보다 많은 수의 무선주파수 채널은 주어진 주파수대 이상으로 규정되도록 허용한다.

게다가, 셀룰러 통신 시스템의 전송능력은 변조된 신호를 전송하기 위해 요구된 시간의 양을 최소화함으로써 증가될 수 있다. 변조된 신호를 전송하기 위해 요구된 시간의 양을 최소화함으로써, 보다 많은 수의 변조된 신호가 단일 무선주파수 채널을 통해 연속적으로 전송될 수 있다.

정보신호를 그것의 변조에 앞서 불연속 형태로 변화시키고, 그후 불연속 정보신호를 변조시킴으로써 결과적인 변조신호는 통상적으로 불연속형태로 변화되지 않는 정보신호로 구성된 대응하는 변조된 신호보다 더 작은 변조 스펙트럼이다. 더구나, 정보신호가 그것의 변조에 앞서 불연속 형태로 변화될때, 결과적인 변조신호는 짧은 버스트로 전송될 수 있고, 많은 변조된 신호는 단일 전송채널을 따라 연속적으로 전송될 수 있다.

정보신호의 불연속 형태로의 변환은 통상적으로 인코딩 기술에 의해 실현되고 그러한 변환을 실시하는 장치는 인코더라 한다. 그러한 인코딩 기술의 결과로서 발생된 인코드된 신호는 예를들어, 불연속적인 이진수 데이터 스트림의 형태로 될 수 있다. 불연속적인 이진수 데이터 스트림의 요소(즉, 비트)는 정보신호의 여러가지 특징을 나타낸다. 코드화된 신호를 포함하는 이진수 데이터 스트림은 상기 지적된 바와같이 특정 통신 채널을 따른 전송에 적합한 주파수의 변조된 신호를 형성하기 위해 변조 기술에 의해 적절히 필터되고 변조될 수 있다.

통신 채널을 따라 전송된 정보신호의 부정확한 검출 또는 재생성 결과인 전송에러는 주로 세가지 인자 즉 1)가상 노이즈, 2)심볼간 간섭, 3)레일리 페이딩(Rayleigh fading)에 의해 야기된다.

가상 노이즈는 열적 노이즈같은 전기 회로내에 발생된 노이즈 뿐만 아니라 인접한 통신 채널을 따라 전송된 과도신호 또는 겹쳐진 신호에 의해 야기된 노이즈를 포함한다.

심볼간 간섭은 인공 및/또는 자연물의 단일 전송된 신호의 반사에 의해 야기된다. 비록 단일 변조된 신호만이 송신기에 의해 발생되고 전송된다 하더라도, 수신기에 의해 수신된 신호는 실제로 복수개의 신호경로를 통해 수신기로 전송된 복수개의 신호의 합이다. 따라서, 신호가 전송되는 실제(즉, 비이상적인) 무선주파수 채널은 채널을 따라 전송된 신호가 복수개의 다른 신호경로를 통해 거기로 전송한후 수신기에 의해 수신되므로 때때로 다중경로 채널로 불린다. 직접경로를 제외한 어떤 경로를 통한 신호의 전송은 전파지연되고, 그러한 전파지연은 동일한 신호를 수신하는 수신기에 생기지만 무선주파수 채널에 따른 신호의 전송 동안 전송된 신호의 신호경로에 반응하여 시간이 지연된다. 신호경로는 다양한 경로 길이일 수 있으므로 수신기는 실제로 다중경로 채널의 복수개의 경로에 대응하는 복수개의 시간에 동일한 신호를 수신한다.

상당한 전파지연은 연속적으로 전송된 신호의 전송된 신호 비트간의 간섭을 야기하는 신호지연을 발생시킨다. 그러한 간섭은 심볼간 간섭이다.

레일리 페이딩은 복수개의 채널을 통해 전송된 변조된 신호의 수신에 의해 야기된다는 점에서 레일리 페이딩은 심볼간 간섭과 연관된다. 그러나, 시간 기간의 전파지연은 수신기에 의해 수신된 신호레벨의 크기 및 위상에서 분산을 야기시키는 심볼간의 간섭을 일으킬만큼 크지 않다. 크기 및 위상에서의 그러한 분산은 레일리 페이딩이다.

심볼간 간섭 및 레일리 페이딩은 수신기 성능을 저하시킨다. 수신기 성능은 신호가 전송되는 채널의 채널 이득 특징에 적어도 어느정도 의존한다. 채널 이득은 수신기에 의해 수신된 신호의 값을 표시하는(그러므로, 채널을 따라 전송된 신호의 감소도 표시하는) 관계값이다. 수신기 성능은 수신기에 의해 수신된 신호의 노이즈 분산(variance)에 또한 어느정도 의존한다. 노이즈 분산은 가상 노이즈을 포함하는 수신기에 의해 수신된 신호의 노이즈 성분의 크기의 통계적 특성이다. 채널 이득 및 노이즈 분산은 시간에 따라 변경하는 값이고, 채널 이득 및 노이즈 분산의 값은 부가적으로 심볼간 간섭 및 레일리 페이딩의 레벨에 의존한다.

몇몇 현존하는 수신기 구성은 심볼간 간섭 및 레일리 페이딩에 대한 정정을 시도할 수 있는 회로를 포함하므로 심볼간 간섭 및 레일리 페이딩부터의 결과로 야기되는 수신기 에러를 최소화한다. 예를들어, 하나의 그러한 현존하는 수신기 구성은 상수인자만큼 수신된 신호의 값을 변경함으로써 그러한 전송에러에 대한 정정을 시도한다. 그러한 시도는 본래 채널 이득 및 노이즈의 분산이 일정한 값임을 가정한다. 따라서, 통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산이 일정한 값이 아닌 한 전송에러를 정정하기 위한 그러한 시도는 본질적으로 잘못된 것이다.

다른 현존하는 수신기 구성은 수신된 신호의 분산을 먼저 측정한 후 수신된 신호의 측정된 분산의 평방근을 계산함으로써 채널 이득의 크기를 추정함으로써 그러한 전송에러에 대한 정정을 시도한다. 노이즈 분산이 비교적 일정하지 않을때 그러한 추정은 본질적으로 잘못된 것이다.

따라서, 필요한 것은 통신 채널을 따라 전송된 신호의 실제 채널 이득의 값을 결정하기 위한 향상된 수단

이다.

[발명의 요약]

따라서, 본 발명은 송신기 및 수신기를 상호연결하는 통신 채널의 특성을 결정하기 위한 향상된 수단을 유리하게 제공한다.

본 발명은 또한 통신 채널을 따라 수신기로 전송된 코드화된 통신신호의 수신 및 디코딩을 하기 위한 수신기를 유리하게 제공한다.

본 발명은 또한 통신 채널을 따라 수신기로 전송된 코드화된 통신 신호를 수신 및 디코딩하기 위한 다이버시티 수신기(a diversity receiver)를 유리하게 제공한다.

본 발명은 또한 통신 채널을 따라 전송된 코드화된 통신신호를 수신 및 디코딩하기 위한 다이버시티 이퀄라이저를 갖는 수신기를 더 제공한다.

본 발명은 장점 및 특징을 더 제공하며, 그것의 상세한 설명은 이하 양호한 실시예의 상세한 설명을 읽으므로써 보다 명확해질 것이다.

따라서, 본 발명에 따른 송신기 및 수신기를 상호연결한 통신 채널의 적어도 하나의 특성을 결정하기 위한 시스템이 기재되어 있다. 상기 시스템은 통신 채널에 따른 신호의 전송에 결과로 수신기에 의해 수신되는 수신신호의 적어도 샘플링된 부분의 값을 결정한다. 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 값의 분산(variance)이 계산된다. 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 값이 양자화되고, 그것에 의해 양자화된 값을 형성한다. 에러신호는 수신된 신호의 적어도 샘프링된 부분의 값 및 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 대응하는 양자화된 값 사이의 차이에 반응하여 형성된다. 에러신호의 분산이 계산되고, 통신 채널의 채널 이득 특성은 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 분산 및 에러신호의 분산의 값에 응답하여 계산된다.

[양호한 실시예의 설명]

먼저, 제1도의 블록도를 언급하면, 일반적으로 참조번호(20)로 언급된 무선통신 시스템이 도시된다. 제1도의 무선통신 시스템(20)은 통신 채널로 상호연결된 디지털 송신기 및 디지털 수신기로 형성되고 디지털형으로 인코드된 정보신호의 송신 및 수신을 실시할 수 있다.

블록(24)으로 도면에서 표시된 정보 소오스는 예를들어, 음성신호 또는 데이터 신호같은 정보신호의 소오스를 표시한다. 정보 소오스(24)가 음성신호를 형성할때, 정보 소오스(24)는 음성신호를 원하는 특성의 전기 신호로 변환시키기 위한 변환기 또는 다른 적당한 회로를 포함한다.

정보 소오스(24)는 소오스 인코더(32)에 공급되는 신호를 라인(28)상에 발생시킨다. 통상적으로, 라인(28)상에 정보 소오스(24)에 의해 발생된 신호는 아날로그형이다. 소오스 인코더(32)는 소오스 인코더로 공급된 아날로그 신호를 디지털 인코드된 신호로 변환한다. 소오스 인코더(32)는 주로 아날로그 대 디지털 변환기로 구성된다. 인코더(32)에 의해 형성된 디지털형으로 인코드된 신호는 채널 인코더(40)에 공급되는 라인(36)상에서 발생된다.

채널 인코더(40)는 수신기로 공급된 디지털 신호를 코딩기술에 의하여 인코드한다. 통상적으로, 채널 인코더(40)가 블록 및/또는 나선형 인코더를 포함하므로 채널 인코더에 인가된 디지털신호를 인코드된 형태로 변환하여 그것에 의해 신호의 용장성을 증가시킨다. 신호의 용장성을 증가시킴으로써, 신호의 전송동안 야기된 전송에러 및 다른 신호왜곡은 실제 전송된 신호의 정보내용의 잘못된 해석을 덜 야기시킨다.

채널 인코더(40)에 의해 발생된 인코드된 신호는 라인(44)을 통해 변조기(48)로 공급된다. 변조기(48)로 공급된다. 변조기(48)는 수신기로 공급된 인코드된 신호를 변조기술에 따라 무선주파수 캐리어로 변조한다. 상기 언급된 바와같은 디지털 인코드된 신호가 변조될 수 있는 하나의 변조기술은 4진 위상 편이 키잉(quaternary phase shift keying ; QPSK) 변조기술이다.

정보 소오스(24), 소오스 인코더(32), 채널 인코더(40), 및 변조기(48)는 통신 시스템(20)에서 점선으로 도시된 블록(52)으로 표시된 송신기를 함께 구성한다.

송신기(52)의 변조기 (48)는 블록(56)으로 도면에서 표시된 통신 채널을 따라 자유공간을 통해 송신될 수 있는 변조된 신호를 발생시킨다. 상기 언급된 바와같이, 실제(즉, 비이상적인) 통신 채널은 다중경로 채널을 형성한다. 가상 노이즈는 또한 채널상에 존재할 것이고, 화살표(57)로 도면에 표시된다. 다중경로 채널의 각각의 경로는 블록(56)내에 위치된 세로방향으로 연장된 블록(56A, 56B, . . . 56N)으로 도면에 표시된다. 경로(56A-56N)의 각각은 시간에 따라 분산하는 채널 이득과 연관된다(그것은 또한 감쇄레벨과 연관된다).

만약 레일리 페이딩(Rayleigh fading)에 대해 보상하지 않는다면, 그 결과로 송신기 및 수신기간의 통신의 질이 저하된다.

통신 채널(56)의 경로(56A-56N)를 따라 전송된 변조신호는 복조기(64)에 의해 수신된다. 다른 경로의 경로길이가 분산하므로, 송신기(52)에 의해 전송된 신호는 여러가지 경로의 길이에 대응하는 전파지연에 반응하여 다른 시간에서 복조기(64)에 의해 수신된다. 변조기(48)에 의해 변조된 신호가 변조되는 변조기술에 대응하는 기술에 의해 복조기(64)는 그것에 수신된 변조 신호를 복조한다.

복조기(64)는 채널 이퀄라이저(72)에 공급되는 복조된 신호를 라인(68)상에 발생시킨다. 다중경로 채널의 경로상의 상당한 전파지연이 심볼간에 상당한 간섭을 야기시킬때 채널 이퀄라이저(72)가 주로 시스템(20)의 부분을 형성한다. 이퀄라이저(72)는 다중경로 채널을 따라 전송한 결과로서 변조된 신호를 따라 도입된 심볼간 간섭에 대해 정정한다. 채널 이퀄라이저(72)는 채널 디코더(80)에 공급되는 라인(76)상의 신호를 발생시킨다. 심볼(20)이 이퀄라이저(72)를 포함하지 않을때, 복조기(72)에 의해 발생된 복조신호는 디코더(80)에 직접 공급된다.

채널 디코더(80)는 송신기(52)의 채널 인코더(40)에 대응하지만 인코드된 신호를 디코드하는 역할을 한다.

채널 디코더(80)는 다링노이즈(84)을 통해 소오스 디코더(88)에 공급되는 인코드된 신호를 디지털 형태로 발생시킨다.

소오스 디코더(88)는 수신기로 공급된 디지털 신호를 라인(92)를 통해 정보싱크(96)에 적용하기 적당한 형태로 변환시킨다. 정보싱크(96)는 예를 들어 소오스 디코더(88)에 의해 발생된 디코드된 신호를 포함하는 전기 신호를 인간이 감지할 수 있는 형태로 변환시키기 위해 수신기의 이어폰 또는 스피커 부분 또는 다른 변환기를 포함할 수 있다.

복조기(64), 채널 이퀄라이저(72), 채널 디코더(80), 소오스 디코더(88) 및 정보싱크(96)는 함께 통신 시스템(20)에서 점선으로 도시된 블록(100)으로 도면에 표시된 수신기를 구성한다.

레일리 페이딩이 수신된 신호의 질의 저하를 초래하기 때문에 그러한 페이딩의 효과에 대해 정정하기 위해 여러가지 시도들이 행해진다. 그러나, 상기 언급된 바와같이 그러한 레이딩의 효과에 대해 정정하기 위한 현존수단은 적어도 몇가지 경우에 부적절하다.

제2도는 제1도의 채널(56)과 같은 통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산의 값을 적당하게 계산하기 위한 본 발명의 양호한 실시예의 시스템 블록도이다.

참조번호(130)로 일반적으로 언급된 시스템은 라인(138)을 통해 공급된 복조신호를 샘플링하는 심볼율 샘플러(134)를 포함한다. 심볼율 샘플러(134)는 예를들어 아날로그 대 디지털 변환기로 구성될 수 있다. 샘볼율 샘플러(134)는 라인(142)상에 샘플링된 신호를 발생한다. 신호 분산 계산기(146)에 공급된다. 계산기(146)는 공급된 샘플링된 신호의 통계적인 분산을 계산하고, 샘플링된 신호의 분산을 표시하는 신호를 라인(150)상에 발생시킨다.

라인(142)상에 발생된 샘플된 신호는 심볼 검출기로 공급된 신호를 양자화하는 심볼 검출기(154)에 부가적으로 공급된다. 심볼 검출기(154)가 수신기로 공급된 신호를 양자한 값은 허용가능한 신호세트의 값이다. 예를들면, QPSK 수신기에서, 심볼 검출기(154)는 라인(142)을 통해 수신기로 공급된 신호를 QPSK 신호의 허용가능한 신호값인 4개의 다른 값으로 양자화한다. 심볼 검출기(154)는 양자화된 신호를 표시하는 신호를 라인(158)상에 발생시킨다.

라인(158)은 합산소자(162)에 입력으로 결합된다. 라인(142)상에 발생된 샘플링된 신호는 음의 입력으로서 합산소자(162)에 결합된다. 합산소자(162)는 라인(166)상에 에러신호를 형성하는 차이신호를 발생시킨다. 라인(106)은 에러신호 분산 계산기(170)에 결합된다. 계산기(170)는 라인(166)을 통해 계산기에 공급된 에러신호의 분산에 대해 계산하며, 라인(174)상에 에러신호의 분산을 표시하는 값의 신호를 발생시킨다.

라인(174)은 채널 이득 및 노이즈 분산 계산기(178)에 결합된다. 샘플링된 신호 분산 계산기(146)가 샘플 신호 분산을 표시하는 신호를 발생시키는 라인(150)이 계산기(178)에 부가적으로 결합된다.

계산기(178)는 (본 발명의 양호한 실시예에서, 형성하는 시스템(130)의 일부를 형성하는) 수신기에 전송된 신호가 지닌 통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산의 값을 계산한다.

계산기(178)는 디코더(188)에 결합된 라인(182 및 186)상에 신호를 발생시킨다. 디코더(188)는 라인(142)상의 심볼율 샘플러(134)에 의해 발생된 샘플링된 신호를 부가적으로 수신한다. 디코더(188)는 비터비 알고리즘과 같은 디코딩 기술에 따라 디코더에 공급된 샘플링된 신호를 디코드한다.

통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산의 적절한 값이 디코더(188)에 부가적으로 인가되기 때문에, 라인(192)상에 디코더(188)에 의해 발생된 디코드된 신호는 변조된 신호를 형성하기 위해 변조되고 통신 채널을 따라 전송된 정보신호를 보다 정확하게 재생할 수 있다.

이제 제3도의 순서도를 언급하면, 본 발명의 방법의 양호한 실시예의 방법단계가 나열되어 있다. 제2도의 시스템(13)의 소자는 주로 장치를 처리함으로써 실행할 수 있는 알고리즘으로 구현된다. 순서도의 방법은 송신기 및 수신기를 상호연결하는 통신 채널의 적어도 하나의 특성을 결정하기 위한 적절한 방법을 포함한다.

먼저, 블록(210)으로 표시된 바와같이, 통신 채널을 따라 전송한 후에 수신기에 의해 수신된 수신신호의 적어도 샘플링된 부분의 값이 결정된다. 제2도의 양호한 실시예의 블록도에 관해서, 그러한 단계는 심볼율 샘플러(134)에 의해 수행된다.

다음, 블록(216)으로 표시된 바와같이, 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 값의 분산이 계산된다. 제2도의 블록도를 다시 참조하면, 그러한 단계는 샘플링된 신호 분산 계산기(146)에 의해 수행된다.

다음, 블록(222)으로 표시된 바와같이, 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 값은 양자화된 값을 형성하기 위해 양자화된다. 제2도의 블록도의 샘플 검출기(154)는 그러한 단계를 수행한다.

다음, 블록(228)으로 표시된 바와같이 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 값 및 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 대응하는 양자화된 값 사이의 차이가 응답하는 에러신호가 형성된다. 제2도의 양호한 실시예의 블록도를 다시 언급하면, 그러한 단계는 라인(166)상의 에러신호를 발생시키기 위해 합산블록(162)에 의해 실행된다.

다음, 블록(234)으로 표시된 바와같이, 에러신호의 분산이 계산된다. 제2도의 블록도의 블록(170)은 그러한 단계를 실행하기 위해 작용된다.

최종적으로, 블록(240)으로 표시된 바와같이, 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 분산값 및 에러신호의 분산값에 반응하는 통신 채널의 채널 이득 특성이 계산된다. 제2도의 블록도를 다시 언급하면, 그러한 단계는 계산기(178)에 의해 실행된다.

본 발명의 방법의 양호한 실시예에서, 상기 방법은 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 분산값에 응답하여 통신 채널의 노이즈 분산 특성과 통신 채널의 채널 이득 특성을 계산하는 블록(246)으로 표시된 바와같은 부가적인 단계를 포함한다.

제2도의 블록도를 다시 언급하면, 본 발명의 양호한 실시예에서, 시스템(130)은 디지털 수신기의 부분을 형성한다. 그러한 실시예에서, 변수 x(t)로 표시된 통신 채널을 따라 전송된 신호가 수신기에 의해 수신되고, 복조되어 라인(138)을 통해 심볼율 샘플러(134)에 공급된다. 수신된 신호는 변수 r(t)에 의해 표시된다. 심볼율 샘플러(134)는r(k)로써 라인(142)상에 표시된 샘플신호를 발생시킨다.

수신된 신호는 방정식에 의해 표현될 수 있다.

$$r(k)=p_o(k)\times(k)+n(k)$$

여기서 p_o(k)는 전달된 통신신호 x(t)에 대한 통신 채널의 채널 이득이고, n(k)는 통신 채널의 노이즈이고, x(k)는 불연속적인 형태로 전달된 신호이다.

라인(142)상에 발생된 샘플링된 신호 r(k)는 분산계산기(146)에 공급된다. 샘플링된 신호의 분산이 다음의 방정식에 의해 규정된다.

$$\sigma r^2(k)=E\{r^2(k)\}^2=E\{(p_o(k)\times(k)+n(k^2)\}$$

여기서 p_o(k)는 전달된 통신신호 x(t)에 대한 통신 채널의 채널 이득이고, n(k)는 통신 채널의 노이즈이고, x(k)는 불연속적인 형태로 전달된 신호이다.

라인(142)상에 발생된 샘플링된 신호 r(k)는 분산계산기(146)에 공급된다. 샘플링된 신호의 분산이 다음의 방정식에 의해 규정된다.

$$\sigma r^2(k)=E\{r^2(k)\}=E\{p_o(k)\times(k)+n(k)^2\}$$

여기서 p_o(k)는 전달된 통신신호 x(t)에 대한 통신 채널의 채널 이득이고, n(k)는 (샘플러(134)에 의해 샘플링된 바와같은) 통신 채널의 노이즈이고, E는 신호의 기대값을 나타낸다.

x(k) 및 n(k)가 서로 관계가 없고 x(k)의 크기가 1(즉, $|x(t)|=1$)일때, 상기 방정식의 대수적인 단순화는 다음과 같다.

$$\sigma r^2(k)=E\{p_o^2(k)\}+E\{n^2(k)\}$$

이고, 그후

$$\sigma r^2(k)=p_o^2(k)+\sigma n^2(k)$$

여기서 σr^2(k)는 통신 채널상에 존재하는 노이즈의 분산이다.

e(k)로 표시된 합산소자(162)에 의해 발생된 에러신호는 라인(166)상에 발생되고, 분산계산기(170)에 공급된다. 에러신호의 분산은 다음의 방정식에 의해 규정된다.

$$\sigma e^2(k)=E\{(e^2(k)\}=E\{(r(k)-x(k)^2\}$$

교체(및 틀린신호 결정을 무시함)에 의해, 에러신호의 분산은 다음과 같이 기재될 수 있다.

$$\sigma e^2(k)=p_o^2(k)-2p_o(k)+\sigma n^2(k)$$

여기서 σn^2(k)는 통신 채널상에 존재하는 노이즈의 분산이다.

상기 방정식의 양측에서 수신된 샘플링된 신호의 분산의 교체에 의해 다음의 방정식이 얻어질 수 있다.

$$\sigma r^2(k)-\sigma e^2(k)=2p_o(k)-1$$

p_o(k)에 대해 풀면, 채널 이득은 다음과 같다.

$$p_o(k)=(\sigma r^2(k)-\sigma e^2(k)+1)/2$$

계산기(178)는 상기 방정식을 적응적으로 계산하기 위해 작용하므로 라인(150)상의 샘플신호 분산값 σr^2(k)에 반응하는 채널 이득의 적응 값 p_o(k) 및 라인(174)상에 발생된 에러신호분산 σe^2(k)를 결정한다.

계산기(178)는 수신기에 전송된 신호에 대한 통신 채널의 노이즈 분산을 계산하기 위해 부가적으로 작용한다. 채널 이득의 계산된 값 p_o(k)을 상기 나열된 방정식으로 대체함에 의해, 노이즈 분산의 값 σn^2(k)가 다음과 같이 결정될 수 있다.

$$\sigma n^2(k)=\sigma r^2(k)-p_o2(k)$$

계산기(178)에 의해 계산되고 라인(182 및 186)상에 발생된 채널 이득 및 노이즈 분산의 값 각각은 디코더(188)에 공급된다.

이제 제4도의 블록도를 언급하면, 일반적으로 참조번호(280)로 언급된 본 발명의 양호한 실시예의 다이버시티 수신기가 도시된다. 다이버시티 수신기는 둘이상의 위치에서 수신될 둘이상의 신호를 결합하도록 동작한다. 제4도의 다이버시티 수신기(280)가 두개의 개별 브랜치로 구성된다 하더라도, 다이버시티 수신기(280)는 적당한 회로 변경으로 둘이상의 브랜치로 구성될 수 있다는 것이 이해될 수 있다.

다이버시티 수신기(280)의 제1브랜치는 통신 채널에 따라 전송된 변조된 신호를 검출하기 위해 안테나(284)로 구성된다. 안테나(284)는 라인(286)상에 수신된 신호 r(t)를 복조기(290)로 공급한다. 복조기(290)는 안테나(284)로 수신된 신호를 나타내는 복조된 신호를 라인(294)상에 발생시킨다. 라인(294)은 샘플러에 공급된 신호를 샘플링하는 제2도의 심볼율 샘플러와 유사한 제1블랜치 심볼율 샘플러(298)에 결합되고, 라인(300)상에 샘플링된 신호를 발생시킨다. 라인(300)은 라인(306)상의 g_1으로 표시된 이득계수를 또한 수신하는 제1브랜치 믹서(304)의 입력에 결합된다. 제1브랜치 믹서(304)는 라인(308)상의 믹서된 신호를 발생시킨다.

다이버시티 수신기(280)는 안테나(284)로부터 떨어져 일정간격을 갖는 안테나(314)로 형성된 제2브랜치로 구성된다. 안테나(314)는 통신 채널을 통해 안테나로 전송된 변조된 신호를 수신하기 위해 작용한다. 안테나(314)는 라인(316)상의 r2(t)로 표시된 수신된 신호를 복조기(320)에 공급한다. 복조기(320)는 제2브랜치 심볼율 샘플러(328)에 공급되는 라인(324)상의 복조된 신호를 발생시킨다. 심볼율 샘플러(328)는 수신기(8280)의 제1브랜치의 심볼율 샘플러(298)와 유사한 방법으로 라인(324)을 통해 샘플러에 발생시키기 위해 작용한다. 라인(330)은 제2브랜치 믹서(334)의 입력에 결합된다. g_2로 표시된 이득 계수는 라인(336)상의 믹서(334)의 제2입력에 또한 공급된다. 제2브랜치 믹서(334)는 라인(338)상의 출력신호를 발생시킨다.

라인(308 및 338)은 합산소자(340)로의 입력을 형성하기 위해 결합된다. 합산소자(340)는 $r_c(t)$로 표시된 라인(342)상의 합산된 신호를 발생시킨다. 합산소자(340)에 의해 라인(342)상에 발생된 결합된 샘플신호는 샐플링된 신호 분산 계산기(346)에 공급된다. 제2도의 계산기(146)와 비슷한 계산기(346)는 라인(342)을 통해 계산기로 공급된 결합되고 샘플링된 신호의 분산을 계산하도록 작용한다. 계산기(346)에 의해 계산된 분산을 표시하는 신호는 라인(350)상에 발생된다.

라인(342)은 또한 샘플링된 신호 분산 계산기(346) 및 심볼 검출기(354)에 결합된다. 심볼 검출기(354)는 제2도의 비트 슬라이서(154)의 검출기와 유사한 방법으로 작용하고 라인(342)를 통해 검출기로 공급된 신호를 양자화하도록 작용한다. 본 발명의 양호한 실시예에서, 심볼 검출기(354)는 수신기로 공급된 합신신호를 QPSK 신호로 허용된 4개의 허용가능한 신호레벨값중 하나 양자화한다. $r_c(k)$로 표시된 샘플 검출기(354)에 의해 발생된 양자화된 신호는 라인(358)상에 발생되고 합산소자(362)에 공급된다.

제2도의 합산소자(162)와 비슷한 합산소자(362)는 합산소자(340)에 의해 발생된 결합되고 샘플링된 신호를 라인(342)을 통해 수신하도록 부가적으로 결합된다.

합산소자(362)는 라인(358)을 통해 합산소자에 공급된 양자화된 신호 및 라인(342)을 통해 합산소자에 공급된 결합되고 샘플링된 신호사이의 에러신호 e(k)로 불리는 차이를 결정하고, 이러한 차이를 표시하는 신호를 라인(366)상에 발생시킨다. 라인(366)은 에러신호 분산 계산기(370)에 결합된다.

제2도의 계산기(170)와 비슷한 에러 신호 분산 계산기(370)는 라인(366)을 통해 계산기에 공급된 에러신호의 분산을 계산하도록 작용한다. 계산기(370)는 그러한 계산된 분산을 표시하는 신호를 라인(374)상에 발생시킨다.

라인(350 및 374)은 채널 이득 및 노이즈 분산 계산기(378)에 결합된다. 제1도의 계산기(178)와 비슷한 계산기(378)는 안테나(284 및 314)로 전송되는 신호 x(t)에 대한 통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산을 계산하기 위해 작용한다.

계산기(378)는 채널 이득 및 노이즈 분산의 계산된 값을 표시하는 신호를 라인(382 및 386) 각각에 발생시킨다.

라인(382 및 386)은 디코더(388)에 결합된다.

디코더(388)는 라인(342)을 통해 합산소자(340)에 의해 발생된 샘플링되고 결합된 신호를 공급한다. 디코더(388)는 라인(342)을 통해 디코더에 공급된 합산되고 샘플링된 신호를 디코드하기 위해 제2도의 디코더(188)의 그것과 비슷한 방법으로 작용한다. 디코더(388)가 통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산을 표시하는 라인(382 및 386)상의 신호를 수신하기 때문에, 디코더(388)는 라인(392)을 통해 향상된 정확도의 디코드된 신호를 발생시킨다.

다이버시티 수신기(280)의 제1브랜치의 안테나(284)에 의해 수신되고, 복조기(290)에 의해 복조되고, 제1브랜치 심볼율 샘플러(298)에 의해 샘플링된 신호는 다음 방정식에 의해 표시될 수 있다.

$$r_1(k)=p_{o1}(k)\times(k)+n_1(k)$$

여기서 $r_1(k)$는 수신기의 제1브랜치에 의해 수신된 신호에 반응하여 형성된 샘플링된 신호를 표시하고, $p_{o1}(k)$는 수신기(280)의 제1브랜치 안테나(284)로 신호가 전송되는 통신 채널의 채널 이득을 표시하며, x(k)는 통신 채널을 따라 송신기에 의해 실제로 전송된 신호의 샘플링된 부분을 표시하고, $n_1(k)$는 안테나(284)로 신호가 전송되는 통신 채널의 노이즈를 표시한다.

마찬가지로, 다이버시티 수신기(280)의 제2브랜치의 안테나(314)에 의해 수신되고, 복조기(320)에 의해 복조되고, 제2브랜치 심볼율 샘플러(328)에 의해 샘플링된 신호는 다음 방정식에 의해 표현될 수 있다.

$$r_2(k)=p_{o2}(k)\times(k)+n_2(k)$$

여기서 $r_2(k)$는 수신기의 제2브랜치에 의해 수신된 신호에 반응하여 형성된 샘플링된 신호를 표시하고,

$p_{o2}(k)$는 제2브랜치의 안테나(314)로 전송된 신호에 대한 통신 채널의 채널 이득을 표시하고, $x(k)$는 통신 채널을 따라 실제로 전송된 신호의 샘플링된 부분을 표시하고, $n_2(k)$는 안테나(314)로 전송된 신호에 대한 통신 채널의 노이즈를 표시한다.

합산소자(340)에 의해 발생된 합상된 신호는 다음의 방정식에 의해 규정된다.

$$r_c(k)=g_1(k)\ r_1(k)+g_2(k)\ r_2(k)$$

여기서 $g_1(k)$는 라인(306)을 통해 제1브랜치 믹서(304)에 인가된 이득계수를 표시하고, $g_2(k)$는 라인(336)을 통해 제2브랜치 믹서(334)에 인가된 신호의 이득계수를 표시한다.

대체 및 대수적인 간소화에 의해 상기 방정식을 다음과 같이 기재될 수 있다.

$$r_c(k)=(g_2(k)\ p_{o1}(k)+g_2(k)\ p_{o2}(k)\times(k)+g_1(k)\ n_1(k)+g_2(k)\ n_2(k)).$$

결합된 신호의 채널 이득은 $p_{oc}(k)=g_1(k)\ po_2(k)+g_2(k)p_{o2}(k)$로, 및 결합된 채널의 노이즈는 $n_c(k)\ g_1(k)\ n_1(k)+g_2(k)\ n_2(k)$로 규정함에 의해 그때 결합된 신호의 노이즈 분산은 다음과 같이 규정될 수 있고,

$$Var[n_c(k)]=\sigma_{nc}^2(k)=g_1^2(k)\ \sigma_{n1}^{\ 2}(k)+g_2^2(k)\ \sigma_{ne}^2(k)$$

결합된 신호는 다음 방정식에 의해 규정될 수 있다.

$$r_c(k)=p_{oc}(k)\times(k)+n_c(k)$$

상기 방정식이 라인(138)상의 신호를 제2도의 회로(13)에 공급하는 수신기에 의해 수신되고 복조되고 샘플링된 신호의 그것과 동일하므로, 제2도의 시스템(130)의 동작을 기술하는데 사용된 방정식은 다이버시티 수신기(280)의 동작을 규정하는데 마찬가지로 이용될 수 있다. 따라서 다이버시티 수신기(280)의 오른쪽편 부분의 동작의 수학적인 증명은 상기 나열된 방정식의 적당한 교체에 의해 기술될 수 있다.

이제 제5도의 블록도를 언급하면, 시스템의 부분으로서 제2도의 시스템(130)에 병합된 본 발명의 대안의 양호한 실시예를 도시한다. 일반적으로 불리는 참조번호(410)로 수신기는 다중-경로 통신 채널을 따라 전송된 신호의 심볼간 간섭에 대해 정정하는 적응적 선형 횡 이퀄라이저(LTE)를 포함한다.

게다가, 수신기(410)가 제2도의 시스템(130)의 회로의 그것과 유사한 회로를 포함하기 때문에 레일리 페이딩에 의해 야기된 간섭은 수신된 신호를 보다 적절하게 디코드 하기 위해 제거된다.

통신 채널을 따라 안테나(412)로 전송된 신호는 라인(414)을 통해 라인(420)상의 복조된 신호를 발생시키는 복조기(416)에 공급된다. 라인(420)은 라인(428)상의 샘플링된 신호를 발생시키는 심볼율 샘플러(424)에 결합된다.

라인(428)상의 샘플러(424)에 의해 샘플링된 신호는 자동이득제어(AGC)회로(432) 및 믹서(436)의 입력에 공급된다. AGC회로(432)는 믹서(436)의 제2입력에 공급되는 신호를 라인(440)상에 발생시킨다. 믹서(436)는 AGC회로(432)에 의해 발생된 신호가 신호의 이득의 역일 때 라인(428)상에 발생된 신호의 이득을 제거하기 위해 작용한다. 믹서(436)는 선형 횡 이퀄라이저(LTE)로 여기서 도시된 이퀄라이저(448)로의 입력을 형성하는 라인(444)상의 믹서된 신호를 발생시킨다. 제5도의 이퀄라이저(448)는 지연소자(450, 452, 454 및 456) 및 계수블록(460, 462, 464, 466 및 468)를 갖는 5-탭 이퀄라저이다. 이퀄라이저(448)의 합산소자(470)는 통상적으로 이퀄라이저의 각각의 탭에서 함께 얻은 값을 합산하고 라인(472)상의 필터된(즉, 이퀄라이저된) 신호를 발생시킨다.

라인(472)은 심볼 검출기에 공급된 신호를 양자화하는 심볼 검출기(476)에 결합되고, 라인(480)상에 양지화된 신호를 발생시킨다. 라인(480)은 합산소자(482)로의 입력으로서 결합된다. 라인(472)은 합산소자에 공급된 두 신호간에 차이를 결정하는 합산소자(482)로의 입력으로서 또한 결합되고 탭조정 회로(488)에 결합된 라인(486)상의 신호를 표시하는 신호를 발생시킨다. 회로(488)는 이퀄라이저(448)의 계수블록(460-468)의 계수값을 바꾸기 위해 작용한다.

라인(472)상에 발생된 필터된 신호는 믹서 회로(492)의 입력에 부가적으로 공급된다.

믹서회로(492)는 AGC회로(432)에 의해 발생된 이득제어신호를 라인(496)을 통해 또한 공급받는다. 믹서회로(492)는 라인(500)상에 믹서된 신호를 발생시킨다.

라인(486)상에 발생된 신호는 믹서 회로(504)의 제1입력에 부가적으로 공급된다. AGC회로(342)에 의해 라인(496)상에 발생된 이득제어신호는 믹서 회로(504)로의 제2입력에 공급된다.

믹서 회로(504)는 에러 신호 분산 계산기(512)로 공급되는 라인(508)상의 믹서된 신호를 발생시킨다. 계산기(512)는 라인(508)을 통해 계산기에 공급된 신호의 분산을 계산하고 라인(516)상에 그러한 분산을 표시하는 신호를 발생시킨다.

라인(500)상의 믹서(492)에 의해 발생된 신호는 샘플링된 신호 분산 계산기(520)에 공급된다. 샘플링된 신호 분산 계산기(520)는 수신기로 공급된 신호의 분산을 계산하고, 라인(524)상의 그러한 분산을 표시하는 신호를 발생시킨다.

라인(516 및 524)은 채널 이득 및 노이즈 분산 계산기(528)에 결합된다. 계산기(528)는 제4도의 계산기(378) 및 제2도의 계산기(178)와 유사한 방법으로 수신기(410)에 전송된 신호에 대한 통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산의 값을 계산하기 위해 작용한다.

계산기(528)에 의해 계산된 채널 이득 및 노이즈 분산의 값을 표시하는 신호는 디코더(540)에 각각 결합된 라인(532 및 536)상에 발생된다. 라인(500)은 디코더에 또한 결합된다. 디코더(540)는 라인(500)을 통해 수신기로 공급된 신호를 디코드하고 라인(544)상의 디코드된 신호를 발생시키기 위해 작용한다. 디코

더 (540)가 계산기(528)에 의해 계산된 채널 이득 및 노이즈 분산을 표시하는 신호를 라인(532 및 536)상에 수신하기 때문에, 라인(544)상의 디코더에 의해 발생된 디코드된 신호는 수신기에 존재할 수 있는 에러보다 더 적은 에러를 포함한다. 이러한 형태는 그것에 의해 발생된 신호의 이득의 부과를 유리하게 회피한다. 다른 경우라면 알려지지 않은 시간에 따라 분산하는 이득의 부과는 디코딩 처리에 해로운 영향을 미친다.

이제 제6도의 블록도를 언급하면, 본 발명의 대안의 양호한 실시예의 수신기(610)가 도시된다. 제5도의 수신기(510)에 유사한 수신기(610)는 다중경로 채널을 따라 변조된 신호의 전송동안 발생된 심볼간 간섭을 제거하기 위한 이퀄라이저 회로를 포함한다. 더구나, 수신기(610)가 제2도의 시스템(130)의 회로의 그것과 유사한 회로를 포함하기 때문에, 레일리 페이딩에 의해 야기된 간섭은 수신된 신호를 보다 정확하게 디코드 하기 위해 제거된다.

수신기(610)는 통신 채널을 따라 수신기에 전송된 신호를 수신하는 안테나(612)를 초함한다. 안테나(612)는 복조기(616)에 결합된 라인(614)상의 신호를 발생시킨다.

복조기(616)는 심볼율 샘플러(624)에 공급되는 라인(620)상의 복조된 신호를 발생시킨다. 심볼율 샘플러(624)는 수신기로 공급된 신호를 샘플링하고, 라인(628)상의 샘플링된 신호를 발생시킨다.

라인(628)상에 발생된 신호는 자동이득 제어(AGC)회로(632) 및 믹서(436)의 입력에 공급된다. AGC회로(632)는 믹서(636)의 제2입력에 공급된 라인(640)상의 신호를 발생시킨다. 믹서(636)는 AGC회로(632)에 의해 발생된 신호가 신호의 이득의 역일때 라인(428)상에 발생된 신호의 이득을 제거하기 위해 작용한다. 믹서(636)는 점선으로 도시된 블록(648)으로 도면에서 표시된 이퀄라이저로의 입력을 형성하는 라인(644)상의 믹서된 신호를 발생시킨다. 제6도의 이퀄라이저(648)는 지연소자(650, 652, 654, 656)를 갖는 5-탭 필터로 형성된다. 탭 계수(660, 662, 664, 666 및 668)는 이퀄라이저(648 및 644)로 공급된 샘플링된 신호의 값 또는 여러가지 지연소자(650-656)의 출력에 가중치를 가한다. 예시된 바와같이, 이퀄라이저(648)는 결정 피이드백 이퀄라이저(DFE)를 형성한다.

탭 계수(660-668)에 의해 발생된 가중된 값은 라인(672)상의 합산된 신호를 발생시키는 합산소자(670)에 공급된다. 라인(672)은 검출기에 공급된 신호를 양자화하는 심볼 검출기(676)에 결합되고, 라인(680)의 신호를 표시하는 양자화된 신호를 발생시킨다. 라인(680)은 라인(672)상에 발생된 필터된(즉, 이퀄라이저된) 신호로서 합산소자(682)의 입력에 결합된다. 합산소자(682)는 라인(680)상에 발생된 양자화된 신호 및 라인(672)상에 발생된 필터된(즉, 이퀄라이저된) 신호사이의 차이를 표시하는 차이신호를 형성한다. 합산소자(682)에 의해 형성된 차이신호는 탭 조정 회로(688)에 공급되는 라인(686)상에 발생된다. 탭 조정회로(688)는 탭 계수(660-668)의 계수값을 조정하기 위한 신호를 발생시킨다.

라인(672)상에 발생된 필터된(즉, 이퀄라이저된) 신호는 믹서(692)의 입력에 공급된다. 믹서(692)는 라인(696)상의 AGC회로(632)에 의해 발생된 이득제어신호를 부가적으로 공급받는다. 믹서(692)는 라인(700)상의 믹서된 신호를 발생시킨다.

라인(686)상에 발생된 신호는 믹서회로(704)로의 제1입력으로서 부가적으로 공급된다. 라인(696)상의 AGC회로(632)에 의해 발생된 이득제어신호는 믹서회로(704)로의 제2입력으로서 공급된다.

믹서회로(704)는 에러 신호 분산 계산기(712)에 공급되는 라인(708)상의 믹서된 신호를 발생시킨다. 계산기(712)는 라인(708)를 통해 계산기에 공급된 신호의 분산을 계산하고, 라인(716)상에 그러한 분산을 표시하는 신호를 발생시킨다.

라인(700)상에 믹서(692)에 의해 발생된 신호는 샘플링된 신호 분산 계산기(720)에 공급된다. 샘플링된 신호 분산 계산기(720)는 수신기로 공급된 신호의 분산을 계산하고 라인(724)상의 그러한 분산을 표시하는 신호를 발생시킨다.

라인(716 및 724)은 채널 이득 및 노이즈 분산 계산기(728)에 결합된다. 계산기(728)는 제4도의 계산기(378) 및 제2도의 계산기(178)와 유사한 방법으로 수신기(610)에 전송되는 신호에 따른 통신 채널에 채널 이득 및 노이즈 분산의 값을 계산하기 위해 작용한다.

계산기(728)에 의해 계산된 채널 이득 및 노이즈 분산의 값을 표시하는 신호는 디코더(740)에 결합된 라인(732 및 736) 각각에 발생된다. 라인(700)은 또한 디코더에 결합된다.

디코더(740)는 라인(744)상의 디코드된 신호를 발생시키기 위해 작용한다. 디코더(740)가 계산기(728)에 의해 계산된 채널 이득 및 노이즈 분산 각각을 표시하는 라인(732 및 736)상의 신호를 수신하기 때문에, 디코더(740)에 의해 발생된 라인(744)상의 디코드된 신호는 현존 수신기에 있을 수 있는 것보다 적은 에러를 포함한다. 게다가, 수신기(610)가 이퀄라이저(648)를 포함하기 때문에, 수신기(610)는 다중경로 채널을 따라 전송된 신호의 심볼간 간섭에 대해 정정하기 위해 더 우수하게 작용한다.

이제 제7도의 블록도를 언급하면, 본 발명의 다른 대안의 양호한 실시예의 수신기(810)가 예시된다. 제5도 및 제6도의 수신기와 유사한 제7도의 수신기(810)는 심볼간 간섭 및 레일리 페이딩에 의해 야기된 간섭에 반응하는 수신기 에러를 감소시키기 위해 작용한다. 수신기(810)는 심볼간 간섭에 의해 야기된 수신기 에러를 감소시키고 레일리 페이딩에 의해 야기된 수신기 에러를 감소시키기 위한 제2도의 것과 유사한 회로인 이퀄라이저 회로를 포함한다.

수신기(810)는 수신기로 통신 채널을 따라 전송된 신호를 수신하기 위한 안테나(812)를 포함한다. 안테나(812)는 복조기(816)에 결합되는 신호를 라인(814)상에 발생시킨다. 복조기(816)는 심볼율 샘플러(824)에 공급되는 복조된 신호를 라인(820)상에 발생시킨다. 심볼율 샘플러(824)는 라인(820)을 통해 샘플러(824)에 공급된 신호의 샘플링된 부분을 표시하는 샘플링된 신호를 라인(828)상에 발생시킨다.

라인(828)은 자동이득제어(AGC)회로(832)에 결합된다.

AGC회로(832)는 라인(836)상의 이득제어 신호를 발생시킨다. 라인(828)은 점선으로 도시된 블록(840)으로 도면에 표시된 이퀄라이저로의 입력을 부가적으로 형성한다. 이퀄라이저(840)는 선형 횡 이퀄라이저(LT

E)로 형성된 제5도의 이퀄라이저(448)와 유사하고, 5-탭 적응형 필터이다. 예시된 바와같이, 이퀄라이저(840)는 지연소자(850, 852, 854 및 856) 및 탭 계수(860, 862, 864, 866 및 868)로 형성된다. 탭 계수(860-868)는 라인(828)상의 신호의 값 및 지연소자(850-856)에 의해 발생된 지연된 신호 각각에 가중치를 가한다. 탭 계수(860-868)에 의해 발생된 가중된 신호는 합산소자(782)로의 입력으로서 공급된다.

합산소자(872)는 수신기로 공급된 신호를 합산하고 라인(876)상에 필터된(즉, 이퀄라이저된) 신호를 발생시킨다.

라인(876)은 검출기에 공급된 신호를 양자화하는 샘플 검출기(878)에 결합되고, 라인(882)상에 검출기 신호를 표시하는 양자화된 신호를 발생시킨다. 라인(882)은 입력으로서 믹서소자(886)에 결합된다. AGC회로(832)에 의해 라인(836)상에 발생된 이득 제어신호는 제2입력으로서 믹서소자(886)에 공급된다.

믹서소자(886)는 합산소자(894)에 포지티브 입력으로 공급되는 믹서된 신호를 라인(890)상에 발생시킨다.

라인(876)상에 발생된 신호는 합산소자(894)에 반전 압력으로 공급된다. 소자(894)는 수신기로 공급된 두 신호의 차이를 만들고, 라인(898)상에 차이 신호 즉, 에러 신호를 발생시킨다. 라인(898)은 탭 계수(860-868)의 계수값을 조정하는 탭 조정 회로(902)에 결합된다.

라인(898)상에 발생된 차이신호는 에러 신호 분산 계산기(806)에 또한 공급된다. 계산기(906)는 수신기로 공급된 신호의 분산을 계산하고, 그러한 계산된 분산을 표시하는 신호를 라인(910)상에 발생시킨다.

라인(876)상에 발생된 신호는 샘플링된 신호 분산 계산기(914)에 결합된다. 계산기(914)는 공급된 신호의 분산을 계산하고 라인(918)상에 그러한 계산된 분산을 표시하는 신호를 발생시킨다.

라인(910 및 918)은 채널 이득 및 노이즈 분산 계산기(922)에 결합된다. 계산기(922)는수신기(810)에 신호가 전송되는 통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산의 값을 계산한다.

계산기(922)에 의해 계산될 채널 이득 및 노이즈 분산의 값을 표시하는 신호는 디코더(934)에 결합된 라인(926 및 936) 각각에 발생된다. 라인(876)은 디코더에 또한 결합된다. 디코더(934)가 계산기(922)에 의해 계산된 채널 이득 및 노이즈 분산을 표시하는 신호를 라인(926 및 930) 각각에 수신하기 때문에, 디코더(934)에 의해 발생된 라인(938)상의 디코드된 신호는 현재의 수신기에 존재할 수 있는 것보다 적은 에러를 포함한다. 이러한 구성은 그것에 의해 발생된 신호상의 이득에 부과를 유리하게 회피한다. 다른 경우라면, 알려지지 않은 시변 이득의 부과는 디코딩 처리에 해로운 영향을 미친다.

이제 제8도의 블록도를 언급하면, 일반적으로 본 발명의 참조번호(1010)로 언급된 수신기의 또 다른 대안의 양호한 실시예가 도시된다. 선행 도면들의 수신기와 유사한 수신기(1010)는 심볼간 간섭 및 레일의 페이딩의 효과에 대해 정정한다.

수신기(1010)는 통신 채널을 통하여 수신기에 전송된 통신 신호를 수신하는 안테나(1012)를 포함한다. 안테나(1012)는 복조기(1016)에 공급된 신호를 라인(1014)상에 발생시킨다. 복조기(1016)는 심볼을 샘플러(1024)에 공급되는 복조된 신호를 라인(1020)상에 발생시킨다. 심볼율 샘플러(1024)는 수신기로 공급된 신호를 샘플링하고 그 표시하는 샘플링된 신호를 라인(1028)상에 발생시킨다.

라인(1028)은 자동 이득 제어(AGC)회로(1032)에 결합된다. AGC회로(1032)는 라인(1036)상에 이득제어신호를 발생시킨다. 라인(1028)은 점선으로 도시된 블록(1040)으로 도면에서 표시된 이퀄라이저로의 입력을 부가적으로 형성한다. 제6도의 이퀄라이저(648)와 유사한 이퀄라이저(1040)는 수신기로 입력신호의 인가에 응답하여 필터된(즉, 이퀄라이즈된) 신호를 발생시키기 위해 결정 피이드백 이퀄라이저(DFE)를 형성한다. 이퀄라이저(1040)는 여기서 5-탭 필터로 형성된다.

다른 수의 탭의 이퀄라이저도 물론 유사하게 가능하다. 이퀄라이저(1040)는 지연소자(1042, 1044, 1046 및 1048) 및 탭 계수(1052, 1054, 1056, 1058 및 1060)로 구성된다. 탭 계수는 수신기로 공급된 신호의 값에 가중치를 하고, 입력으로서 합산소자(1064)에 인가되는 가중된 신호를 발생시킨다. 합산소자(1064)는 필터된(즉, 이퀄라이즈된) 신호를 형성하는 합산된 신호를 라인(1068)상에 발생시킨다. 라인(1068)은 검출기에 공급된 신호의 값을 양자화하기 위해 작용하는 샘플 검출기(1072)에 결합된다. 샘플 검출기(1072)는 믹서(1080)의 입력에 결합되는 라인(1070)상에 그러한 양자화된 값을 표시하는 신호를 발생시킨다. AGC회로(1032)에 의해 발생된 라인(1036)상의 이득제어신호는 믹서(1080)에 부가적으로 결합된다.

믹서(1080)는 공급된 신호를 믹스하고 라인(1090)상에 믹스된 신호를 발생시킨다. 라인(1090)은 합산소자(1094)로의 입력으로서 결합된다. 라인(1068)상의 신호는 합산소자(1094)에 제2입력을 형성한다. 합산소자(1094)는 공급된 믹스되고 양자화된 신호 및 공급된 필터 신호간에 차이를 형성하고, 탭 조정 회로(1104)로 공급되는 합산 소자의 신호를 표시하는 차이 신호를 라인(1100)상에 형성하기 위해 작용한다. 탭 조정 회로(1104)는 탭 계수(1052-1060)의 계수값을 바꾸기 위해 작용한다.

라인(110)상에 발생된 차이신호는 에러 신호 분산 계산기(1108)에 또한 공급된다. 계산기(1108)는 공급된 신호의 분산을 계산하고, 그러한 계산된 분산을 표시하는 신호를 라인(1112)상의 발생시킨다.

라인(1068)상에 발생된 신호는 샘플링된 신호분산계산기(1116)에 결합된다. 계산기(1116)는 공급된 신호의 분산을 계산하고, 그러한 계산된 분산을 표시하는 신호를 라인(1120)상에 발생시킨다.

라인(1112 및 1120)은 채널 이득 및 노이즈 분산 계산기(1124)에 결합된다. 계산기(1124)는 수신기(1010)에 신호가 전송되는 통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산의 값을 계산한다.

계산기(1124)에 의해 계산된 채널 이득 및 노이즈 분산을 표시하는 신호는 디코더(1136)에 결합되는 라인(1128 및 1132) 각각에 발생된다. 라인(1068)도 또한 디코더에 결합된다.

디코더(1136)는 라인(1068)상에 공급된 신호를 디코드하고, 라인(1140)상에 디코드된 신호를 발생시키기 위해 작용한다. 디코더(1136)가 계산기(1124)에 의해 계산된 채널 이득 및 노이즈 분산을 표시하는 라인(1128 및 1132)상의 신호를 수신하기 때문에, 디코더(1136)에 의해 라인(1140)상에 발생된 디코드된 신호는 현존 수신기에 존재할 수 있는 에러보다 더 적은 에러를 포함한다. 이러한 구성은 그것에 의해 발생된

신호상의 이득 부과를 유리하게 회피한다. 그렇지 않은 경우 알려지지 않은 시변 이득의 부과는 디코딩 처리에 해로운 영향을 미친다.

이제 제9도를 언급하면, 수신기로 전송된 차동 인코드된 신호를 수신하는 코히어런트 수신기의 부분으로 사용되는 일반적으로 참조번호(1200)로 언급된 회로의 블록도가 도시된다. 코히어런트 검출기(제9도의 구조체와 결합될때)는 차동적으로 인코드된 수신 신호의 선형 처리를 가능케 한다.

샘플링된 수신 신호는 라인(1204)을 통해 차례로 지연 소자(1261), 크기 셋팅 블록(1220), 위상 양자화 블록(1224) 및 복소 공액 분산기 블록(1228)에 공급된다. 크기 셋팅 블록(1220) 및 위상 양자화 블록(1224)은 함께 점선으로 도시된 블록(1226)으로 도면에서 표시된 심볼 검출기를 구성할 수 있다. 블록(1228)에 의해 발생된 신호는 입력으로 믹서(1238)에 공급된다. 라인(1204)는 믹서(1238)로의 입력을 형성하기 위해 부가적으로 결합된다. 믹서(1238)는 라인(1242)상의 믹서된 신호를 발생시킨다. 회로(1200)는 차동적으로 인코드된 신호가 수신되어질 때 상술된 도면의 어떤것에 도시된 수신기 회로와 같은 수신기 회로의 부분을 유리하게 형성할 수 있다.

제10도는 제9도의 회로와 유사하고 일반적으로 참조번호(1250)로 여기서 언급된 회로의 블록도이며, 차동적으로 인코드된 신호를 수신하는 수신기의 부분을 또한 예시한다. 수신기는 코히어런트 또는 비코히어런트 수신기일 수 있다. 제10도의 회로는 차동적으로 인코드되고 수신신호의 거의 선형 처리를 가능케 한다.

샘플링되고 수신된 신호는 라인(1254)을 통해 복소 공액 변환기(1270)에 공급되는 라인(1268)상의 지연된 신호를 발생시키는 지연소자(1266)에 공급된다. 변환기(1270)는 입력으로서 믹서(1274)에 공급되는 신호를 라인(1272)상에 발생시킨다. 라인(1254)은 믹서(1274)로의 제2입력에 부가적으로 결합된다. 믹서(1274)는 라인(1276)상의 믹서된 신호를 발생시킨다. 회로(1250)는 차동적으로 인코드된 신호가 수신될 때 상술된 도면의 어떤 것에 도시된 수신기 회로와 같은 수신기 회로의 부분을 유리하게 형성할 수 있다.

믹서(1274)에 의해 발생된 라인(1276)상의 신호 Z(k)는 방정식에 의해 수리적으로 기재될 수 있다.

$Z(k)=r(k)r(k-1)^*$

여기서

$r(k)=p_o(k)e^{jw(k)}+n(k)$

및 여기서 $P_o(k)$는 채널 이득이고, w(k)는 시간 k에서 전송된 위상각이고, n(k)는 노이즈값이며, *는 복소 공액을 표시한다.

여기서, 시간 k에서 전송된 위상각 w(k)는 QPSK 변조된 신호에 대해 세트{π/4, 3π/4, 5π/4, 7π/4}의 요소이다.

항목의 전개 및 곱셈에 의해 다음의 방정식이 얻어질 수 있다.

$Z(k)=(p_o)(k)e^{jw(k)}+n(k))\ (p_o(k-1)e^{jw(k-1)}+n(k-1))^*$

및, 그후

$Z(k)=p_o(k)p^*(k-1)e^{jw(k)-w(k-1)}+p^{*(k-1)e-jw(k-1)}$

$n(k)+p_o(k)e^{jw(k)}n^*(k-1)+n(k)n^*(k-1)$

상기 방정식의 제1항목은 약해지고, 차동적으로 검출된 심볼이다. 즉, 어떤 위상에러도 이 항목에서 존재하지 않는다. 그러나, 뒤의 3항에는 위상 에러가 존재한다. 최종 항목이 두개의 중간항목(에러항목)에 비해 상대적으로 적으므로 최종항목은 무시될 수 있다. 채널 이득이 급속히 분산하지 않을때, $p_o(k)$가 대략 $P_o(k-1)$과 동일하므로 $p_o(k)=p_o(k-1)$이다. 채널 또한 실수 항목이다. 따라서, 상기 방적식은 다음과 같이 간략하게 될 수 있다.

$Z(k)=p_o^2e^{j(w(k)-w(k-1))}+p_oe^{-jw(k-1)}n(k)+p_oe^{jw(k)}n^*(k-1)$

Po항목의 인수분해에 의해, 다음의 항목이 얻어질 수 있다.

$Z(k)=p_o(p_oe^{j(w(k)-w(k-1))}+e^{-jw(k-1}n(k)+e^{jw(k)}n^*(k-1))$

노이즈 인수 즉, n(k) 항목이 가우시안(Gaussian)일 때, 노이즈 인수를 곱하는 위상 항목은 무시될 수 있고, 두 노이즈 인수는 N으로 규정된 다른 가우시안 랜덤 변수에 결합될 수 있다.

이 방정식은 다음 방정식을 형성하기 위해 더 간략화 될 수 있다.

$Z(k)=p_o((p_oe^{j(w(k)-w(k-1))}+2N)$

다시, Z(k)는 믹서(1274)에 의해 라인(1276)상에 발생된 신호를 표시한다. 상기 간략된 형태로 표시되고 믹서(1274)에 의해 발생된 라인(1276)상의 신호는 Z(k)는 두 인자로 분리될 수 있다. 첫번째 인수는 채널 이득 p_o이고 두번째 인수는 인수$((p_oe^{j(w(k)-w(k-1))}+2N)$이다. N이 작을 때, 상기 제2인수는 대략 r(k)에 동일하고, 따라서 대체에 의해 Z(k)는 $Z(k)=p_or(k)$로서 표시될 수 있다.

수신기의 채널 디코더의 부분을 형성하는 비터비 알고리즘과 같은 비터비 알고리즘의 트레일리스에 대한

미터식은 다음 방정식에 의해 좌우된다.

$$\lambda'=[Cp_o(k)/\sigma_n^2(k)]r(k)\times(k)$$

여기서 C는 임의의 상수이고, $\sigma_n^2(k)$는 노이즈 분산의 값이고, r(k)는 샘플링되고 수신된 신호이고, x(k)는 샘플링되고 송신된 신호이다.

$\sigma_n^2(k)$이 상수값일 때, $\sigma_n^2(k)$는 새로운 상수 즉, $K=C/\sigma_n^2(k)$를 형성하기 위해 임의의 상수 C의 부분으로서 함께 기재될 수 있고, 비터비 알고리즘의 미터법 λ'는 다음과 같이 기재될 수 있다.

$$\lambda'=Z(k)\times(k)$$

따라서, 회로(1250)는 대략 최적 디코딩 미터법으로 실현될 수 있다.

이제 11도의 블록도를 참조하면, 부분으로서 제10도의 회로를 포함하는 일반적으로 참조번호(1380)로 언급된 다이버시티 수신기가 도시된다. 다이버시티 수신기의 동작은 제4도에 대해서 보다 상세하게 기술되었다. 제4도의 실시예와 유사한 제11도의 다이버시티 수신기(1380)는 두 브랜치로 구성된다.

다이버시티 수신기(1380)의 제1브랜치는 수신기로 통신 채널을 따라 전송된 변조신호를 검출하기 위한 안테나(1384)로 구성된다. 안테나(1384)는 라인(1386)상의 수신된 신호를 복조기(1390)로 공급한다. 복조기(1390)는 안테나(1384)에 의해 수신된 신호를 표시하는 복조된 신호를 라인(1394)상에 발생시킨다. 라인(1394)은 제1브랜치 심볼율 샘플러(1398)에 결합되고, 상기 샘플러는 공급된 신호를 샘플링하고, 라인(1400)상에 샘플링된 신호를 발생시킨다. 라인(1400)은 제1브랜치 믹서(1404)의 입력에 결합되고, 상기 믹서는 또한 g_1으로 표시된 이득계수를 라인(1406)상의 수신하다. 제1브랜치 믹서(1404)는 라인(1408)상에 믹서된 신호를 발생시킨다.

다이버시티 수신기(1380)는 부가적으로 안테나(1414)로 형성된 제2브랜치로 구성되며, 상기 안테나는 안테나(1384)로부터 떨어져 일정간격을 갖는다. 안테나(1414)는 통신 채널로 송신된 변조 신호를 수신하기 위해 작용한다. 안테나(1414)는 라인(1416)상의 수신된 신호를 복조기(1420)에 공급한다. 복조기(1420)는 제2브랜치 심볼율 샘플러(1428)에 공급되는 복조된 신호를 라인(1424)상에 발생시킨다. 심볼율 샘플러(1428)는 라인(1424)을 통해 공급된 신호를 샘플링하고 샘플링된 신호를 라인(1430)상에 발생시키기 위해 수신기(1380)의 제1브랜치의 심볼율 샘플러(1398)와 유사한 방법으로 작용한다. 라인(1430)은 제2브랜치 믹서(1434)의 한 입력에 결합된다. g_2로 표시된 이득 계수는 라인(1436)을 통해 믹서(1434)의 제2입력에 또한 공급된다.

라인(1408 및 1438)은 합산소자(1440)로의 입력을 형성하기 위해 결합된다. 합산소자(1440)는 라인(1442)상에 합산된 신호를 발생시킨다. 합산소자(1440)에 의해 라인(1442)에 발생되고 샘플링된 신호는 회로(1450)에 공급된다. 회로(1450)는 제11도의 회로(1250)에 대응한다. 회로(1450)는 디코더(1470)에 공급되는 신호를 라인(1460)상에서 발생시킨다. 상기 수리적으로 도시된 바와 같이, 회로(1450)는 대략 최적 디코딩 미터법으로 실현될 수 있다.

디코더(1470)는 수신기로 공급된 라인(1460)상의 신호를 디코드하기 위해 작용한다.

이제 제12도의 블록도를 참조하면, 부분으로서 제9도의 회로를 포함하는 일반적으로 참조번호(1480)로 언급된 다른 다이버시티 수신기가 도시된다. 다이버시티 수신기의 동작은 제4도에 비하여 더 상세하게 기술되었다. 제4도의 실시예와 유사한 제12도의 다이버시티 수신기(1480)는 두 브랜치로 구성된다.

다이버시티 수신기(1480)의 제1브랜치는 통신 채널로 전송된 변조신호를 검출하기 위해 안테나(1484)로 구성된다. 안테나(1484)는 라인(1486)상의 수신된 신호를 복조기(1490)에 공급한다. 복조기(1490)는 안테나(1484)에 의해 수신된 신호를 표시하는 복조된 신호를 라인(1494)상에 발생시킨다. 라인(1494)은 제1브랜치 심볼율 샘플러(1498)에 결합되고, 상기 샘플러는 공급된 신호를 샘플링하고 샘플링된 라인(1500)상에 신호를 발생시킨다. 라인(1500)은 제1브랜치 믹서(1504)의 입력에 결합되고, 상기 믹서는 g_1으로 표시된 라인(1506)상의 이득계수를 도한 수신한다. 제1브랜치 믹서(1504)는 믹서된 신호를 라인(1508)상에 발생시킨다.

다이버시티 수신기(1480)는 안테나(1584)로부터 떨어져 일정간격을 갖는 안테나(1514)로 형성된 제2브랜치로 부가적으로 구성된다. 안테나(1514)는통신 채널로 전송된 변조신호를 수신하기 위해 작용한다. 안테나(1514)는 라인(1516)상의 수신된 신호를 복조기(1520)에 공급한다. 복조기(1520)는 제2브렌치로 심볼율 샘플러(1528)에 공급되는 복조된 신호를 라인(1524)상에 발생시킨다. 심볼율 샘플러(1528)는 공급된 라인(1524)상에 신호를 샘플링하고, 라인(1530)상에 샘플링된 신호를 발생시키기 위해 수신기(1480)의 제1브랜치의 심볼율 샘플러(1498)와 유사한 방법으로 동작한다. 라인(1530)은 제2브랜치 믹서(1534)의 입력에 결합된다. g_2로 표시된 이득계수는 라인(1536)을 통해 믹서(1534)의 제2입력에 또한 공급된다. 제2브랜치 믹서(1534)는 라인(1538)상에 출력신호를 발생시킨다.

라인(1508 및 1538)은 합산소자(1540)로의 입력을 형성하기 위해 결합된다. 합산소자(1540)는 라인(1542)상에 합산된 신호를 발생시킨다. 합산소자(1540)에 의해 라인(1542)에 발생된 조합되고 샘플링된 신호는 회로(1550), 샘플링된 신호 분산 계산기(1553) 및 심볼 검출기(1555)에 공급된다. 회로(1550)는 제9도의 회로(1200)에 대응한다. 회로(1550)는 라인(1556)상의 신호를 발생시킨다. 계산기(1553)는 라인(1542)을 통해 공급된 신호의 분산을 계산하기 위해 작용한다. 계산기(1553)에 의해 계산된 분산을 표시하는 신호는 라인(1557)상에 발생된다.

심볼 검출기(1555)는 라인(1542)을 통해 수신기로 공급된 신호를 양자화하기 위해 작용한다. 본 발명의 양호한 실시예에서 심볼 검출기(1555)는 공급된 합산된 QPSK신호의 인정된 4개의 허용가능한 신호 레벨값 중 하나로 양자화한다. 심볼 검출기(1555)에 의해 발생된 $r_c(k)$로 표시된 양자화 신호는 라인(1558)상에

발생되고, 합산소자(1562)에 공급된다. 합산소자(1562)는 라인(1542)상에 발생된 신호를 수신하기 위해 부가적으로 결합된다. 합산소자(1562)는 라인(1542)을 통해 수신기로 공급된 양자화된 신호 및 라인(1552)을 통해 수신기로 공급된 신호간에 에러 신호e(k)로 불리는 차이를 결정하고 이러한 차이를 나타내는 신호를 라인(1566)에 발생한다. 라인(1566)은 에러 신호 분산계산기(1570)에 결합된다.

에러 신호 분산 계산기(1570)는 라인(1566)을 통해 공급된 에러 신호의 분산을 계산하기 위해 작용한다. 계산기(1570)는 라인(1574)상에 그러한 계산된 분산을 표시하는 신호를 발생시킨다.

라인(1557 및 1574)은 채널 이득 및 노이즈 분산 계산기(1578)에 결합된다. 계산기(1578)는 안테나(1484 및 1514)로 신호 x(t)가 전송되는 통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산을 계산하기 위해 작용한다. 계산기(1578)는 채널 이득 및 노이즈 분산의 계산된 값 각각을 표시하는 신호를 라인(1582 및 1586)상에 발생시킨다.

라인(1582 및 1586)은 디코더(1588)에 결합된다. 디코더(1588)는 회로(1550)에 의해 발생된신호를 라인(1556)상으로 제공받는다. 디코더(1588)는 라인(1552)을 통해 공급된 신호를 디코드하기 위해 작용한다. 디코더(1586)가 통신 채널의 채널 이득 및 노이즈 분산을 표시하는 신호를 라인(1582 및 1586)상에 수신하기 때문에, 디코더(1588)는 향상된 정확도의 디코드된 신호를 라인(1592)상에 발생시킨다.

제12도의 수신기(1480)와 제11도의 수신기(1380)의 비교는 노이즈 레벨이 로우이고, 노이즈 분산이 일정하게 간주될 수 있을때 제11도의 수신기가 회로를 간단하게 할 수 있도록 사용될 수 있다는 것을 나타낸다.

본 발명이 여러가지 도면에 도시된 양호한 실시예와 연관하여 기술되었다하더라도 다른 유사한 실시예가 사용될 수 있고 변경 및 추가가 그것으로부터 벗어나지 않고 본 발명의 동일한 기능을 수행하기 위해 기술된 실시예로 만들어질 수 있다. 따라서, 본 발명은 어떤 단일 실시예에 한정되지 않고 첨부된 청구범위의 설명에 따른 폭 및 범위내에서 해석될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

송신기와 수신기를 상호 접속하는 통신 채널의 적어도 한 특성을 결정하기 위한 시스템에 있어서, 통신 채널상의 신호의 전송후 상기 수신기에 의해 수신된 수신 신호의 적어도 샘플링된 부분의 값을 결정하는 수단과, 상기 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 값의 분산을 계산하기 위한 수단과, 상기 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 값을 양자화하여 양자화된 값을 형성하기 위한 수단과, 상기 수신된 신호의 상기 적어도 샘플링된 부분의 값 및 상기 수신된 신호의 상기 적어도 샘플링된 부분에 대응하는 양자화된 값 사이의 차이에 응답하여 에러 신호를 형성하기 위한 수단과, 상기 에러 신호의 분산을 계산하기 위한 수단과, 상기 수신된 신호의 상기 적어도 샘플링된 부분의 분산값 및 상기 에러 신호의 분산값에 응답하여 상기 통신 채널의 채널 이득 특성을 계산하기 위한 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 송신기 및 수신기를 상호 연결하는 통신 채널의 적어도 한 특성을 결정하기 위한 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 수신된 신호의 상기 적어도 샘플링된 부분의 값을 결정하기 위한 상기 수단은 심볼율 샘플러를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신기 및 수신기를 상호 연결하는 통신 채널의 적어도 한 특성 결정하기 위한 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 수신된 신호의 상기 적어도 샘플링된 부분의 값의 분산을 계산하기 위한 상기 수단은 상기 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 기대값을 결정하기 위해 신호 분산 계산기를 형성하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 송신기 및 수신기를 상호연결하는 통신 채널의 적어도 한 특성을 결정하기 위한 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 수신된 신호의 상기 적어도 샘플링된 부분의 값을 양자화하기 위한 상기 수단은 비트 슬라이서를 포함하는 것을 특징으로 하는 송신기 및 수신기를 상호연결하는 통신 채널의 적어도 한 특징을 결정하기 위한 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 양자화하기 위한 상기 수단에 의해 형성된 상기 양자화된 값은 허용가능한 신호값 세트의 신호 값 레벨들로 형성된 이산 신호값 레벨로 구성되는 것을 특징으로 하는 송신기 및 수신기를 상호 연결하는 통신 채널의 적어도 한 특성을 결정하기 위한 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 허용가능한 신호값 세트는 4진 위상 편이 키잉군(a quarternary phase shift keying constellation)의 값으로 구성되는 것을 특징으로 하는 송신기 및 수신기를 상호 연결하는 통신 채널의 적어도 한 특성을 결정하기 위한 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 에러 신호를 형성하기 위한 상기 수단은 상기 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 대응하는 양자화된 값으로부터 상기 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 값을 감산하기 위한 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 송신기 및 수신기를 상호연결하는 통신 채널의 적어도 한 특성을 결정하

기 위한 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 수신된 신호의 상기 적어도 샘플링된 부분의 분산값 및 상기 통신 상기 채널의 채널 이득 특성에 응답하여 상기 통신 채널의 노이즈 분산 특성을 계산하기 위한 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 송신기 및 수신기를 상호 연결하는 통신 채널의 적어도 한 특성을 결정하기 위한 시스템.

청구항 9

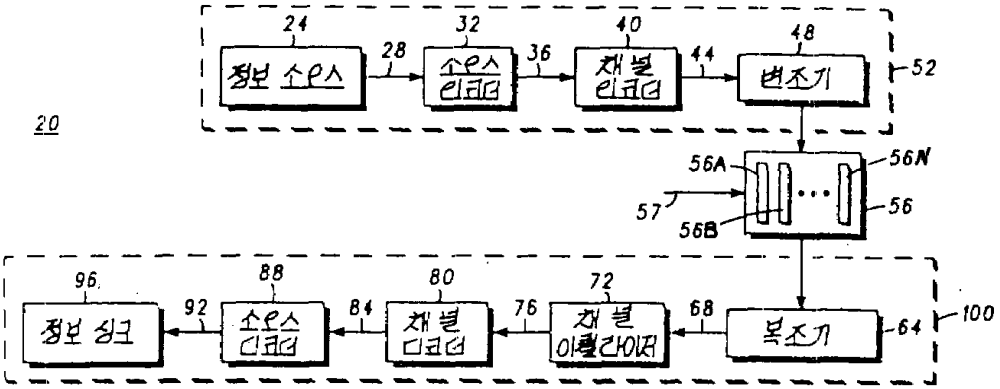
제8항에 있어서, 상기 노이즈 분산 특성을 계산하기 위한 상기 수단은 상기 수신된 신호의 상기 적어도 샘플링된 부분의 분산 및 상기 통신 채널의 상기 채널 이득 특성간에 차이를 결정하기 위한 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 송신기 및 수신기를 상호 연결하는 통신 채널의 적어도 한 특성을 결정하기 위한 시스템.

청구항 10

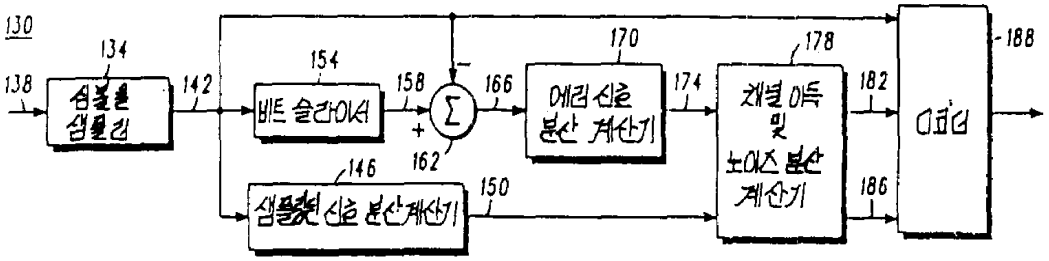
송신기와 수신기를 상호 연결하는 통신 채널의 적어도 한 특성을 결정하는 적응 방법에 있어서, 통신 채널상의 신호 전송 후 수신기에 의해 수신된 수신 신호의 상기 적어도 샘플링된 부분의 값을 결정하는 단계와, 상기 수신된 신호의 상기 적어도 샘플링된 부분의 값의 분산을 계산하는 단계와, 상기 수신된 신호의 상기 적어도 샘플링된 부분의 값을 양자화하여 양자화된 값을 형성하는 단계와, 상기 수신된 신호의 상기 적어도 샘플링된 부분의 값 및 상기 수신된 신호의 상기 적어도 샘플링된 부분에 대응하는 양자화된 값 사이의 차이에 응답하여 에러 신호를 형성하는 단계와, 상기 에러 신호의 분산을 계산하는 단계와, 상기 수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 분산값 및 상기 에러 신호의 분산값에 응답하여 통신 채널의 채널 이득 특성을 계산하는 단계를 포함하는 송신기 및 수신기를 상호연결하는 통신 채널의 적어도 한 특성을 결정하기 위한 적응방법.

도면

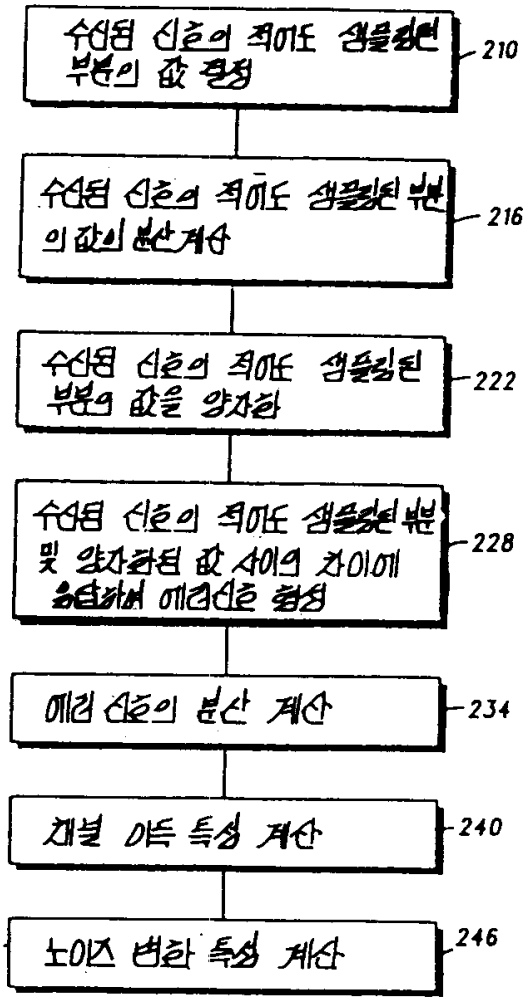
도면1



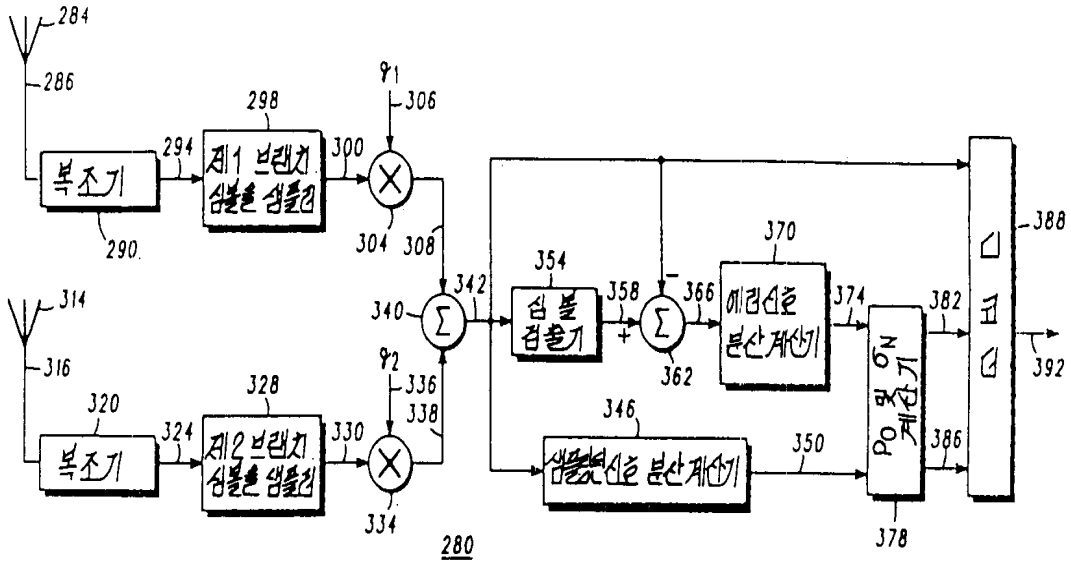
도면2



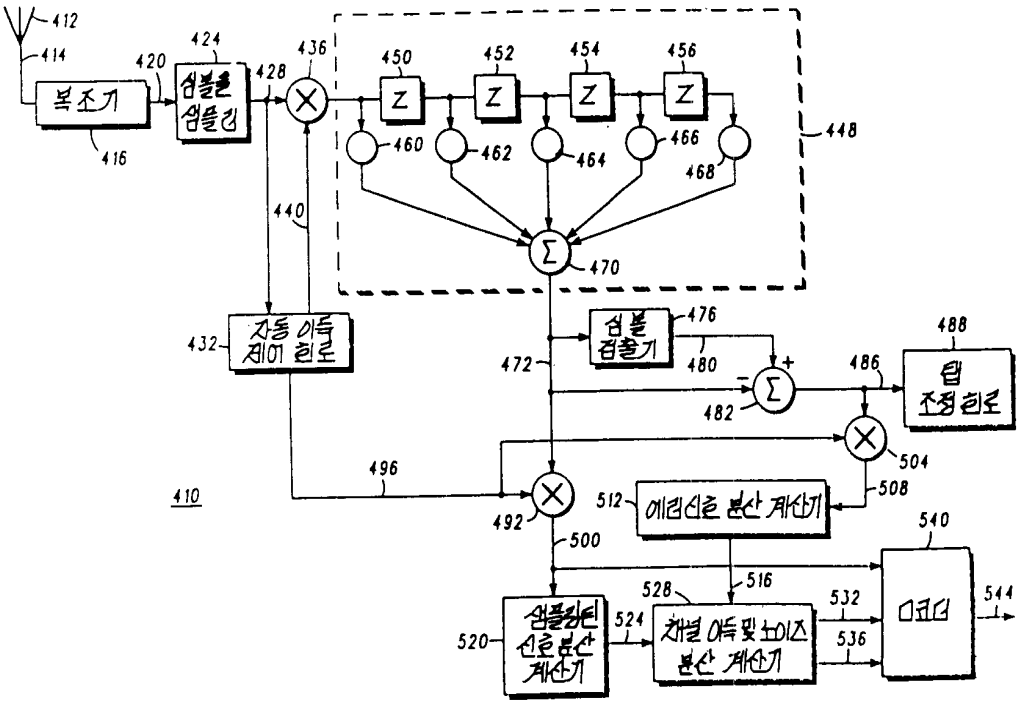
도면3


수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 값 결정
210
수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 값의 분산계산
216
수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분의 값을 양자화
222
수신된 신호의 적어도 샘플링된 부분 및 양자화된 값 사이의 차이에 응답하여 에러신호 형성
228
에러 신호의 분산 계산
234
채널 이득 특성 계산
240
노이즈 변화 특성 계산
246

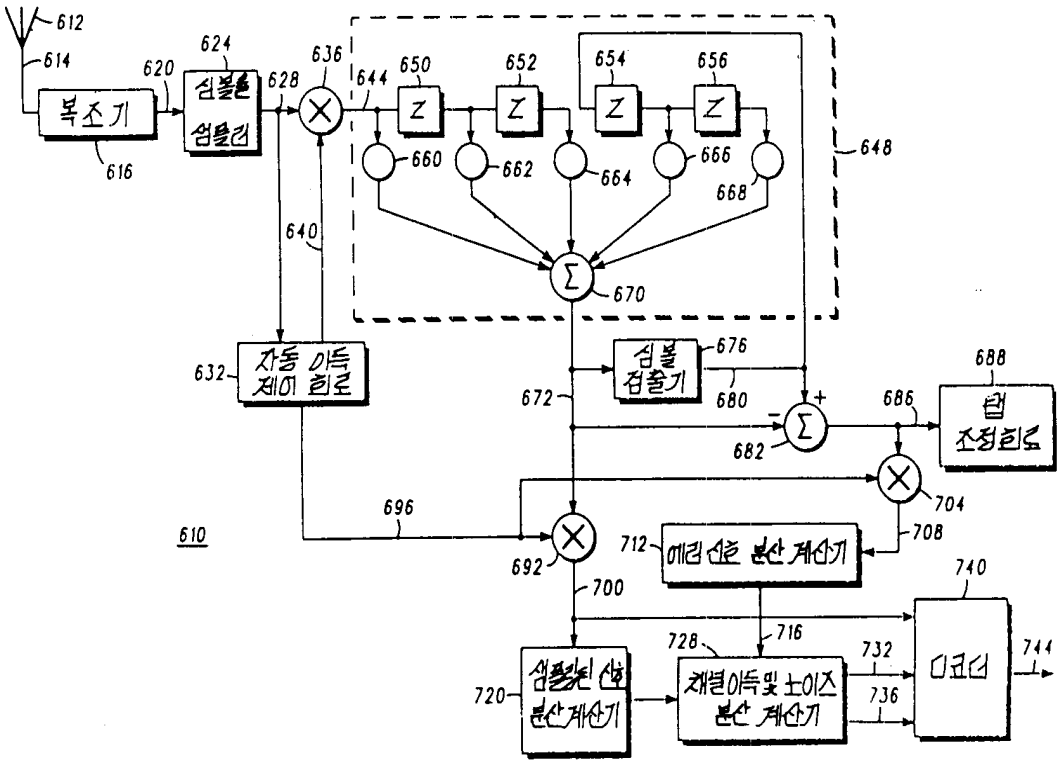
도면4


284
286
복조기
290
294
제1 브랜치 심볼률 샘플러
298
300
306
304
308
314
316
320
복조기
324
제2 브랜치 심볼률 샘플러
328
330
336
338
334
340
342
354
심볼 검출기
358
362
366
에러신호 분산계산기
370
374
PO 및 σN 계산기
378
382
386
346
샘플링된 신호 분산계산기
350
388
392
280

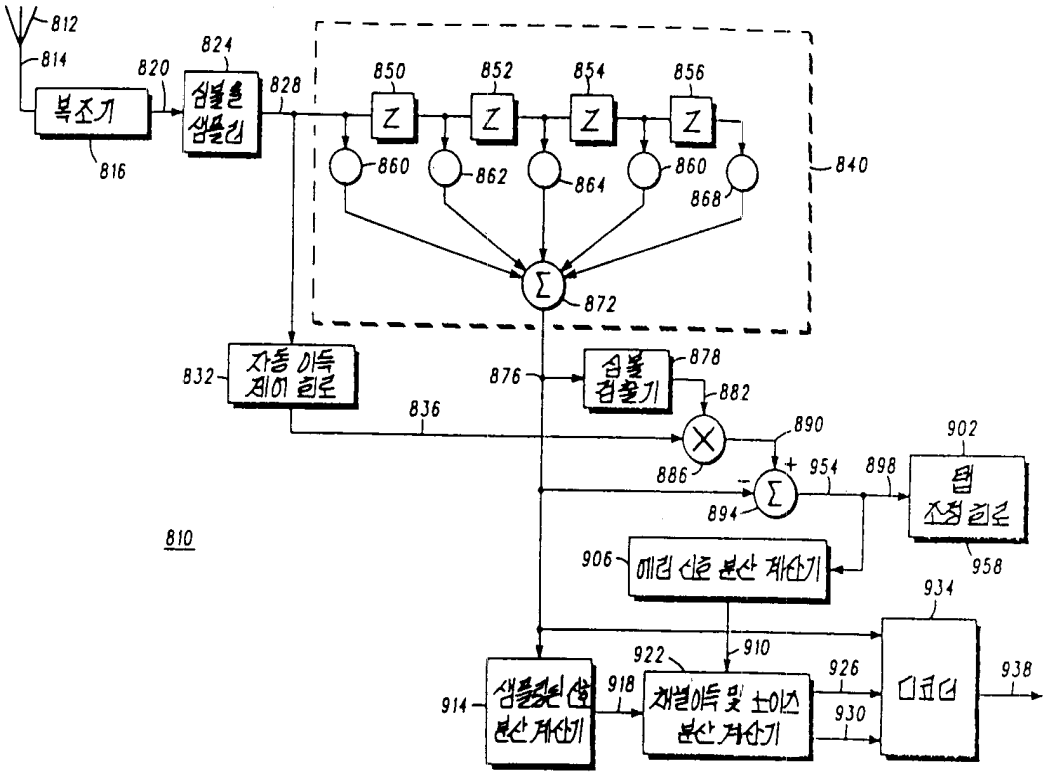
도면5


412
414
복조기
416
420
424
심볼률 샘플러
428
436
450
452
454
456
Z
460
462
464
466
468
448
440
470
432
자동 이득 제어 회로
472
심볼 검출기
476
480
482
486
488
탭 조정 회로
504
508
496
410
492
512
에러신호 분산 계산기
500
540
516
528
532
536
544
520
샘플링된 신호분산 계산기
524
채널 이득 및 노이즈 분산 계산기
디코더

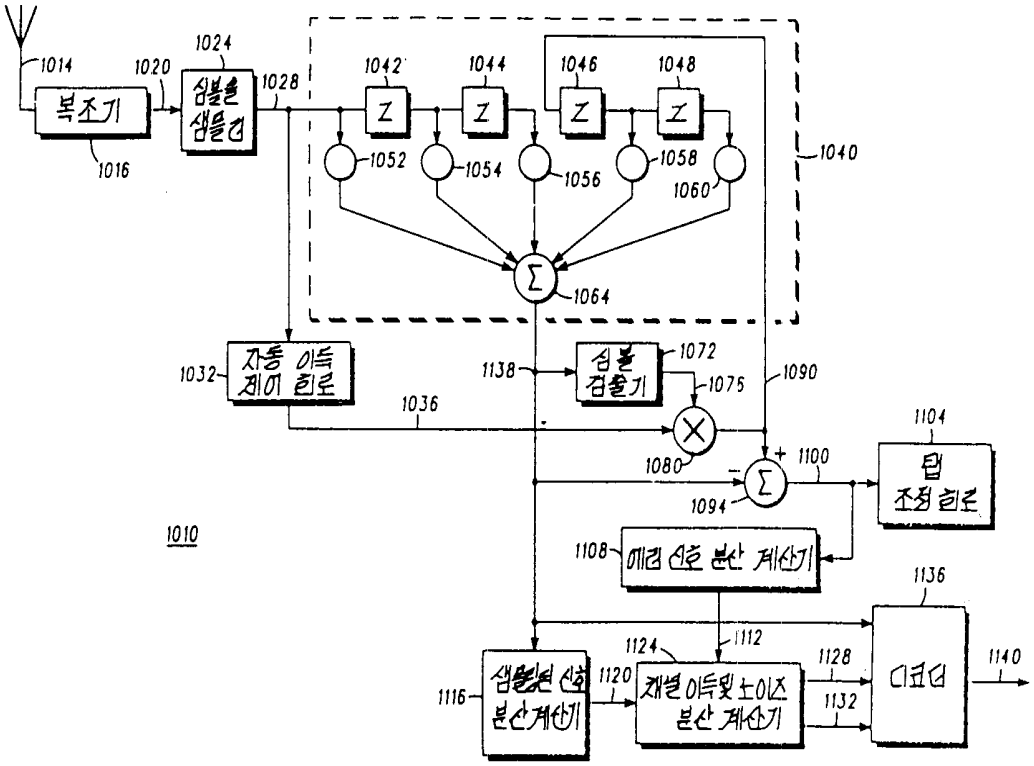
도면6


612
614
복조기
616
620
624
심볼률 샘플러
628
636
644
650
652
654
656
Z
660
662
664
666
668
648
640
670
632
자동 이득 제어 회로
672
심볼 검출기
676
680
682
686
688
탭 조정회로
704
708
696
610
692
712
에러신호 분산 계산기
700
740
716
728
732
736
744
720
샘플링된 신호 분산계산기
채널이득 및 노이즈 분산 계산기
디코더

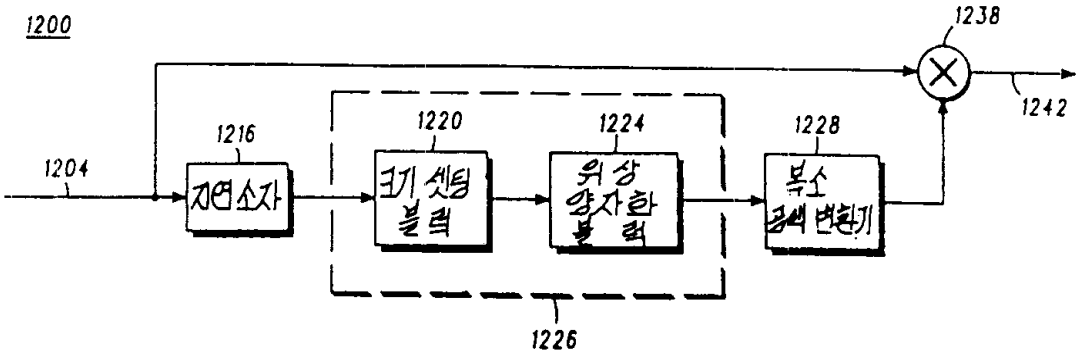
도면7


812
814
820
824
828
복조기
816
심볼을 샘플링
850
852
854
856
860
862
864
860
868
840
872
832
자동 이득 제어 회로
836
876
심볼 검출기
878
882
890
886
894
902
954
898
탭 조정 회로
958
810
906
에러 신호 분산 계산기
934
910
922
914
샘플링된 신호 분산 계산기
918
채널이득 및 노이즈 분산 계산기
926
930
디코더
938

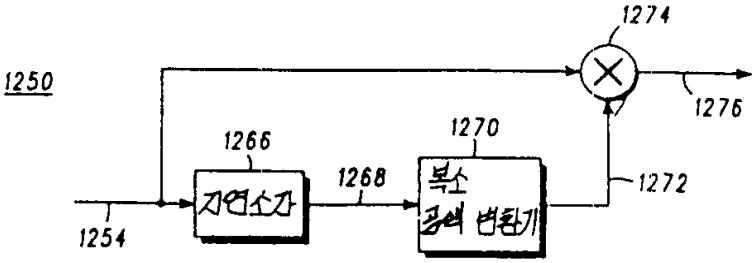
도면8


1014
1020
1024
1028
복조기
1016
심볼을 샘플링
1042
1044
1046
1048
1052
1054
1056
1058
1060
1040
1064
1032
자동 이득 제어 회로
1138
심볼 검출기
1072
1075
1090
1036
1080
1104
1100
탭 조정 회로
1094
1010
1108
에러 신호 분산 계산기
1136
1124
1112
1116
샘플링된 신호 분산계산기
1120
채널 이득및 노이즈 분산 계산기
1128
1132
디코더
1140

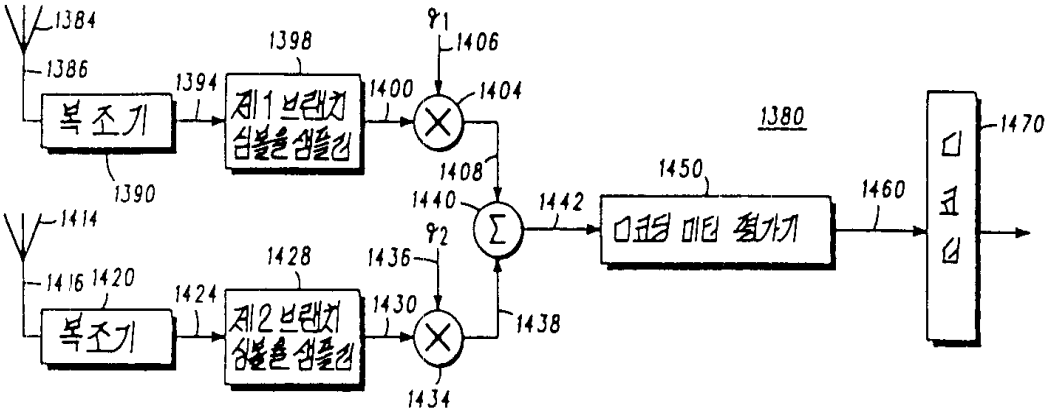
도면9



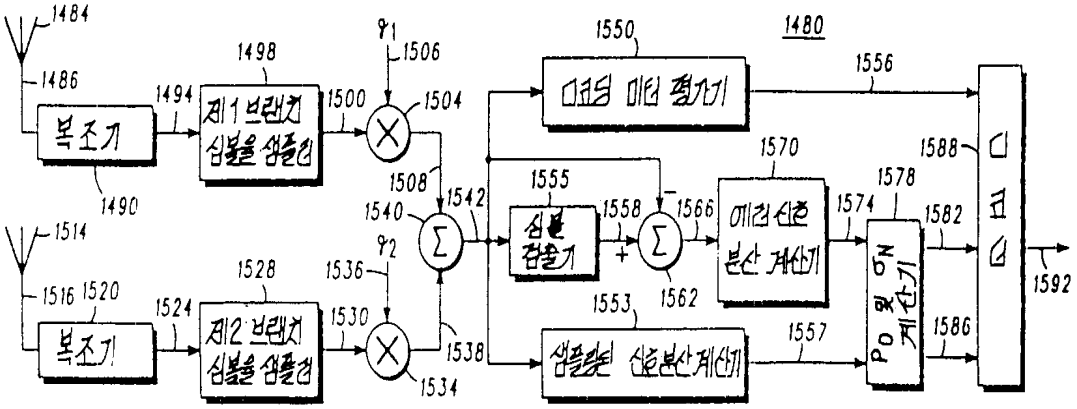
도면10



도면11



도면12


1484
1486
복조기
1490
1494
1498
제1 브랜치 심볼을 샘플러
1500
1506
1504
1508
1540
1542
1514
1516
1520
복조기
1524
1528
제2 브랜치 심볼을 샘플러
1530
1536
1534
1538
1550
1480
1556
1555
심볼 검출기
1558
1566
1562
1570
에러 신호 분산 계산기
1574
1578
1582
1553
샘플링된 신호분산 계산기
1557
1588
1586
1592