



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0121450
(43) 공개일자 2009년11월26일

(51) Int. Cl.

A61B 5/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0047363

(22) 출원일자 2008년05월22일

심사청구일자 2008년05월22일

(71) 출원인

(주)유비즈플러스

서울 영등포구 여의도동 17-8 동성빌딩 11층

(72) 발명자

이윤수

서울특별시 강동구 고덕1동 시영아파트 32-407

이병섭

서울특별시 서대문구 연희3동 대림아파트 3-701

(74) 대리인

박경훈

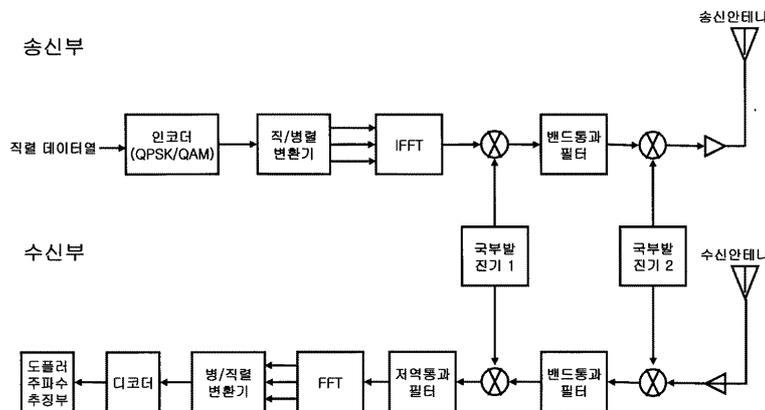
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 바이오 레이더

(57) 요약

본 발명은 바이오 레이더에 관한 것으로서, 본 발명에서는 직렬 데이터를 피검자의 몸에 투사하여 체표면의 심박동이나 수 마이크로미터 이내의 호흡으로 인한 미세한 표면 진동을 도플러 현상으로 나타나는 주파수 천이를 검출하는 바이오 레이더에 있어서, 직렬 데이터를 블록 단위의 병렬 데이터로 변환한 후, 변환된 병렬 데이터를 상호 직교성이 있는 복수 개 서브 반송파로 변조하고, 변조된 신호를 합한 후 송신하는 송신부 및 수신된 신호로부터 상호 직교성 있는 복수 개 서브 반송파를 제거하여 병렬 데이터를 생성하고, 상기 병렬 데이터를 직렬 데이터로 변환한 후, 도플러 현상에 의한 도플러 편이 주파수를 수신하는 수신부를 구비하는 것을 특징으로 하는 바이오 레이더가 제공된다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

직렬 데이터를 피검자의 몸에 투사하여 체표면의 심박동이나 수 마이크로미터 이내의 호흡으로 인한 미세한 표면 진동을 도플러 현상으로 나타나는 주파수 천이를 검출하는 바이오 레이더에 있어서,

상기 직렬 데이터를 블록 단위의 병렬 데이터로 변환한 후, 변환된 병렬 데이터를 상호 직교성이 있는 복수 개 서브 반송파로 변조하고, 변조된 신호를 합한 후 송신하는 송신부; 및

수신된 신호로부터 상호 직교성 있는 복수 개 서브 반송파를 제거하여 병렬 데이터를 생성하고, 상기 병렬 데이터를 직렬 데이터로 변환한 후, 도플러 현상에 의한 도플러 편이 주파수를 수신하는 수신부를 구비하는 것을 특징으로 하는 바이오 레이더.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 송신부는 상기 직렬 데이터를 블록 단위의 병렬 데이터로 변환하는 직/병렬 변환기와, 상기 직/병렬 변환된 신호를 고속 퓨리에 역변환시키는 고속 퓨리에 역변환기와, 상기 고속 퓨리에 역변환된 신호를 캐리어 주파수로 상향시키는 주파수 상향기 및 상기 주파수 상향기의 출력신호를 송신하는 송신 안테나를 포함하고,

상기 수신부는 신호를 수신하는 수신 안테나를 포함하고, 상기 수신 안테나의 출력신호에서 캐리어 주파수를 하향 주파수로 변환하는 주파수 하향기와, 상기 주파수 하향기의 출력 신호를 고속 퓨리에 변환하여 병렬 데이터를 출력하는 고속 퓨리에 변환기와, 상기 고속 퓨리에 변환부의 병렬 데이터를 직렬 데이터로 변환하는 병/직렬 변환기를 포함하는 것을 특징으로 하는 바이오 레이더.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 수신단의 직/병렬 변환기의 전단에 QPSK 변조기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 바이오 레이더.

청구항 4

제 2항 또는 제 3항에 있어서,

상기 수신단에서 상기 주파수 하향부와 상기 고속 퓨리에 변환부 사이에 적응형 필터를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 바이오 레이더.

청구항 5

제 2항 또는 제 3항에 있어서,

상기 수신 안테나는 어레이 안테나로 구비되는 것을 특징으로 하는 바이오 레이더.

청구항 6

제 2항 또는 제 3항에 있어서,

$$E\left[\frac{Y(k)}{X(k)}\right] \simeq \exp(j\pi\epsilon)$$

" , 여기서 Y(k)는 k번째 서브 캐리어에 의해 수신된 데이터이고, X(k)는 k번째 서브 캐리어의 추정된 데이터이며, E[x]는 x의 기대값(Expectation)을 의미하며, ε은 도플러 편이 주파수를 서브 캐리어 주파수 간격으로 나눈 값" 으로부터 도플러 편이 주파수(Δf)를 산출하는 것을 특징으로 하는 바이오 레이더.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 바이오 레이더에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 본 발명은 무자각 비접촉 심장박동과 호흡을 측정하기 위하여 복수의 직교성 반송파를 사용함으로써 에너지 송출을 위한 필요한 대역폭을 확보하는 한편, 복수의 반송파를 사용함으로써 단일주파수가 갖는 타겟과의 거리에 따른 널 포인터(Null Point)를 배제할 수 있을 뿐만 아니라 복수의 주파수 각각에 대하여 도플러 편이를 용이하게 추출할 수 있는 바이오 레이더에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 생체에 전파를 발사하여 생체의 움직임에 파악하고자 하는 바이오 레이더는 환자에 적용할 경우 비접촉 방식으로 심장박동 및 호흡을 측정하거나 또는 건물붕괴 등의 재난 시 잔해 속에 생명체의 존재 유무를 판정할 수 있는 장치로서 최근 많은 연구가 진행되고 있다.
- <3> 이러한 바이오 레이더는 송출된 전파가 생체의 외부 또는 내부 장기의 움직임에 의해 야기되는 전파의 도플러 편이 주파수를 측정하는 것이 주요기능이 된다. 그런데 대상이 생명체이기 때문에 송출할 수 있는 전파의 출력에 있어서 많은 제약이 따르고 생체로부터 반사된 신호가 매우 미약하기 때문에 일반적으로 근거리에서 위치한 타겟(생명체)을 대상으로 동작하게 된다.
- <4> 수신된 신호가 매우 미약하다는 점 외에도 수신된 신호의 주파수가 도플러 효과에 의한 약간의 주파수 변위 외에는 송출된 신호와 거의 동일한 주파수 대역에 위치해 있기 때문에 수신된 신호에서 타겟(생체)으로부터 반사된 신호만을 추출하는 것이 매우 중요한 문제가 된다.
- <5> 현재까지 바이오 레이더에 사용되는 송신신호의 형태는 크게 점유 주파수 대역 형태에 따라 단일 CW 와 UWB(Ultra Wide Band)로 나누어진다. 단일 CW에 의한 바이오 레이더는 시스템의 구성이 간단한 장점이 있으나 타겟의 위치에 따라 시스템 성능이 좌우되는 널 포인터(Null Point)가 존재하는 점과 사용할 수 있는 송출 에너지가 한정될 수밖에 없는 단점 때문에 효과적으로 수신 신호를 도출할 수 없을 뿐만 아니라 단일 주파수 성분 에 의한 에러가 전체 시스템 성능을 결정하게 된다. 이러한 단점을 극복하기 위해 UWB를 사용하는 바이오 레이더가 있는데 넓은 주파수 대역을 점유하는 낮은 에너지 레벨의 송출신호 사용함으로써 송출할 수 있는 전체 에너지 면에서 유리한 점이 있으나 넓은 주파수 대역에서 도플러 주파수 편이 또는 시간 영역에서의 지연을 추출하는데 시스템의 복잡도가 증가한다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <6> 본 발명은 상기 문제점을 해결하고자 하는 것으로서, 본 발명에서는 바이오 레이더에서 사용하는 주파수 대역을 단일 CW 와 UWB의 중간인 직교성을 갖는 다중 반송파를 사용함으로써 종래 두 가지 방식의 장점을 취하고 단점을 보완하는 바이오 레이더를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <7> 또한 본 발명의 또 다른 목적은 직교성을 갖는 다중반송파를 사용하는데 따른 각 반송파 주파수 성분에서의 도플러 주파수 측정을 도플러 주파수 편이에 비례하는 수신 데이터 성좌도로 도출함으로써 도플러주파수 편이 정보 추출에 있어 정확도를 향상시키고 복잡도를 현저히 줄일 수 있는 바이오 레이더를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

<8> 본 발명의 상기 목적은 직렬 데이터를 피검자의 몸에 투사하여 체표면의 심박동이나 수 마이크로미터 이내의 호흡으로 인한 미세한 표면 진동을 도플러 현상으로 나타나는 주파수 편이를 검출하는 바이오 레이더에 있어서, 직렬 데이터를 블록 단위의 병렬 데이터로 변환한 후, 변환된 병렬 데이터를 상호 직교성이 있는 복수 개 서브 반송파로 변조하고, 변조된 신호를 합한 후 송신하는 송신부 및 수신된 신호로부터 상호 직교성 있는 복수 개 서브 반송파를 제거하여 병렬 데이터를 생성하고, 상기 병렬 데이터를 직렬 데이터로 변환한 후, 도플러 현상에 의한 도플러 편이 주파수를 수신하는 수신부를 구비하는 것을 특징으로 하는 바이오 레이더에 의해서 달성 가능하다.

<9> 바람직하게는 송신부는 상기 직렬 데이터를 블록 단위의 병렬 데이터로 변환하는 직/병렬 변환부와, 상기 직/병렬 변환된 신호를 고속 퓨리에 역변환시키는 고속 퓨리에 역변환부와, 상기 고속 퓨리에 역변환된 신호를 캐리어 주파수로 상향시키는 주파수 상향부 및 상기 주파수 상향부의 출력신호를 송신하는 송신 안테나를 포함하고, 수신부는 신호를 수신하는 수신 안테나를 포함하고, 상기 수신 안테나의 출력신호에서 캐리어 주파수를 하향 주파수로 변환하는 주파수 하향부와, 상기 주파수 하향부의 출력 신호를 고속 퓨리에 변환하여 병렬 데이터를 출력하는 고속 퓨리에 변환부와, 상기 고속 퓨리에 변환부의 병렬 데이터를 직렬 데이터로 변환하는 병/직렬 변환기를 포함하는 것이 좋다. 더욱 바람직하게는 수신단의 직/병렬 변환부의 전단에 QPSK 변조부를 더 구비하는 것이 좋으며, 수신단에서 상기 주파수 하향부와 상기 고속 퓨리에 변환부 사이에 적응형 필터를 더 구비하는 것이 좋다. 적응형 필터 대신에 수신 안테나를 어레이 안테나로 구비하여도 무방하다.

<10> 본 발명의 바이오 레이더에서 도플러 편이 주파수는 OFDM 송수신기를 이용하여 식

$$E\left[\frac{Y(k)}{X(k)}\right] \cong \exp(j\pi\epsilon)$$

으로부터 구해진다. 여기서 Y(k)는 k번째 서브 캐리어에 의해 수신된 데이터이고, X(k)는 k번째 서브 캐리어의 추정된 데이터이며, E[x]는 x의 기대값(Expectation)을 의미하며, ε은 도플러 편이 주파수를 서브 캐리어 주파수 간격으로 나눈 값을 의미한다.

효과

<11> 본 발명에 따른 바이오 레이더의 효과는 다음 6가지로 요약된다. 첫째 직교성 다중 반송파를 사용함으로써 생체 대상 사용 가능 에너지 대역을 증가시킴으로써 결과적으로 송출 출력을 증가시킬 수 있다. 둘째, 직교성 다중반송파를 사용함으로써 단일 CW 파에서 유발되는 널 포인트(Null Point)를 배제할 수 있다. 셋째, 직교성 다중반송파의 각각의 도플러 주파수 편이 정보를 활용하므로 도플러 주파수 편이 측정 정확도를 높일 수 있다. 넷째, 수신단에서 적응형 필터 또는 어레이 안테나를 사용함으로써 향상된 타겟신호 반사신호를 확보할 수 있고 결과적으로 시스템 성능을 향상시킬 수 있다. 다섯째, 직교성 다중 반송파의 도플러 주파수 편이를 수신데이터 성좌도로부터 도출함으로써 도플러 주파수 측정에 있어 복잡도를 배제하고 정확도를 향상시킬 수 있다. 여섯째, 제안된 바이오 레이더 기본구조가 통신시스템으로 사용되는 OFDM 송,수신기 구조와 유사함으로 시스템 구현에 있어 소형, 경량화 및 경제성 확보가 용이하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<12> 본 발명의 구성은 크게 3 부분으로 요약된다. 첫째 바이오 레이더의 사용주파수를 직교성 다중주파수를 사용한

다. 다중주파수를 사용하기 위해 도 1에서 보는 바와 같이 IFFT를 이용하는 관계로 $N = 2^n$ 으로 표시되는 직교성 반송파 주파수 개수 N을 선택할 수 있다. 직교성 반송파수인 N이 증가함에 따라 시스템 복잡도가 증가하지만 각 반송파로 추출되는 도플러 주파수 측정 정확도는 향상된다. IFFT-FFT 로 구성되는 송,수신 구조는 DMB, WiBro, 4G 등에 일반화된 OFDM 송,수신 시스템 구조이기 때문에 시스템 구성에 있어 소형, 경량화 및 경제성을 손쉽게 확보할 수 있다. 둘째, 송신 신호와 타겟으로부터 반사된 신호가 혼재되어 있는 수신 신호로부터 순수하게 타겟으로부터 반사된 신호를 확보하기 위하여 시간적으로 도 2에서와 같은 적응형 필터 LMS(Least Mean Square) 알고리즘을 사용하여 타겟으로부터 반사된 신호만을 효과적으로 분리해 낼 수 있다. 또는 도 3a 및 도 3b에 도시한 바와 같이 어레이 안테나를 사용하여 공간적으로 타겟으로부터 반사된 신호만을 송신신호로부터 분리해 낼 수 있다. 실제 바이오 레이더에서는 도 2 또는 도 3a 및 도 3b를 선택할 수 있고, 성능을 극대화시키기 위해 동시에 채택할 수 있다. 셋째, 직교성 다중반송파 각각에서 도플러 주파수 편이에 따른 정보를 추출하기 위해 수학식 1 내지 수학식 10 으로 표시되는 도플러 주파수 편이와 수신 데이터의 성좌도상의 편이의 선형적 관계를 이용하여 도플러 주파수 편이를 손쉽게 도출할 수 있다. 이 역시 기존의 OFDM 수신시스템에 적용된 복조과정과 동일하므로 수신시스템에 있어 소형경량화 및 경제성을 확보할 수 있다.

<13> 도 1의 본 발명에 따른 일 실시예의 바이오 레이더의 전체 구성도에 대해서 설명하기로 한다. 송신부는 입력되는 직렬 데이터를 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 또는 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 인코더부를 거쳐 인코딩하고, 인코딩된 직렬 데이터를 블록 단위의 병렬 데이터로 변환하는 직/병렬 변환기와, 상기 직/병렬 변환된 신호를 고속 퓨리에 역변환시키는 고속 퓨리에 역변환기와, 상기 고속 퓨리에 역변환된 신호를 캐리어 주파수로 상향시키는 주파수 상향부 및 상기 주파수 상향부의 출력신호를 송신하는 송신 안테나로 구성한다.

<14> 수신부는 신호를 수신하는 수신 안테나와, 수신 안테나의 출력신호에서 캐리어 주파수를 하향 주파수로 변환하는 주파수 하향기와, 상기 주파수 하향기의 출력 신호를 고속 푸리에 변환하여 병렬 데이터를 출력하는 고속 푸리에 변환기와, 상기 고속 푸리에 변환부의 병렬 데이터를 직렬 데이터로 변환하는 병/직렬 변환기와, 수신기의 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 또는 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 인코더부의 역기능을 하는 디코더부 및 도플러 편이 주파수 추정부로 구성된다.

<15> 수신된 성좌도 통계적 특성을 이용하여 도플러 주파수 편이를 측정하는 방법은 다음 식에서 설명되는 바와 같다.

<16> 도플러 현상에 의한 주파수 편이가 발생될 경우, 서브 캐리어간 직교성 훼손에 의한 k번째 캐리어에 수신된 신호는 상호 캐리어 간의 간섭(Inter-carrier Interference)을 고려하여 나타내면 수학식 1, 2 와 같이 표시된다.

수학식 1

<17>
$$Y(k) = X(k)S(0) + \sum_{l=0, l \neq k}^{N-1} X(l)S(l-k) + n_k \quad k=0,1, \dots, N-1$$

<18> 여기서 N은 전체 캐리어 수, X(k)는 k번째 캐리어에 송신된 심볼데이터, n_k는 AWGN(Additive White Gaussian Noise, 부가적인 백색 가우시안 잡음)을 나타낸다. 수학식 1에서 첫 번째 항은 원 신호를 나타내며, 두 번째 항은 상호 캐리어간의 간섭을 표현한다. 여기서 S(l-k)는 수학식 2와 같다.

수학식 2

<19>
$$S(l-k) = \frac{\sin(\pi(l-k+\epsilon))}{N\sin(\frac{\pi}{N}(l-k+\epsilon))} \exp(j\pi(1-\frac{1}{N})(l-k+\epsilon))$$

<20> 여기서 ε는 도플러 편이 주파수를 서브 캐리어 주파수 간격으로 나눈 값이다. 인접 캐리어에 의한 간섭의 크기는 인접된 수 개의 캐리어에 실린 심볼에 의해 결정되므로 k를 중심으로 양쪽으로 2번째 캐리어만을 포함시켜 수학식 1 은 수학식 3으로 근사시킬 수 있다.

수학식 3

<21>
$$Y(k) \cong X(k)S(0) + X(k-1)S(-1) + X(k+1)S(+1) + X(k-2)S(-2) + X(k+2)S(+2)$$

<22> 수학식 3 을 간단히 하기 위하여 수학식 2 의 첫째항과 둘째항을 삼각함수 공식 및 근사식을 이용하여 수학식 4 와 5로 각각 근사화시킬 수 있다.

수학식 4

<23>
$$\frac{\sin(\pi(l-k+\epsilon))}{N\sin(\frac{\pi}{N}(l-k+\epsilon))} \cong \frac{\sin\pi\epsilon}{N\sin(\frac{\pi}{N}(l-k))} \cong \frac{\epsilon}{l-k}$$

수학식 5

<24>
$$\exp(j\pi(1-1/N)(l-k+\epsilon)) \cong \exp(j\pi(l-k))\exp(j\pi\epsilon)$$

<25> 수학식 4 및 5를 수학식 3에 대입하면 수학식 6으로 표시된다.

수학식 6

$$Y(k) \cong X(k)\exp(j\pi\epsilon) + [-X(k-1) - X(k+1)]\epsilon\exp(j\pi\epsilon) + [X(k-2) + X(k+2)]\frac{\epsilon}{2}\exp(j\pi\epsilon)$$

<26>

<27> 수학식 6을 추정된 $\chi(k)$ 로 나눈 후 Expectation 을 취하면 수학식 7 이 된다.

수학식 7

$$E\left[\frac{Y(k)}{\chi(k)}\right] \cong E\left[\frac{X(k)}{\chi(k)}\right]\exp(j\pi\epsilon) + E\left[\frac{-X(k-1) - X(k+1)}{\chi(k)}\right]\epsilon\exp(j\pi\epsilon) + E\left[\frac{X(k-2) + X(k+2)}{\chi(k)}\right]\frac{\epsilon}{2}\exp(j\pi\epsilon)$$

<28>

<29> 그런데 수학식 7의 Expectation 값은 각각 수학식 8과 같으므로

수학식 8

$$E\left[\frac{X(k)}{\chi(k)}\right] \cong 1, E\left[\frac{-X(k-1) - X(k+1)}{\chi(k)}\right] \cong 0, E\left[\frac{X(k-2) + X(k+2)}{\chi(k)}\right] \cong 0$$

<30>

<31> 수학식 7은 최종적으로 수학식 9 로 정리된다.

수학식 9

$$E\left[\frac{Y(k)}{\chi(k)}\right] \cong \exp(j\pi\epsilon)$$

<32>

<33> 즉, 수신된 데이터를 추정된 데이터로 나눈 후 기대값을 구하면 구해진 복소수 값의 위상 성분이 ($\pi\epsilon$)이 되므로, ϵ 을 정의한 수학식 10을 수학식 9에 대입하면 도플러 편이 주파수 Δf 를 구할 수 있다.

수학식 10

$$\epsilon = \frac{\Delta f}{f_s}, \quad f_s : \text{직교 다중반송파 주파수 간격}$$

<34>

<35> 구해진 도플러 편이 주파수 Δf 를 이용해서 건물붕괴 등의 재난 시 잔해 속에 생명체의 존재 유무를 판정할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

<36> 도 1은 본 발명에 따른 일 실시예의 바이오 레이더의 전체 구성도.

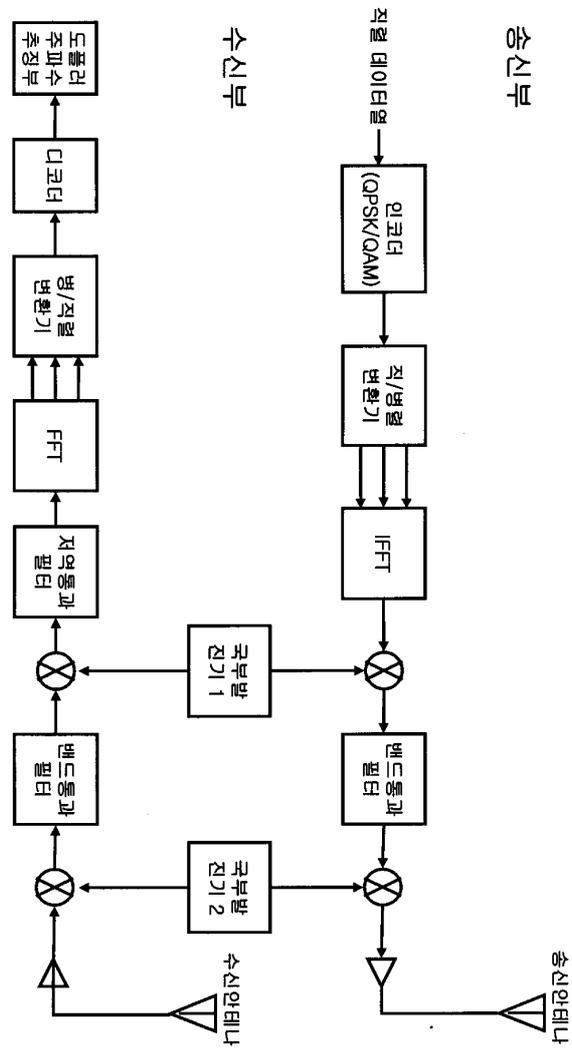
<37> 도 2는 본 발명에 따른 일 실시예로서 적용용 필터는 채택한 바이오 레이더의 수신부 구성도.

<38> 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 바이오 레이더의 수신부에 사용 가능한 어레이 안테나 및 해당 빔 패턴.

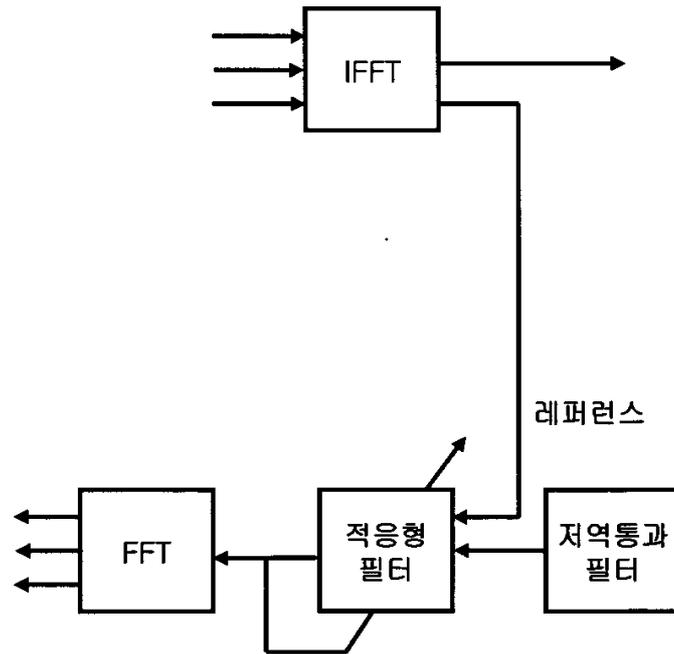
<39> 도 4는 본 발명의 바이오 레이더를 적용한 경우 도플러 주파수 편이에 따른 수신 성좌도의 선형적 편이도.

도면

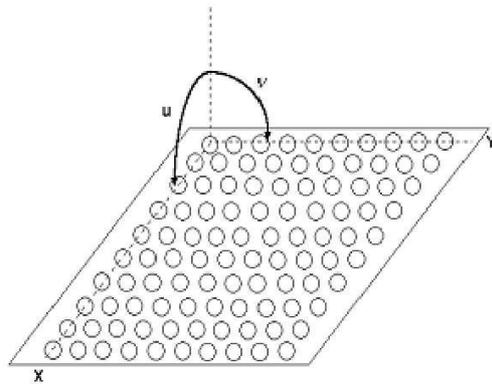
도면1



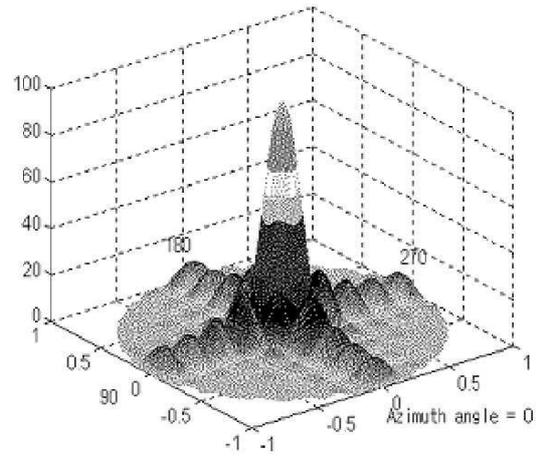
도면2



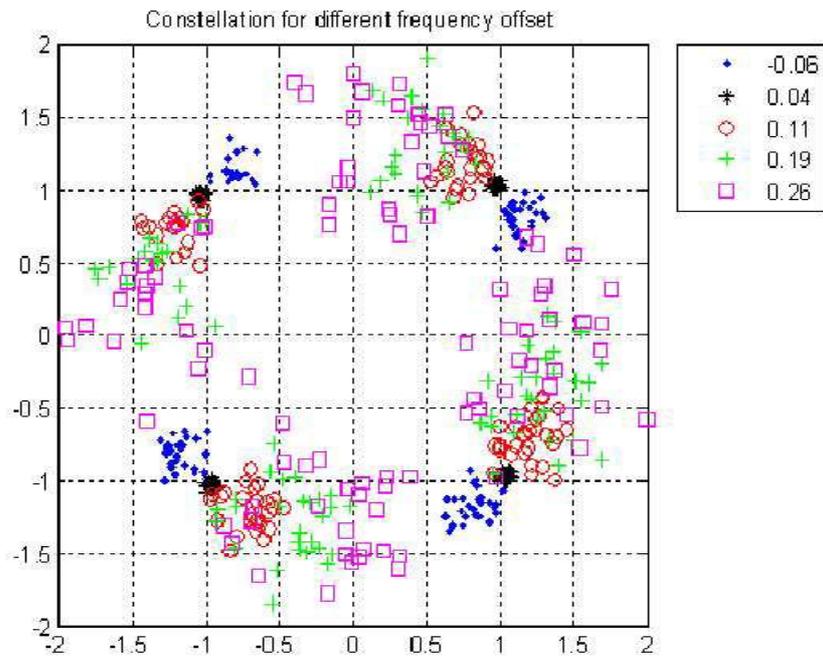
도면3a



도면3b



도면4



专利名称(译)	生物雷达		
公开(公告)号	KR1020090121450A	公开(公告)日	2009-11-26
申请号	KR1020080047363	申请日	2008-05-22
[标]申请(专利权)人(译)	HERMETIS		
申请(专利权)人(译)	先生梅蒂斯股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	先生梅蒂斯股份有限公司		
[标]发明人	LEE YUN SOO 이윤수 LEE BYUNG SEUB 이병섭		
发明人	이윤수 이병섭		
IPC分类号	A61B5/00		
代理人(译)	Kyeong HUN PARK		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及生物雷达，它包括接收器，用于检测频率转换，将串行数据投射到受检者的状态，并显示由于体表心率内的呼吸引起的微小表面振荡或数字千分尺。本发明中的多普勒频移，将变换后的并行数据串行数据调制成雷达，并在转换成具有双正交性的多个子载波后定向的块的并行数据中去除多个子 - 具有来自发送单元的双正交性的载波和在进行总和之后发送调制信号的接收信号并且产生并行数据并且在进行转换之后通过多普勒将并行数据移位到串行数据来接收多普勒频移频率。并提供雷达。

