(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
H04B 1/16

(45) 공고일자 2005년12월28일
(11) 등록번호 10-0539846
(24) 등록일자 2005년12월22일

(21) 출원번호 10-2001-0019758
(22) 출원일자 2001년04월13일

(65) 공개번호 10-2001-0098566
(43) 공개일자 2001년11월08일

(30) 우선권주장 09/548,995 2000년04월14일 미국(US)

(73) 특허권자 루센트 테크놀러지스 인크
미합중국 뉴저지 머레이 힐 마운틴 애비뉴 600 (우편번호 : 07974-0636)

(72) 발명자 카민스키월터조셉
미국뉴저지주07853롱밸리롱힐로드6

콜스루드아릴드
미국뉴저지주08807브리지워터서니슬로프로드2007

(74) 대리인 김창세
장성구

심사관 : 하유정

(54) 수신 신호 프로세싱 방법 및 수신기

요약

수신기는 무선 주파수(RF)의 아날로그 신호를 수신하고, 그 RF 아날로그 신호는 디지털 도메인으로 변환된다. 그와 같이 함으로써, 수신기는 아날로그 디지털 변환전에 주파수 변환 단계(들)를 필요로 하지 않게 된다. 예를 들어, 수신기는 상이한 주파수 대역들의 무선 주파수(RF) 아날로그 신호를 수신하는 적어도 하나의 안테나(들)를 포함할 수 있다. 아날로그 RF 신호는 단일 아날로그 디지털(A/D) 변환기에 제공되고, A/D 변환기는 상이한 주파수 대역들의 아날로그 RF 신호를 나이키스트 대역폭내의 디지털 신호로 변환한다. RF 아날로그 신호에 대해 A/D 변환기의 샘플링 레이트를 적절히 선택함으로써, A/D 변환기는 나이키스트 대역폭의 중첩되지 않는 부분내에 아날로그 신호의 상이한 주파수 대역의 복제 대역을 생성할 수 있다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 원리에 따른 수신기의 일반적인 블록도,

도 2는 디지털 도메인에서의 제 1 나이키스트 존으로 폴드백되는 상이한 나이키스트 존내의 아날로그 신호의 복제 및 A/D 입력 주파수들의 상이한 주파수 대역을 도시하는 도면,

도 3은 본 발명의 원리에 따른 다중 대역 수신기의 예시적인 실시예의 일반적인 블록도,

도 4는 도 3의 다중 대역 수신기에 대한 제 1 나이키스트 존의 디지털 도메인 주파수들의 주파수 대역의 복제 대역 및 A/D 입력 주파수에서의 주파수 대역을 도시하는 도면,

도 5는 61.44MHz의 샘플링 레이트를 사용하는 A/D 변환기에 대한 나이키스트 존 주파수를 나타내는 도면,

도 6은 RF의 주파수 대역의 복제 대역과 함께 나이키스트 존 채널을 도시하는 도면.

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 수신기 12a 내지 12n : 안테나

14 : 채널 브랜치 분배기 16a 내지 16x : 채널 브랜치

18 : 필터 구성 20a 내지 20x : 필터

22 : 결합 구성 24 : 아날로그 디지털 변환기

26 : 디지털 신호 프로세싱 회로 28a 내지 28x : 주파수 대역

30a 내지 30x : 나이키스트 존 채널 60a 내지 60j : 나이키스트 존

5, 12, 17 및 61 : 나이키스트 존

80, 82, 84 및 86 : 나이키스트 존 채널

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 구체적으로 무선 주파수(RF)에서 아날로그 디지털 변환을 사용하는 무선 통신 시스템에서의 수신기 아키텍처(architecture)에 관한 것이다.

무선 통신 시스템의 서비스 영역은 셀(cell)로 알려진 접속된 서비스 도메인들로 분할되어 연결되는데, 여기서 무선 유닛은 무선 링크를 통해 셀에 서비스를 행하는 기지국(BS)과 통신한다. 기지국은 예를 들어 이동 스위칭 센터(MSC)를 통해 지상 네트워크에 결합되며, 이동 스위칭 센터(MSC)는 서비스 영역 도처에 산재한 다수의 기지국에 연결된다. 무선 통신 산업에 있어서, 서비스 제공자는 흔히 RF 통신 채널의 무선 송신 및 수신을 위해 사용되는 2개 이상의 불연속 또는 분리된(non-contiguous or segregated) 주파수 대역을 할당받는다. 예를 들어, 미합중국에서는 셀룰러 통신을 위한 "A" 대역 제공자에 대한 기지국이 A(825 - 835 MHz), A'(845 - 846.5MHz) 및 A''(824 - 825MHz) 대역내의 주파수 채널을 수신하고, 무선 유닛이 A(870 - 880 MHz), A'(890 - 891.5MHz) 및 A''(869 - 870MHz) 대역내의 주파수 채널을 수신한다. "B" 대역 제공자에 대한 기지국은 B(835 - 845 MHz) 및 B'(846.5 - 849MHz) 주파수 대역내의 주파수 채널을 수신하고, 무선 유닛은 B(880 - 890 MHz) 및 B'(891.5 - 894MHz) 주파수 대역내의 주파수 채널을 수신한다. 또한, 개인용 통신 시스템(PCS) 제공자에 대한 기지국은 무선 유닛으로부터의 하나 이상의 PCS 대역(1850MHz - 1910MHz)상의 주파수 채널을 수신할 수 있고, 무선 유닛은 하나 이상의 PCS 대역(1930MHz - 1990MHz)상의 주파수 채널을 수신한다.

시스템의 하드웨어 비용을 줄이기 위해, 서비스 제공자는 불연속 주파수 대역내의 신호를 동시에 수신하고 프로세싱하기 위한 공통의 수신기(common receiver)를 사용하고 싶어한다. 전형적인 수신기 아키텍처에 있어서, 각각의 주파수 대역에

관한 다운 변환 단계(down-conversion stage)는, 변조된 아날로그 신호의 주파수 대역이 대응하는 IF 주파수 스펙트럼으로 변환되고 별개의 아날로그 디지털(A/D) 변환기에 의해 감소된 샘플링 레이트(sampling rate)로 샘플링될 수 있도록, 전형적으로 중간 주파수(Intermediate Frequency : IF)에서의 각 주파수 대역의 배치를 다운 변환하고 조절하는데 사용된다. 단일 A/D 변환기를 사용하여 불연속 대역내의 변조된 아날로그 신호들을 디지털화하기 위해, 단일 A/D 변환기는 양쪽 주파수 대역을 포괄(encompass)하도록 충분히 높은 레이트로 샘플링해야 할 것이다. 이것은 비효율적인 방법인데, 그 이유는 A/D 변환기가 주파수 대역 사이의 갭(gap)내의 원하지 않는 주파수 샘플링에 있어서의 대역폭을 사용하고 있기 때문이다. 불연속 주파수 대역 사이의 주파수 갭을 줄이기 위해, 각각의 주파수 대역에 대한 다운 변환 단계를 사용하여 IF에서의 각 주파수 대역의 배치를 다운 변환하고 조절함으로써, 좁은 나이키스트 대역폭에 적합하도록 그 대역들을 보다 근접시킨다. A/D 변환기 대역폭의 효율적인 사용을 개선하기 위한 다른 방법은 두 주파수 대역을 다운 변환하여 단일 주파수 대역의 복제(replica) 대역이 주파수 대역 사이의 주파수 갭에 배치되게 하는 것이다.

IF 스펙트럼이 A/D변환기에 의해 합성 신호 대역폭의 2배 이상의 샘플링 레이트, 즉 나이키스트 샘플링 레이트로 지칭될 수 있는 레이트로 샘플링될 때, A/D 입력 신호 대역폭은 샘플링 주파수의 1/2의 배수로 그 자신을 주기적으로 회전시키거나 혹은 폴드된다(rotates or folds). 그런 식으로, 신호 대역폭과 그 신호 대역폭의 미러(mirror) 이미지는 주기적으로 A/D 변환기의 샘플링 레이트에 대응하는 주파수 간격으로 반복된다. 신호 대역폭의 각각의 복제 대역은 나이키스트 존(Nyquist zone)으로 지칭될 수 있고, IF 신호 대역폭은 대략 0Hz와 샘플링 주파수의 1/2 사이의 제 1 나이키스트 존으로 폴드백(folds back)된다. 나이키스트 존의 대역폭은 나이키스트 대역폭에 대응한다.

디지털 도메인에서의 스펙트럼 밀도의 주기성은 샘플링된 파형의 기본 특성인데, 시간 샘플링(time-sampled)된 파형의 푸리에 변환을 판정함으로써 예측될 수 있다. 일반적으로, A/D 변환기는 변조된 아날로그 IF 신호의 디지털 표현을 얻기 위해 합성(composite) 주파수 대역의 적어도 2배의 대역폭(즉, 나이키스트 샘플링 레이트)으로 샘플링한다. 따라서, A/D 변환기에 대한 샘플링 레이트는 나이키스트 대역폭이 원하는 IF 주파수 대역을 포괄하도록 선택된다. 샘플링 레이트가 높아질수록 나이키스트 대역폭은 넓어진다. 파형이 자신의 신호 대역폭의 2배(나이키스트 대역폭) 미만의 레이트로 샘플링된다면, 인접한 주기 스펙트럼 사이에 원하지 않는 중첩, 즉 앨리어싱(aliasing)으로 잘 알려진 현상이 발생할 수 있다. 따라서, 샘플링 레이트 및 IF 주파수는 A/D 변환기의 샘플링 레이트를 줄이면서, 나이키스트 대역폭이 변환될 주파수 대역을 포괄하여, 저 비용으로 낮은 샘플링 레이트의 A/D 변환기를 사용하는 것이 가능하게 되도록 선택된다. 따라서, 주파수 대역 사이의 틈 또는 주파수 갭이 넓어질수록, 현재의 수신기 아키텍처에서는 단일 A/D 변환기를 사용하는 것이 실용적이거나 효율적이지 않게 되는 상황에 도달하게 된다.

주파수 대역이 충분히 떨어져 있거나 혹은 그러길 바란다면, 각각의 분리된 주파수 대역마다 별도의 안테나가 사용된다. 상이한 주파수 대역에 대해 전용의 안테나가 있는 다수의 안테나 아키텍처에 있어서, 혼합기(mixer)와 국부 오실레이터(Local Oscillator : LO)를 포함하는 주파수 변환 단계는 무선 주파수(RF) 아날로그 신호를 중간 주파수(IF)로 다운 변환하기 위해 별도의 브랜치를 사용하고, 전형적으로 각각의 안테나 경로마다 A/D 변환기를 사용한다. 전술한 수신기 아키텍처는 아날로그 신호를 디지털 도메인으로 변환할 때 A/D 변환기가 제공하는 포텐셜(potential) 대역폭과 가요성을 활용하지 못한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 무선 주파수(RF)의 아날로그 신호를 수신하는 수신기에 관한 것으로, RF 아날로그 신호는 디지털 도메인으로 변환된다. 그와 같이 함으로써, 수신기에서는 아날로그 디지털 변환전에 주파수 변환 단계(들)이 필요없게 된다. 예를 들어, 수신기는 상이한 주파수 대역의 무선 주파수(RF) 아날로그 신호들을 수신하는 적어도 하나의 안테나를 포함할 수 있다. 이 아날로그 RF 신호는 단일 아날로그 디지털(A/D) 변환기에 제공되며, A/D 변환기는 상이한 주파수 대역의 아날로그 RF 신호들을 나이키스트 대역폭내의 디지털 신호로 변환한다. RF 아날로그 신호에 대한 A/D 변환기의 샘플링 레이트를 적절히 선택함으로써, A/D 변환기는 나이키스트 대역폭의 중첩되지 않는 부분내에 아날로그 신호의 상이한 주파수 대역에 대한 복제 대역을 생성할 수 있다.

본 발명의 다른 특징과 이점은 다음의 상세한 설명과 도면을 참조하면 알 수 있을 것이다.

발명의 구성 및 작용

아날로그 디지털(A/D) 변환기를 사용하여, RF 아날로그 신호를 디지털 도메인으로 변환하는 수신기 시스템의 예시적인 실시예를 다음에서 설명하겠다. RF 아날로그 신호는 A/D 변환기에 대한 샘플링 레이트를 사용하여 디지털적으로 변환되며, A/D 변환기는 나이키스트 대역폭내의 RF의 신호 대역폭의 복제를 생성한다. 그렇게 함으로써, 본 발명의 원리에 따른

수신기 아키텍처에서는 RF 아날로그 신호를 다운 변환하기 위한 혼합기(들)와 국부 오실레이터(들)를 포함하는 주파수 변환 단계(들)가 필요치 않게 된다. 또한, 단일 A/D 변환기를 사용함으로써, 수신기는, 임의의 실시예에 있어서, 상이한 주파수 대역(들)내의 아날로그 신호를 시간 및/또는 위상 코히어런트(coherent) 샘플링한다.

도 1을 참조하면, 수신기(10)는 RF 통신 채널상의 아날로그 신호를 수신하는 N개의 안테나(12a 내지 12n)를 포함하는데, 여기서 N>=1이다. 안테나(12a)는 다중 주파수 대역 안테나일 수 있다. N-플렉서 필터(N-plexer filter) 또는 결합기 어레이(combiner array) 같은 채널 브랜치 분배기(14)는 수신된 RF 아날로그 신호 혹은 그의 일부를 결합 및/또는 분리하여 이 수신된 아날로그 신호를 원하는 방식으로 X개의 채널 브랜치(16a 내지 16x)에 제공하는데, 여기서 X>=1이며 N과 동일할 수는 있지만, 반드시 일치할 필요는 없다. 예를 들어, 상이한 채널 브랜치(16a 내지 16x)는 대응하는 RF 주파수 대역에 대한 아날로그 신호를 운반할 수 있으며, 채널 브랜치(16a 내지 16x)는 서로 다르거나, 연속적인 주파수 대역의 RF 아날로그 신호의 복제 신호를 갖는 다수의 채널 브랜치 및/또는 상이한 안테나(들) 또는 안테나 세트에 의해 수신된 RF 아날로그 신호를 운반할 수 있다. 이 실시예에서, 필터 구성(18)은 적어도 하나의 채널 브랜치(16a 내지 16x)상에 적어도 2개의 상이한 RF 주파수 대역을 제공한다. 예를 들어, 필터 구성(18)은, 각 채널 브랜치(16a 내지 16x)상에, 각각의 채널 브랜치(16a 내지 16x)상의 주파수 대역은 통과시키되 다른 주파수는 감쇄시키는 필터(20a 내지 20x)를 포함할 수 있다. 이와 달리, 이 실시예에서 채널 브랜치 분배기(14)는 단순히 안테나(들)(12a 내지 12n)로부터 필터 구성(18)으로 직접 연결될 수 있고, 필터 구성(18)은 각각의 채널 브랜치(16a 내지 16x)마다 필터(20a 내지 20x)를 포함할 수 있다.

결합 구성(22)은 채널 브랜치(16a 내지 16x)상의 RF 아날로그 신호를 원하는 방식으로 결합한다. 결과하는 합성 아날로그 신호는 상이한 주파수 대역들의 아날로그 신호로써 아날로그 디지털 변환기(24)에 제공되며, 아날로그 디지털 변환기(24)는 RF 아날로그 신호를 디지털화하여 디지털화된 신호를 디지털 프로세싱 회로(26)에 제공한다. 이와 달리, 본 실시예에서 수신기(10)가 단일 브랜치(16)를 가지면, 결합 구성(22)은 안테나(12)로부터, 필요할 경우 필터(20)를 통해 A/D 변환기(24)로 단순히 연결된다.

A/D 변환기(24)에 대한 샘플링 레이트의 선택은, 채널 브랜치(16a 내지 16x)상의 RF 아날로그 신호의 주파수 대역이 아날로그 디지털(A/D) 변환기(24)에 의해 제공된 나이키스트 대역폭을 반영하는 제 1 나이키스트 존의 중첩되지 않는 부분으로 폴드백되도록 실행된다. 예를 들어, 정보 신호가 캐리어 신호상으로 변조되는 변조된 아날로그 신호에 대한 나이키스트 샘플링 레이트는, 정보 신호가 변조되는 캐리어 주파수에 관계없이 정보 신호의 가장 높은 주파수 성분의 적어도 2배인 것으로 정의될 수 있다. 음성, 데이터, 영상, 텍스트 및/또는 다른 정보일 수 있는 정보는 신호 대역폭내에서 전달된다. 정보 신호의 가장 높은 주파수 성분은 신호 대역폭과 직접적으로 관련이 있다. 신호 대역폭이 정보 신호의 가장 높은 주파수 성분의 적어도 2배로 샘플링되기 때문에, 정보 신호가 디지털 도메인에서 재생될 수 있는 것이다.

주파수 스펙트럼이 합성 신호 대역폭의 적어도 2배의 샘플링 레이트 즉, 나이키스트 샘플링 레이트로 지칭될 수 있는 레이트로 A/D 변환기(24)에 의해 샘플링될 때, 신호 대역폭은 0Hz와 샘플링 레이트의 1/2 사이의 디지털 도메인내의 제 1 나이키스트 존으로, 샘플링 주파수의 1/2의 주파수 배수 또는 주파수 간격으로, 그 자신을 주기적으로 회전시키거나 혹은 폴드된다. 그와 같이 함으로써, 신호 대역폭과 신호 대역폭의 복제 이미지는 A/D 변환기의 샘플링 레이트에 대응하는 주파수 간격으로 주기적으로 반복된다. 예를 들어, 홀수(odd-numbered) 나이키스트 존에서의 신호 대역폭은 제 1 나이키스트 존으로 되돌아가는 홀수 나이키스트 존의 동일한 상대 위치에서 나타날 것이며, 짝수 나이키스트 존에서는 복제 이미지로서 나타난다. 또한, 짝수 나이키스트 존에서의 신호 대역폭은, 제 1 나이키스트 존으로 되돌아가는 홀수 나이키스트 존에서는 복제 이미지로서 나타나고, 짝수 나이키스트 존에서는 동일한 상대 위치에 나타난다. 따라서, 신호 대역폭(들)의 복제 대역폭은 샘플링 레이트의 1/2의 간격으로 반복된다. A/D 변환기에 대한 샘플링 레이트는, 아날로그 신호가 디지털화된 후, 원하는 복제 주파수 대역이 제 1 나이키스트 존의 중첩되지 않는 부분 또는 채널을 점유하도록 선택된다. 디지털 변환은 제 1 나이키스트 존의 대역폭내에서 샘플링 레이트의 1/2 이하의 레이트로 생성되는 정보를 효율적으로 보존한다. 샘플링 레이트가 증가하면, 제 1 나이키스트 존 또는 나이키스트 대역폭은 더 넓어진다.

본 실시예에서, 디지털 신호 값의 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform : FFT)은 변환된 아날로그 신호를 나타내는 샘플링 레이트의 1/2("제 1 나이키스트 존")이내의 주파수 대역("나이키스트 존 채널")의 신호를 제공한다. 파형이 자신의 신호 대역폭의 2배(나이키스트 대역폭) 미만의 레이트로 샘플링되면, 인접한 주기 스펙트럼들 사이에 원하지 않는 중첩이 발생할 수 있는데, 이는 앨리어싱으로 잘 알려진 현상이다. 따라서, 샘플링 레이트는 앨리어싱으로 인한 정보의 손실을 피하게 선택된다.

예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이 상이한 RF 대역들의 아날로그 신호를 디지털 도메인으로 변환하는데 있어서, A/D 변환기(24)는 합성 아날로그 신호를 나이키스트 존 채널(30a 내지 30x) 또는 제 1 나이키스트 존내의 대역으로 프로세싱한다. 디지털 도메인의 나이키스트 존 채널(30a 내지 30x)은 RF 아날로그 신호의 상이한 주파수 대역(28a 내지 28x)에 대응한다. 디지털 신호 프로세싱 회로(26)는 제 1 나이키스트 존의 나이키스트 존 채널로부터 디지털 신호를 검색할 수 있는데,

그 이유는 상이한 채널들이, 예를 들어 디지털 필터, 디지털 결합기, 디지털 검출기, 디지털 복조기, 데이터 레이트를 디지털적으로 다운 변환(추림(decimation)으로 지칭됨)하도록 산술 제어기 오실레이터(Numerical Controller Oscillator : NCO)를 갖는 디지털 다운 변환기(Digital Down Converter : DDC) 및/또는 다른 디지털 프로세싱을 사용하여 아날로그 입력 신호를 디지털화한 후에 결국 제 1 나이키스트 존에 놓일 것이기 때문이다. DDC는 추가의 신호 프로세싱을 위해 각각의 주파수에 동조될 수 있다. 따라서, 수신기(10)는 상이한 RF 주파수 대역들로부터의 RF 아날로그 신호를 프로세싱하기 위해 단일 A/D 변환기에서 이용가능한 대역폭을 사용할 수 있다.

그와 같이 함으로써, 본 발명의 원리에 따른 수신기(10)에서는 임의의 채널 브랜치(16a 내지 16x)상에서의 혼합기/LO의 조합이 필요 없게 된다. 혼합기/LO 조합이 없는 수신기(10)는 많은 이점이 있다. 예를 들어, 주파수 변환 단계에서 고정된 국부 오실레이터(LO)가 없다면, DC 파워 소모가 감소되고, 안테나 외부로의 LO의 재방사가 제거되어 여분의 전단 필터링(extra front-end filtering)의 필요성을 감소시키고, IF에서의 필터 필요성이 제거되며 또한 어떠한 이미지 대역 필터도 필요 없게 된다. 혼합기가 필요 없기 때문에, 의사 혼합기 산물(spurious mixer products) 및 혼합기가 생성한 상호 변조 왜곡이 제거되어 의사 면제 동적 범위(spurious free dynamic range)를 개선시킨다. 또한, 혼합기로 인한 손실이 제거되어 필요로 하는 채널 이득을 줄이고 잡음지수와 이득 선형성을 개선시킨다. 또한, 단일 A/D 변환기를 사용함으로써, 수신기는 상이한 주파수 대역(들)의 아날로그 신호에 대한 시간 및/또는 위상 코히어런트 샘플링을 제공한다. 상이한 애플리케이션 또는 신호 프로세싱 방법은 그러한 개선된 시간 및/또는 위상 코히어런트 측정에 의해 이점을 가질 수 있다.

본 실시예에 따라, 그리고 본 발명의 원리에 따른 수신기의 가요성으로 인해, 수신기는 A/D 변환기(24)의 포텐셜 대역폭을 사용하도록 다른 방식으로 구현될 수 있다. 도 3은 셀룰러 및 개인용 통신 시스템(PCS) 주파수 대역에서 통신 신호를 수신하는데 사용되는 본 발명의 원리에 따른 다중 대역 수신기(50)의 실시예를 도시한다. 미합중국에서는 "A" 대역 셀룰러 서비스 제공자에 대한 기지국이 A(825 - 835 MHz), A'(845 - 846.5MHz) 및 A''(824 - 825MHz) 대역내의 주파수 채널을 수신한다. "B" 대역 셀룰러 서비스 제공자에 대한 기지국은 B(835 - 845MHz) 및 B'(846.5 - 849MHz) 주파수 대역을 사용한다. 본 실시예에 있어서, 제 1 안테나(12a)는 전체 셀룰러 기지국 수신 대역(824 - 849MHz)내의 변조된 아날로그 신호를 수신하고, 제 2 안테나(12b)는 전체 PCS 기지국 수신 대역(1850 - 1910MHz)의 변조된 아날로그 신호를 수신한다.

본 실시예에 있어서, 안테나(12a)로부터의 RF 아날로그 신호는 제 1 채널 브랜치(16a)에 제공되고, 안테나(12b)로부터의 RF 아날로그 신호는 제 2 채널 브랜치(16b)에 제공된다. 제 1 채널 브랜치(16a)상의 대역통과 필터(20a)는 셀룰러 대역(824 - 849MHz)내의 주파수를 통과시키고 모든 다른 주파수를 감쇄시킨다. 제 2 채널 브랜치(16b)상의 대역통과 필터(20b)는 PCS 대역(1850 - 1910MHz)내의 주파수를 통과시키고 모든 다른 주파수를 감쇄시킨다. 이 실시예에 있어서, 저잡음 증폭기(Low Noise Amplifier : LNA)(52a 내지 52b)는 각각의 채널 브랜치(16a 내지 16b)상의 아날로그 신호를 증폭한다. 결합 구성(56)은 제 1 및 제 2 채널 브랜치(16a 내지 16b)상의 아날로그 신호를 수신하여, 2개의 상이한 주파수 대역의 합성 아날로그 신호를 A/D 변환기(24)에 제공한다. 결합 구성(56)은 파워 결합기 또는 멀티플렉서 필터일 수 있다.

이 실시예에 있어서, 셀룰러(25MHz)와 PCS(60MHz) 대역이 더해진 후의 상이한 브랜치(16a 내지 16b)상의 RF 아날로그 신호의 총 대역폭은 85MHz이다. 그런 식으로, A/D 변환기(24)에 대한 샘플링 레이트가 이용되어, 나이키스트 대역폭이 충분히 RF 아날로그 신호의 85MHz 대역폭을 조절할 수 있게 된다. 또한, A/D 변환기(24)에 대한 샘플링 레이트는 상이한 주파수 대역들이 나이키스트 대역폭의 중첩되지 않는 부분내에 복제되도록 선택된다. 그런 식으로, 각각의 나이키스트 존내의 상이한 주파수 대역들의 상대적인 배치가 샘플링 레이트의 선택에 영향을 미친다. 예를들어, A/D변환기(24)가 200MHz(샘플링 레이트의 1/2)의 나이키스트 존 대역폭을 제공하기 위해서는, 400MHz 샘플링 레이트(초당 400 메가(Mega) 샘플)가 사용된다. 실질적으로는, 상이한 샘플링 레이트가 선택되어, 상이한 주파수 대역 또는 브랜치의 신호 사이에 상이한 대역폭 혹은 보호 대역(guard band)을 제공한다. A/D 변환기(24)는 셀룰러 대역(824 - 849MHz)과 PCS 대역(1850 - 1910MHz)내의 결합 혹은 합성 아날로그 신호를 샘플링한다. 그렇게 하는데 있어서, A/D 변환기(24)는 셀룰러 대역내의 신호 대역폭에 대응하는 24 - 49MHz의 나이키스트 존 채널내의 변환된 신호 및 PCS 대역내의 신호 대역폭에 대응하는 90 - 150MHz의 나이키스트 존 채널내의 변환된 신호를 디지털 프로세싱 회로(26)를 위해 생성한다.

도 4는 나이키스트 존(60a 내지 60j)이 나이키스트 대역폭 또는 200MHz 간격으로 주파수 스펙트럼을 가로질러 반복되는 A/D 변환기(24)가 생성한 주파수 스펙트럼을 도시한다. 셀룰러 대역은 제 5 나이키스트 존(60e)내의 RF 주파수인 824 - 849MHz의 A/D 입력 주파수에 나타난다. 셀룰러 대역의 복제 대역은 24MHz와 49MHz 사이의 나이키스트 존 채널에서 셀룰러 대역의 정보 신호의 복구를 제공하는 제 1 나이키스트 존(60a)으로 폴드백된 각각의 나이키스트 존에 나타난다. PCS 대역은 RF 주파수인 제 10 나이키스트 존(60j)내의 1850 - 1910MHz의 A/D 입력 주파수에 나타난다. PCS 대역의 복제 대역은 1850 - 1910MHz A/D 입력 주파수의 미러 이미지에 대응하는 90MHz와 150MHz 사이의 나이키스트 존 채널에서 PCS 대역의 정보 신호의 복구를 제공하는 제 1 나이키스트 존(60a)으로 폴드백된 각각의 나이키스트 존에 나타난다.

A/D 변환기(24)에 대한 샘플링 레이트를 적절히 선택함으로써, 본 발명의 원리에 따른 수신기는, 큰 주파수 차이로 분리된 상이한 주파수 대역내의 RF 아날로그 신호를 수신하도록 A/D 변환기(24)가 제공한 포텐셜 나이키스트 대역폭의 이용성을 증가시킬 수 있다. 전술한 예에서는, 400MHz의 샘플링 레이트를 사용하는 단일 A/D 변환기로 전체 셀룰러 및 PCS 대역을 수신하고 디지털적으로 변환하였다. RF 주파수의 아날로그 신호를 샘플링하는데 있어서, A/D 변환기는 디지털 신호 프로세싱에 이용할 수 있는 제 1 나이키스트 존내의 RF 주파수 대역의 복제 대역 또는 이미지를 제공한다. 다른 실시예에 있어서, 상이한 샘플링 레이트는, 예를 들어 상이한 주파수 대역의 신호 사이의 여분의 대역폭 또는 보호 대역을 제공하기 위해 나이키스트 대역폭을 증가시키거나 감소시키는데 사용될 수 있다.

예를 들어, 도 5는 30.72MHz 폭인 나이키스트 존을 제공하는 61.44MHz의 샘플링 레이트를 사용하는 A/D 변환기에 대한 나이키스트 존 주파수도이다. 나이키스트 존은, 각각의 나이키스트 존내의 15MHz 대역폭이 대역내(in-band)로써 도시되어 있다. 도 6은 30.72MHz 폭인 제 1 나이키스트 존을 도시하는데, 높은 나이키스트 존에서의 상이한 주파수 대역 신호의 복제 신호가 제 1 나이키스트 존의 중첩되지 않는 부분 또는 채널에 도시되어 있다. 제 1 나이키스트 존 채널(80)은 400kHz 대역폭을 갖는 361MHz에서의 나이키스트 존(12)으로부터 폴드백(fold back)된 진폭 변조(AM) 아날로그 신호의 복제 대역과 함께 대략 7.5MHz에 도시된다. 제 2 나이키스트 존 채널(82)은 2MHz 대역폭을 갖는 1853MHz에서의 나이키스트 존(61)으로부터 폴드백된 CDMA 신호의 복제 대역과 함께 대략 10MHz에 도시되어 있다. 제 3 나이키스트 존 채널(84)은 141.7MHz에서의 나이키스트 존(5)으로부터 폴드백된 지속파(CW) 단일 음조 신호(continuous wave single tone signal)의 복제 대역과 함께 대략 18.75MHz에 도시되어 있다. 마지막으로, 제 4 나이키스트 존 채널(86)은 4MHz 대역폭을 갖는 513.5MHz에서의 나이키스트 존(17)으로부터 폴드백된 주파수 변조(FM) 신호의 복제 대역과 함께, 대략 22MHz에 도시되어 있다. 따라서, 본 발명의 원리에 따른 수신기는, RF 주파수 대역의 주파수 변환 없이 단일 A/D 변환기에서 상이하거나 또는 동일한 액세스 기법을 사용하거나, 혹은 어떠한 다수의 액세스 방법을 사용하지 않고, 동일한 및/또는 상이한 변조 방법을 사용하며, 및/또는 상이한 및/또는 연속한 주파수 대역 혹은 기법을 사용하여, 시스템으로부터의 아날로그 신호를 수신하고 디지털적으로 변환할 수 있다. 아날로그 신호는 광대역 및/또는 협대역의 특성을 가진다.

전술한 실시예에 추가하여, 부품을 생략 및/또는 부가하고, 및/또는 전술한 수신기 아키텍처의 변형 또는 일부를 사용함으로써, 본 발명의 원리에 따른 수신기 아키텍처의 다른 구성도 가능하다. 예를 들어, 도 3을 참조하면, AM 방송 무선 주파수 대역(550 - 1600kHz)은 안테나에 의해 수신되고 결합 혹은 합성 아날로그 신호에 부가될 수 있으며, A/D 변환기(24)는 AM 무선 주파수 대역내의 아날로그 신호를 디지털화할 것이다. AM 무선 주파수 대역은 제 1 나이키스트 존의 kHz 범위에 위치할 것이다. 그런 식으로, 본 발명의 원리에 따른 수신기는 셀룰러 또는 PCS 시스템, AM 혹은 FM 방송국 및/또는 GPS 위성에 대한 기지국과 같은 상이한 소스로부터 신호를 수신할 것이다. 당업자라면, 수신기 아키텍처를 구성하는 다양한 부품과 그들 각각의 동작 파라미터 및 특성이 적합한 동작을 제공하기 위해 적절히 조화되어야 한다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 수신기 시스템의 실시예는 북아메리카 TDMA 시스템, 범용 이동 통신 시스템(GSM), CDMA 시스템, FDMA 시스템, 광역 위치측정 시스템(GPS), FM 무선 및/또는 AM 무선으로부터 신호를 수신하는데 사용될 수 있다. 또한, 본 발명의 원리에 따른 수신기의 실시예가 기지국 수신 주파수와 연관된 주파수 대역(들)으로 설명되었지만, 본 발명의 원리에 따른 수신기 아키텍처는 이동 장치 수신 대역인 기지국 전송 대역 같은 다른 주파수 대역(들)으로부터 정보를 수신하는 이동 장치 같은 무선 장치에 사용될 수 있다.

또한, 수신기 시스템이 구별되는 부품의 특정 구성을 사용하여 설명되었지만, 당업자라면, 본 개시의 이점과 함께, 본 수신기 시스템과 그 일부가 특정한 집적 회로, 소프트웨어 구동 프로세싱 회로, 펌웨어, 프로그램가능한 로직 장치, 하드웨어 또는 이산 요소의 다른 구성의 애플리케이션에 구현될 수 있음을 이해해야 한다. 예시적인 실시예에서는 특정 회로로 도시되었지만, 측정 무선 아키텍처는 도시된 회로와 비교할 때 유사한 기능을 수행하는 상이한 부품을 사용할 수 있다. 상술한 것은, 본 발명의 원리의 애플리케이션을 예시한 것 뿐이다. 당업자라면 본 발명의 사상과 범주를 벗어나지 않고 또한 본 명세서에 개시된 예시적인 애플리케이션을 엄격히 따르지 않더라도 본 발명을 다양하게 수정, 구성 및 변경할 수 있다는 것을 알 것이다.

발명의 효과

본 발명은 RF에서 아날로그 신호를 수신하는 수신기에 관한 것으로 아날로그 디지털 변환에 앞서 주파수 변환 단계가 필요 없으며 A/D 변환기가 제공하는 포텐셜 대역폭과 융통성을 이용하는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

수신된 신호를 프로세싱하는 방법에 있어서,

다수의 채널 브렌치(branches)상에 상이한 무선 주파수(Radio Frequency : RF) 대역의 아날로그 신호를, RF로의 주파수 변환 또는 다운 변환없이, 제공하는 단계와,

상기 다수의 브렌치상의 상기 상이한 RF 주파수 대역의 상기 아날로그 신호를 조합하는 단계와,

상기 상이한 RF 주파수 대역의 상기 아날로그 신호를 선택된 샘플링 레이트로 디지털 변환하여 상이한 주파수 대역의 디지털 신호를 생성하는 단계를 포함하되,

상기 샘플링 레이트는, 상기 아날로그 신호가 디지털 변환됨에 따라 상기 아날로그 신호의 상기 상이한 주파수 대역이 나이키스트 존의 실질적으로 중첩되지 않는 부분으로 폴드백(fold back)되도록 선택되는,

수신 신호 프로세싱 방법.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

삭제

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 아날로그 신호를 적어도 2개의 안테나상에서 수신하는 단계를 더 포함하는 수신 신호 프로세싱 방법.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 아날로그 신호를 제공하는 단계는,

제 1 안테나를 사용하여 제 1 주파수 대역의 아날로그 신호를 제 1 채널 브랜치상에 제공하는 단계와,

제 2 안테나를 사용하여 제 2 주파수 대역의 아날로그 신호를 제 2 채널 브랜치상에 제공하는 단계를 더 포함하는 수신 신호 프로세싱 방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 아날로그 신호를 제공하는 단계는

상기 채널 브랜치에 대응하는 주파수 대역을 갖는 아날로그 신호를 제공하기 위해 각각의 채널 브랜치상에서 상기 아날로그 신호들을 필터링하는 단계를 더 포함하는 수신 신호 프로세싱 방법.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 아날로그 신호를 제공하는 단계는,

적어도 하나의 안테나로부터 아날로그 신호를 수신하는 단계와,

상기 채널 브랜치에 대응하는 주파수 대역을 갖는 아날로그 신호를 각각의 채널 브랜치상에 선택적으로 생성하는 단계를 수신 신호 프로세싱 방법.

청구항 8.

상이한 무선 주파수(RF) 대역내의 아날로그 신호를 수신하는 적어도 하나의 안테나와,

상기 아날로그 신호를 수신하는 적어도 하나의 안테나에 접속되어, 상이한 RF 대역의 다수의 채널 브렌치상에 상기 아날로그 신호를, RF로의 주파수 변환 또는 다운 변환없이, 제공하는 채널 브렌치 구성과,

상기 다수의 채널 브랜치에 연결되어, 상기 다수의 채널 브랜치상의 상기 아날로그 신호를 결합하는 결합 구성과,

상기 상이한 RF 대역의 상기 아날로그 신호를 수신하고 디지털 변환하여 상이한 주파수의 디지털 신호를 생성하도록 구성된 아날로그 디지털 변환기를 포함하는 수신기.

청구항 9.

삭제

청구항 10.

삭제

청구항 11.

제 8 항에 있어서,

상기 채널 브랜치 구성에게 상기 아날로그 신호를 제공하기 위한 적어도 2개의 안테나를 포함하는 수신기.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 채널 브랜치 구성은 제 1 주파수 대역의 제 1 안테나로부터의 아날로그 신호를 제 1 채널 브랜치상에 제공하고 제 2 주파수 대역의 제 2 안테나로부터의 아날로그 신호를 제 2 채널 브랜치상에 제공하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 13.

제 1 항에 있어서,

상기 상이한 RF 주파수 대역의 상기 아날로그 신호를 디지털 변환하는 단계는 선택된 샘플링 레이트로 실행되며, 상기 조합된 아날로그 신호의 신호 대역과 상기 신호 대역의 미러 이미지는 상기 선택된 샘플링 레이트에 대응하는 주파수 간격으로 주기적으로 반복되는 수신 신호 프로세싱 방법.

청구항 14.

제 1 항에 있어서,

상기 상이한 RF 주파수 대역의 상기 아날로그 신호를 디지털 변환하는 단계는, 상기 아날로그 신호가 디지털 변환될 때 상기 상이한 RF 주파수 대역이 실질적으로 나이키스트 존의 중첩되지 않은 부분에 폴드백되도록 선택된 샘플링 레이트로 실행되는 수신 신호 프로세싱 방법.

청구항 15.

제 14 항에 있어서,

상기 나이키스트 존의 중첩되지 않은 부분은, 디지털 도메인에서 상기 RF 아날로그 신호를 재생하기 위해 상기 디지털 변환에 의해 제공된 나이키스트 대역폭을 나타내는 수신 신호 프로세싱 방법.

청구항 16.

제 14 항에 있어서,

상기 선택된 샘플링 레이트는 상기 조합된 아날로그 신호의 신호 대역폭의 적어도 2배이고, 그에 따라 상기 신호 대역폭은, 약 0Hz에서 상기 선택된 샘플링 레이트 까지의 디지털 도메인의 제 1 나이키스트 존으로 상기 선택된 샘플링 주파수의 1/2의 주파수 배수로 그 자신을 회전시키는 수신 신호 프로세싱 방법.

청구항 17.

제 16 항에 있어서,

상기 선택된 샘플링 레이트는, 상기 신호 대역폭에 의해 운반된 상기 아날로그 신호내의 정보가 디지털 도메인에서 재생되도록, 상기 신호 대역폭의 가장 높은 주파수 성분의 적어도 두배인 수신 신호 프로세싱 방법.

청구항 18.

제 14 항에 있어서,

상기 선택된 샘플링 레이트는 상기 조합된 아날로그 신호의 신호 대역폭의 적어도 두배인 수신 신호 프로세싱 방법.

청구항 19.

제 8 항에 있어서,

상기 아날로그 디지털 변환기는, 상기 아날로그 신호가 디지털 변환될 때, 상기 상이한 RF 주파수 대역이 나이키스트 존의 실질적으로 중첩되지 않은 부분으로 폴드백되도록 선택된 샘플링 레이트로 상기 상이한 주파수 대역의 상기 아날로그 신호를 디지털 변환하는 수신기.

청구항 20.

제 19 항에 있어서,

상기 나이키스트 존의 중첩되지 않은 부분은 디지털 도메인에서 상기 RF 아날로그 신호를 재생하기 위해 상기 디지털 변환에 의해 제공된 나이키스트 대역폭을 나타내는 수신기.

청구항 21.

제 19 항에 있어서,

상기 선택된 샘플링 레이트는 상기 조합된 아날로그 신호의 신호 대역폭의 적어도 2배이고, 그에 따라 상기 신호 대역폭은, 약 0Hz에서 상기 선택된 샘플링 레이트 까지의 디지털 도메인의 제 1 나이키스트 존으로 상기 선택된 샘플링 주파수의 1/2의 주파수 배수로 그 자신을 회전시키는 수신기.

청구항 22.

제 21 항에 있어서,

상기 선택된 샘플링 레이트는, 상기 신호 대역폭에 의해 운반된 상기 아날로그 신호내의 정보가 디지털 도메인에서 재생되도록, 상기 신호 대역폭의 가장 높은 주파수 성분의 적어도 두배인 수신기.

청구항 23.

제 19 항에 있어서,

상기 선택된 샘플링 레이트는 상기 조합된 아날로그 신호의 신호 대역폭의 적어도 두배인 수신기

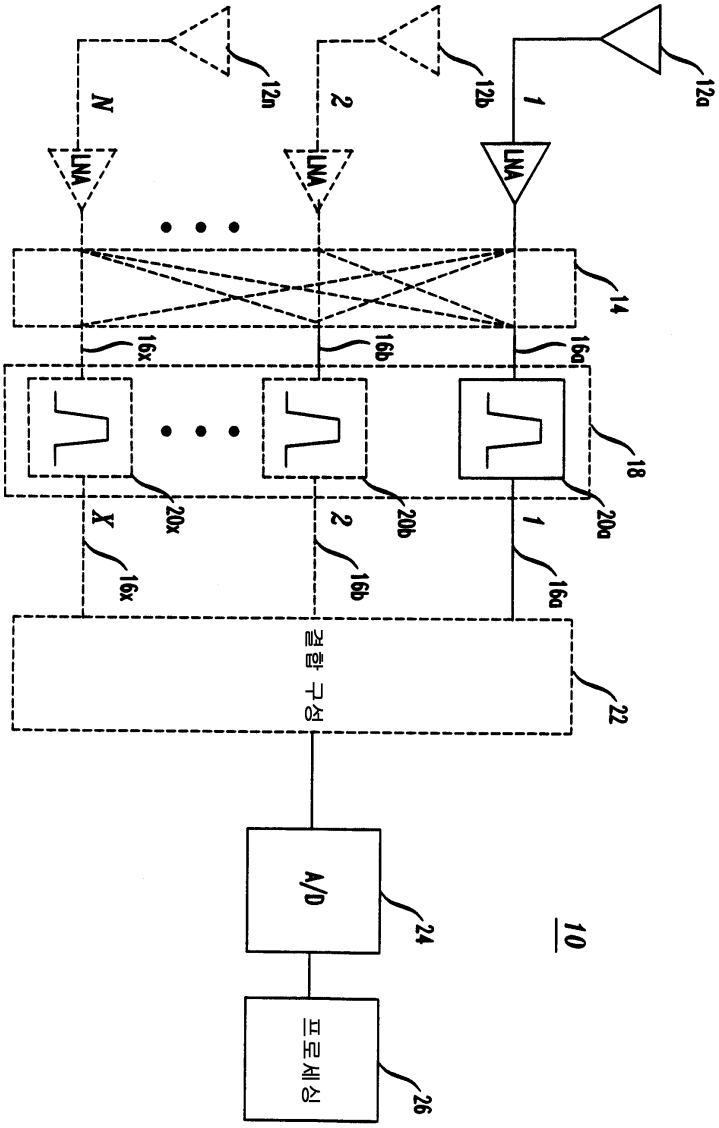
청구항 24.

제 8 항에 있어서,

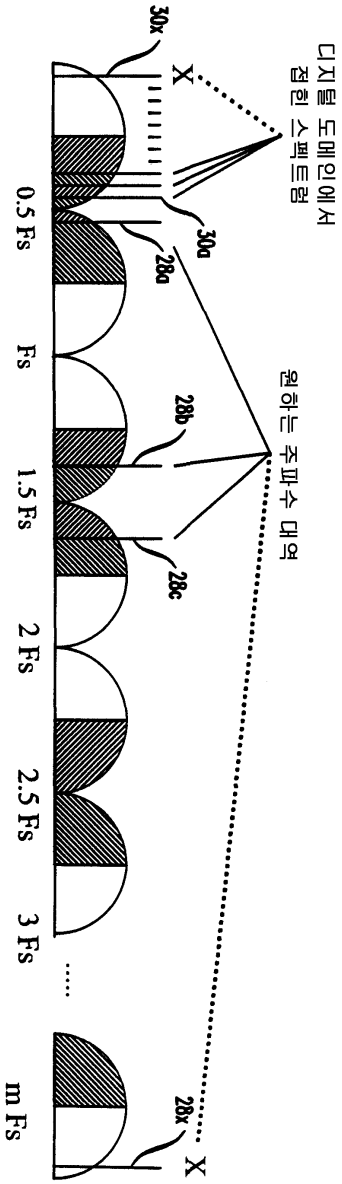
상기 아날로그 디지털 변환기는 선택된 샘플링 레이트로 상기 상이한 RF 주파수 대역의 상기 아날로그 신호를 디지털 변환하며, 상기 조합된 아날로그 신호의 신호 대역과 상기 신호 대역의 미러 이미지는 상기 선택된 샘플링 레이트에 대응하는 주파수 간격으로 주기적으로 반복되는 수신기.

도면

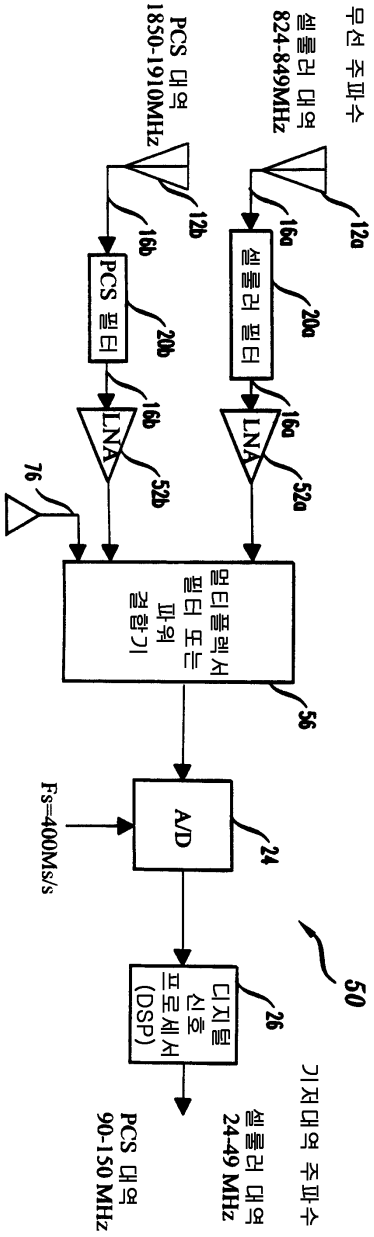
도면1


12a
12b
12n
1
2
N
LNA
LNA
LNA
14
16a
16b
16x
18
20a
20b
20x
1
2
X
16a
16b
16x
결합 구성
22
A/D
24
프로세싱
26
10

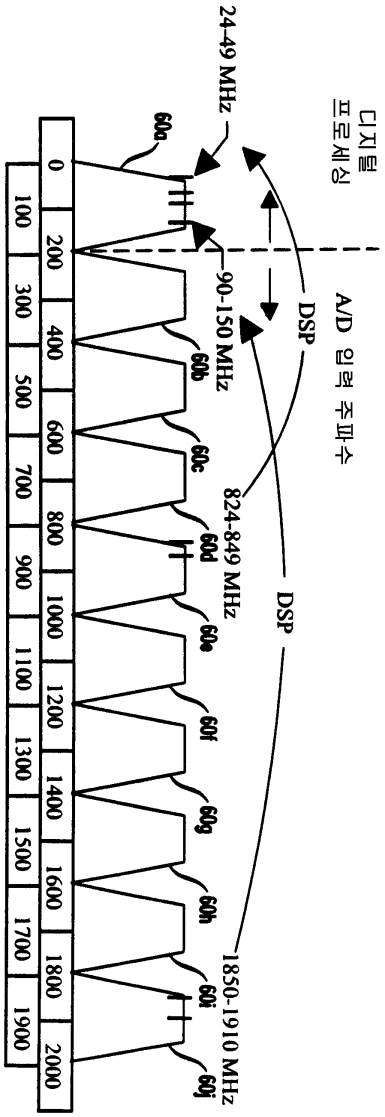
도면2


디지털 도메인에서
접힌 스펙트럼
원하는 주파수 대역
30x
X
30a
28a
28b
28c
28x
X
0.5 Fs
Fs
1.5 Fs
2 Fs
2.5 Fs
3 Fs
m Fs

도면3


무선 주파수
셀룰러 대역
824-849MHz
PCS 대역
1850-1910MHz
12a
12b
16a
16b
셀룰러 필터
PCS 필터
20a
20b
LNA
LNA
52a
52b
76
멀티플렉서
필터 또는
파워
결합기
56
A/D
24
Fs=400Ms/s
50
디지털
신호
프로세서
(DSP)
26
기저대역 주파수
셀룰러 대역
24-49 MHz
PCS 대역
90-150 MHz

도면4


24-49 MHz
90-150 MHz
824-849 MHz
1850-1910 MHz
디지털 프로세싱
A/D 입력 주파수
DSP
DSP
60a
60b
60c
60d
60e
60f
60g
60h
60i
60j
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000

도면5

나이키스트 존
주파수도

fs= 61.44 fs/2= 30.72

나이키스트 존 (15 MHz 대역폭에서의 주파수)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23.94	37.5	85.38	98.94	146.8	160.4	208.3	221.8	269.7	283.3
8.94	52.5	70.38	113.9	131.8	175.4	193.3	236.8	254.7	298.3

나이키스트 존 (15 MHz 대역폭에서의 주파수)									
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
331.1	344.7	392.6	406.1	454	467.6	515.5	529	576.9	590.5
316.1	359.7	377.6	421.1	439	482.6	500.5	544	561.9	605.5

나이키스트 존 (15 MHz 대역폭에서의 주파수)									
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
638.3	651.9	699.8	713.3	761.2	774.8	822.7	836.2	884.1	897.7
623.3	666.9	684.8	728.3	746.2	789.8	807.7	851.2	869.1	912.7

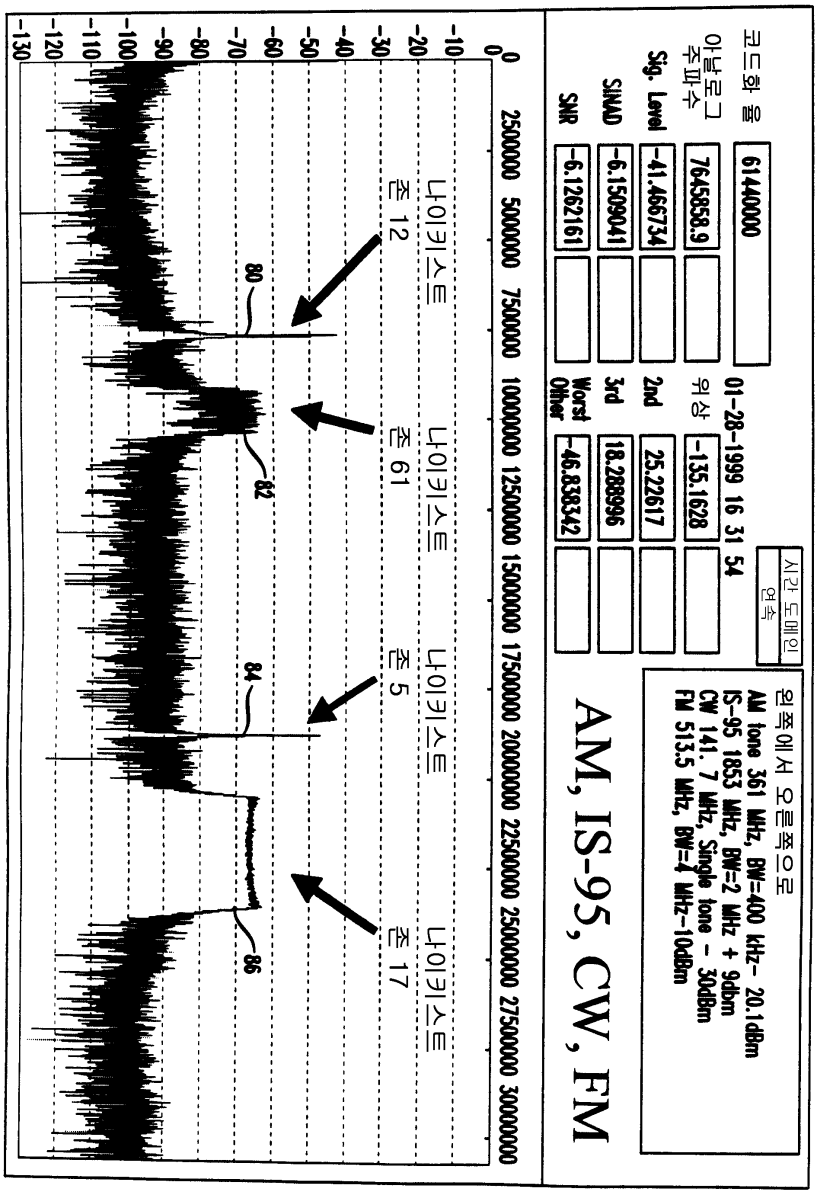
나이키스트 존 (15 MHz 대역폭에서의 주파수)									
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
945.5	959.1	1007	1021	1068	1082	1130	1143	1191	1205
930.5	974.1	992	1036	1053	1097	1115	1158	1176	1220

나이키스트 존 (15 MHz 대역폭에서의 주파수)									
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1253	1266	1314	1328	1376	1389	1437	1451	1499	1512
1238	1281	1299	1343	1361	1404	1422	1466	1484	1527

나이키스트 존 (15 MHz 대역폭에서의 주파수)									
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1560	1574	1621	1635	1683	1696	1744	1758	1806	1819
1545	1589	1606	1650	1668	1711	1729	1773	1791	1834

나이키스트 존 (15 MHz 대역폭에서의 주파수)									
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
1867	1881	1929	1942	1990	2004	2051	2065	2113	2126
1852	1896	1914	1957	1975	2019	2036	2080	2098	2141

도면6


코드화 율
6144000
아날로그 주파수
7645858.9
Sig. Level
-41.466734
SINAD
-6.1509041
SNR
-6.1262161
01-28-1999 16 31 54
위상
-135.1628
2nd
25.22617
3rd
18.288996
Worst Other
-46.838342
시간 도메인
연속
왼쪽에서 오른쪽으로
AM tone 361 MHz, BW=400 kHz- 20.1dBm
IS-95 1853 MHz, BW=2 MHz + 9dbm
CW 141.7 MHz, Single tone - 30dBm
FM 513.5 MHz, BW=4 MHz-10dBm
AM, IS-95, CW, FM
나이키스트 존 12
나이키스트 존 61
나이키스트 존 5
나이키스트 존 17
80
82
84
86
0
2500000
5000000
7500000
10000000
12500000
15000000
17500000
20000000
22500000
25000000
27500000
30000000
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100
-110
-120
-130