



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0130234
(43) 공개일자 2016년11월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 9/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G06K 9/0002 (2013.01)
G06K 9/00087 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7024236
- (22) 출원일자(국제) 2015년03월05일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2015년09월01일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/019069
- (87) 국제공개번호 WO 2015/134816
국제공개일자 2015년09월11일
- (30) 우선권주장
61/948,778 2014년03월06일 미국(US)
14/639,116 2015년03월04일 미국(US)

- (71) 출원인
헬컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
- (72) 발명자
키친스, 잭 콘웨이
미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
슈나이더, 존 케이트
미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인 남앤드남

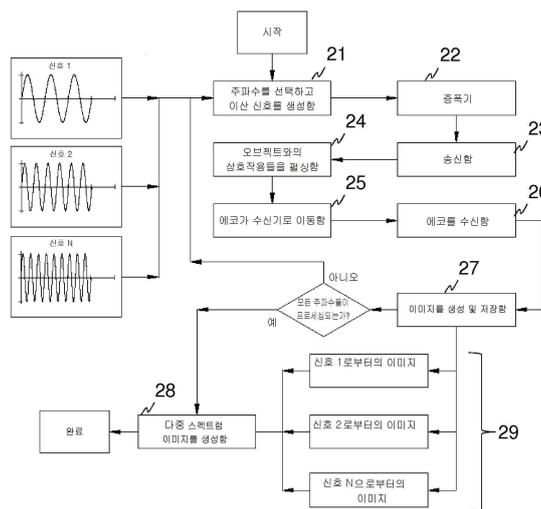
전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 발명의 명칭 다중-스펙트럼 초음파 이미징

(57) 요약

다중-스펙트럼 초음파 이미징을 위한 시스템들 및 방법들이 개시된다. 하나의 실시예에서, 손가락은 복수의 초음파 스캔 주파수들에서 스캔된다. 각각의 스캔 주파수는 손가락이 제공되는 플레탄의 표면으로부터 반사되는 에너지의 양을 표시하는 신호-강도를 포함하는 손가락의 복수의 픽셀들을 설명하는 이미지 정보 세트를 제공한다. 픽셀들 각각에 대해, 스캔 주파수들 각각에 대응하는 픽셀 출력 값은 각각의 픽셀에 대해 결합된 픽셀 출력 값을 생성하기 위해서 결합된다. 다중-스펙트럼 초음파 이미징의 데이터 캡처를 개선하기 위한 시스템들 및 방법들이 또한 개시된다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

힌거, 아시시

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775

랑가나단, 란지스

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775

쿠오, 나이-퀴

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775

쥘르데브, 코스타딘 디.

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775

고제빅, 스티븐 엠.

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775

번스, 데이비드 윌리엄

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775

추이, 나오 수가와라

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775

두, 엘리자 잉지

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775

첸, 밍 유

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775

찬, 콕령

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775

구, 진

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775

부랄, 에스라

미국 92121-1714 캘리포니아 샌 디에고 모어하우스
드라이브 5775

명세서

청구범위

청구항 1

손가락을 스캔하는 방법으로서,

복수의 초음파 스캔 주파수들을 통해 초음파 센서의 이미징 표면 상에 포지셔닝되는 손가락을 스캔하는 단계;

상기 스캔 주파수들 각각에 대해 상기 초음파 센서의 복수의 픽셀들로부터의 초음파 이미지 정보 세트를 생성하는 단계 - 상기 이미지 정보 세트는 상기 복수의 픽셀들 각각으로부터의 픽셀 출력 값을 포함하고, 각각의 픽셀 출력 값은 상기 이미징 표면으로부터 반사되는 에너지의 양을 표시함 - ; 및

결합된 이미지 정보 세트를 생성하기 위해서 상기 스캔 주파수들 각각에 대응하는 상기 이미지 정보 세트들을 결합하는 단계를 포함하고,

상기 결합된 이미지 정보 세트는 상기 복수의 픽셀들 각각으로부터의 결합된 픽셀 출력 값들을 포함하는,

손가락을 스캔하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

각각의 픽셀 출력 값을 그레이-스케일(gray-scale) 값으로 변환하는 단계; 및

상기 손가락의 지문을 표현하는 상기 결합된 이미지 정보 세트로서 상기 복수의 픽셀들에 대한 상기 그레이-스케일 값들을 제공하는 단계를 더 포함하는,

손가락을 스캔하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

라이브니스(liveness) 결정을 수행하기 위해서 상기 복수의 초음파 이미지 정보 세트들을 사용하는 단계; 및

상기 라이브니스 결정을 표시하는 라이브니스 출력 신호를 제공하는 단계를 더 포함하는,

손가락을 스캔하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 이미지 정보 세트들을 결합하는 단계는,

합을 생성하기 위해서 상기 픽셀 출력 값들을 가산하는 단계;

상기 픽셀 출력 값들 각각에 대한 평균 값을 생성하기 위해서 상기 합을 초음파 스캔 주파수들의 수로 나누는 단계; 및

상기 결합된 픽셀 출력 값으로서 상기 평균 값을 사용하는 단계를 포함하는,

손가락을 스캔하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 이미지 정보 세트들을 결합하는 단계는,

각각의 스캔 주파수에 대해, 가중 팩터를 식별하는 단계;

픽셀 출력 값의 곱을 생성하기 위해서 각각의 픽셀 출력 값을 상기 대응하는 가중 팩터와 곱하는 단계; 및
 합을 생성하기 위해서 픽셀 출력 값의 곱들을 가산하는 단계;
 상기 픽셀 출력 값들 각각에 대한 평균 값을 생성하기 위해서 상기 합을 스캔 주파수들의 수로 나누는 단계; 및
 상기 결합된 픽셀 출력 값으로서 상기 평균 값을 사용하는 단계를 포함하는,
 손가락을 스캔하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 가중 팩터는 다음의 수식:

$$w(fi) = (e(avgi * fi) - e(avgi * fmax)) / (e(avgi * fmin) - e(avgi * fmax))$$

을 사용하여 계산되고,

여기서,

w(fi)는 제 i 스캔 주파수에 대한 가중 팩터이고;

avgi는 제 i 스캔 주파수 및 그 다음 하위 스캔 주파수에서의 상기 픽셀 출력 값들의 평균 값이고;

fmin은 최저 스캔 주파수이고;

fmax는 최고 스캔 주파수인,

손가락을 스캔하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 이미지 정보 세트들을 결합하는 단계는, 상기 이미지 정보 세트들에서 상기 픽셀 출력 값들로부터의 상기 스캔 주파수들 각각에 대해 공분산 행렬(covariance matrix)을 생성하는 단계, 및 각각의 픽셀 출력 값에 대해 결합된 값을 가지는 결합된 행렬을 제공하기 위해서 공분산 행렬들을 결합하는 단계를 포함하는,

손가락을 스캔하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 공분산 행렬들을 결합하는 단계는 상기 공분산 행렬들에서의 엔트리들 사이에서 보간하는 단계를 포함하는,

손가락을 스캔하는 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

각각의 스캔 주파수에 대해, 가중 팩터를 식별하는 단계; 및

상기 공분산 행렬들을 결합하기 전에 상기 공분산 행렬들에서의 각각의 엔트리를 상기 대응하는 가중 팩터와 곱하는 단계를 더 포함하는,

손가락을 스캔하는 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 가중 팩터는 다음의 수식:

$$w(f_i) = (e(\text{avgi} * f_i) - e(\text{avgi} * f_{\text{max}})) / (e(\text{avgi} * f_{\text{min}}) - e(\text{avgi} * f_{\text{max}}))$$

을 사용하여 계산되고,

여기서,

$w(f_i)$ 는 상기 제 i 스캔 주파수에 대한 가중 팩터이고;

avgi 는 상기 제 i 스캔 주파수 및 그 다음 하위 스캔 주파수에서의 상기 픽셀 출력 값들의 평균 값이고;

f_{min} 은 최저 스캔 주파수이고; 그리고

f_{max} 는 최고 스캔 주파수인,

손가락을 스캔하는 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 스캔 주파수들은:

복수의 초음파 테스트 주파수들에서, 상기 초음파 센서의 이미징 표면 상의 손가락 없이 스캔하고; 그리고

피크 테스트 주파수들을 식별함으로써 선택되고,

피크 테스트 주파수는 바로 더 낮은 테스트 주파수 및 바로 더 높은 테스트 주파수가 상기 피크 테스트 주파수보다 적은 에너지를 리턴하는 테스트 주파수인,

손가락을 스캔하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

피크 테스트 주파수들을 선택하는 단계 - 각각의 선택된 피크 테스트 주파수는 다수의 다른 테스트 주파수들보다 높은 리턴 에너지를 가짐 - , 및

상기 복수의 스캔 주파수들로서 상기 선택된 피크 테스트 주파수들을 사용하는 단계를 더 포함하는,

손가락을 스캔하는 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 피크 테스트 주파수들의 이미지 품질을 평가하는 단계;

피크 테스트 주파수들을 선택하는 단계 - 각각의 선택된 피크 테스트 주파수는 다른 피크 테스트 주파수들보다 양호한 이미지 품질을 가짐 - , 및

상기 복수의 스캔 주파수들로서 상기 선택된 피크 테스트 주파수들을 사용하는 단계를 더 포함하는,

손가락을 스캔하는 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 피크 테스트 주파수들 중 하나를 선택하는 단계, 및

상기 복수의 스캔 주파수들 중 하나로서 상기 선택된 피크 테스트 주파수를 사용하는 단계를 더 포함하는,

손가락을 스캔하는 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 피크 테스트 주파수들 중 상기 선택된 피크 테스트 주파수에 미리 결정된 오프셋을 가산 또는 감산함으로써 상기 복수의 스캔 주파수들 중 추가 스캔 주파수들을 식별하는 단계를 더 포함하는, 손가락을 스캔하는 방법.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 피크 테스트 주파수들 중 상기 선택된 피크 테스트 주파수를 포함하는 범위를 식별하고; 그리고 식별된 범위 내에 있을 상기 스캔 주파수들을 선택함으로써, 상기 복수의 스캔 주파수들 중 추가 스캔 주파수들을 식별하는 단계를 더 포함하는, 손가락을 스캔하는 방법.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 선택된 피크 테스트 주파수의 고조파들을 식별함으로써 상기 복수의 스캔 주파수들의 추가 스캔 주파수들을 식별하는 단계를 더 포함하는, 손가락을 스캔하는 방법.

청구항 18

제 3 항에 있어서,

초음파 정보 세트를 생성하는 단계는 각각의 픽셀에 대한 라이브니스의 벡터를 생성하는 단계를 더 포함하는, 손가락을 스캔하는 방법.

청구항 19

손가락을 스캔하기 위한 시스템으로서,

손가락을 수신하도록 구성되는 이미징 표면;

주파수들의 범위 상에서, 복수의 전기 신호들에 대한 응답으로 상기 이미징 표면으로 지향되는 하나 또는 그 초과 평면 초음파들(ultrasonic plane waves)을 생성하기 위한 평면 초음파 송신기(plane wave ultrasonic transmitter);

상기 신호 생성기로부터 전기 신호를 수신하고, 상기 초음파 송신기를 구동시키기 위해서 상기 전기 신호를 사용하여 구성되는 송신기 드라이버 증폭기;

상기 이미징 표면으로부터 하나 또는 그 초과 반사 초음파 신호들을 수신하도록 구성되는 초음파 센서 어레이; 및

관심있는 각각의 주파수에서 상기 하나 또는 그 초과 반사 초음파 신호들에 대응하는 이미지 정보 세트들을 생성하고, 상기 이미지 정보 세트들을 결합하기 위한 전자 서브시스템을 포함하는,

손가락을 스캔하기 위한 시스템.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

초음파 주파수 범위 내에서의 복수의 상이한 이산 주파수들의 전기 신호들을 상기 평면 초음파 송신기에 송신하도록 구성되는 신호 생성기를 더 포함하는,

손가락을 스캔하기 위한 시스템.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

초음파 주파수 범위 내에서의 복수의 변화하는 주파수들의 전기 신호들을 상기 평면 초음파 송신기에 송신하도록 구성되는 신호 생성기를 더 포함하는,

손가락을 스캔하기 위한 시스템.

청구항 22

제 19 항에 있어서,

상기 하나 또는 그 초과인 수신된 초음파들을 그들의 주파수 컴포넌트들로 분리하기 위한 대역-통과 필터들의 세트를 더 포함하는,

손가락을 스캔하기 위한 시스템.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 시스템에 의해 수집되는 정보 세트들은 출력 이미지를 생성하기 위해 발견적으로(heuristically) 결합되는,

손가락을 스캔하기 위한 시스템.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 시스템에 의해 수집되는 정보 세트들은 출력 이미지를 생성하기 위해서 Neyman-Pearson 다중모달 퓨전 시스템을 사용하여 확률적으로 결합되는,

손가락을 스캔하기 위한 시스템.

청구항 25

컴퓨터 실행가능한 코드를 저장하는 비-일시적 컴퓨터 판독가능한 매체로서,

상기 실행가능한 코드는,

복수의 초음파 스캔 주파수들을 통해 초음파 센서의 이미징 표면 상에 포지셔닝되는 손가락을 스캔하기 위한 명령;

상기 스캔 주파수들 각각에 대해 상기 초음파 센서의 복수의 픽셀들로부터의 초음파 이미지 정보 세트를 생성하기 위한 명령 - 상기 이미지 정보 세트는 상기 복수의 픽셀들 각각으로부터의 픽셀 출력 값을 포함하고, 각각의 픽셀 출력 값은 상기 이미징 표면으로부터 반사되는 에너지의 양을 표시함 - ; 및

결합된 이미지 정보 세트를 생성하기 위해서 상기 스캔 주파수들 각각에 대응하는 상기 이미지 정보 세트들을 결합하기 위한 명령을 포함하고,

상기 결합된 이미지 정보 세트는 상기 복수의 픽셀들 각각으로부터의 결합된 픽셀 출력 값들을 포함하는,

비-일시적 컴퓨터 판독가능한 매체.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

각각의 픽셀 출력 값을 그레이-스케일(gray-scale) 값으로 변환하기 위한 명령; 및

상기 손가락의 지문을 표현하는 상기 결합된 이미지 정보 세트로서 상기 복수의 픽셀들에 대한 상기 그레이-스

캐일 값들을 제공하기 위한 명령을 더 포함하는,
비-일시적 컴퓨터 판독가능한 매체.

청구항 27

제 25 항에 있어서,
라이브니스 결정을 수행하기 위해서 상기 복수의 초음파 이미지 정보 세트들을 사용하기 위한 명령; 및
상기 라이브니스 결정을 표시하는 라이브니스 출력 신호를 제공하기 위한 명령을 더 포함하는,
비-일시적 컴퓨터 판독가능한 매체.

청구항 28

손가락을 스캔하기 위한 시스템으로서,
주파수들의 범위 상에서, 초음파 주파수 범위 내에서의 상이한 이산 주파수들의 전기 신호들을 생성할 수 있는
신호 생성기에 대한 응답으로 하나 또는 그 초과와 평면 초음파들("MFG")을 생성하기 위한 수단;
상기 신호 생성기로부터의 전기 신호에 대한 응답으로 상기 MFG를 구동하기 위한 수단;
상기 손가락에 접촉하고, 상기 MFG로부터의 초음파들을 초음파 센서 어레이 수단으로 반사하기 위한 수단 - 상
기 초음파 센서 어레이 수단은 반사 초음파 신호들을 수신하도록 구성됨 - ; 및
관심있는 각각의 주파수에서 각각의 수신된 반사 초음파 신호에 대해 상기 손가락의 이미지 정보 세트를 형성하
고, 형성된 이미지 정보 세트들을 결합하기 위한 수단을 포함하는,
손가락을 스캔하기 위한 시스템.

청구항 29

제 28 항에 있어서,
상기 하나 또는 그 초과와 수신된 초음파 신호들을 그들의 주파수 컴포넌트들로 분리하기 위한 수단을 더 포함
하는,
손가락을 스캔하기 위한 시스템.

청구항 30

제 29 항에 있어서,
형성되는 이미지 정보 세트들을 결합하기 위한 수단은 Neyman-Pearson 다중모달 퓨전을 사용하여 출력 이미지를
확률적으로 생성하거나 출력 이미지를 발견적으로 생성하도록 구성되는,
손가락을 스캔하기 위한 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] **관련 출원에 대한 상호 참조**

[0002] [0001] 본 출원은 2014년 3월 6일자로 출원된 "Multi-Spectral Ultrasonic Imaging"라는 명칭의 미국 가출원
번호 제61/948,778호 및 2015년 3월 4일자로 출원된 "Multi-Spectral Ultrasonic Imaging"라는 명칭의 미국 정
규 출원 번호 제14/639,116호에 대한 우선권 및 이익을 주장하고, 상기 출원들의 전체 내용들은 인용에 의해 본
원에 포함된다.

[0003] [0002] 본 개시 내용은 다중-스펙트럼 초음파 이미징을 사용하는 디바이스들 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

- [0004] [0003] 초음파 스캐너는 다양한 타입들의 재료로 구성될 수 있다. 보통, 이러한 스캐너에서 사용되는 초음파 에너지는 이러한 재료들 중 대부분을 통과하도록 요구된다. 초음파가 통과하거나 또는 스트라이크(strike)하는 다양한 재료들의 특성들은, 재료들이 상이한 방식들로 초음파 에너지를 분산, 회절, 흡수 및 반사하도록 분산(dispersion), 회절(diffraction), 흡수(absorption) 및 반사(reflection)에 관해 상이한 특성들을 가질 수 있으며, 이러한 차들은 초음파 에너지의 파장에 의존할 수 있다. 특정 오브젝트를 이미징하기 위한 단일 초음파 주파수의 사용은 이미징되는 오브젝트에 대한 제한된 정보 및 세부사항을 초래할 수 있다.
- [0005] [0004] 초음파 센서 어레이의 제조 동안, 허용오차들은 신호 경로에 영향을 미치는 초음파 센서 스택 내에 구성될 수 있으며, 수집되는 데이터가 시스템의 최적의 이용가능한 신호 및 응답을 사용하는 상황을 생성할 수 있다. 게다가, 데이터 품질은 주파수 의존적일 수 있고, 타겟의 구조적 구성은 주파수 의존도들을 제시할 수 있다.
- [0006] [0005] 초음파 스캐닝 시스템들을 제조하는데 기인하는 정규 변화는, 스캐닝 시스템들 둘 다가 원하는 허용오차들 내에서 그리고 동일한 프로시저들에 따라 제조됨에도 불구하고, 현저하게 서로 다른 방식으로 수행되는 하나의 초음파 스캐닝 시스템을 초래할 수 있다. 이러한 차들의 결과는, 하나의 스캐너가 최적의 주파수에서 정보를 수집하는 반면 또 다른 스캐너는 그렇지 않다는 것을 의미할 수 있다.
- [0007] [0006] 종래 기술에 적용되는 기초적 방법은 센서 스택 내에 포지셔닝되는 TFT(thin-film transistor) 어레이에 의해 캡처되는 바와 같이 신호 출력을 최대화시키는 단일 특정 주파수에서 스캔을 수행하여 왔다. 단일 주파수는 주로 센서 스택의 두께 및 재료 속성들에 의해 결정되고, 이미징되는 손가락의 지문 능선 및 골짜기 영역들을 구별하는데 사용될 수 있다. (지문 기준들이 없는) 제조 세팅에서, 주파수 결정은 센서 어레이 출력이 2가지 경우들 - 하나는 초음파 송신기 여기 전압이 온일 경우이고, 하나는 그 송신기가 오프일 경우 - 사이에서 최대화되는 주파수를 선택함으로써 이루어질 수 있다. 이러한 방법은 더 많은 실-생활 세팅에서의 지문 이미징 정의에 관해 예상되는 결과들을 매칭할 수 없는 이미지 정보 세트들을 산출할 수 있다. 또한, 불일치 결과들을 초래할 수 있는 정규(normal) 사용 전반에 걸쳐 동작 주파수를 튜닝하기 위한 필요성이 존재할 수 있다.

발명의 내용

- [0008] [0007] 본 발명의 하나의 양상은 손가락을 스캔하는 방법으로서 설명될 수 있다. 방법은 복수의 초음파 스캔 주파수들을 통해 초음파 센서의 이미징 표면 상에 포지셔닝되는 손가락을 스캔하는 단계를 포함할 수 있다. 조직 영역으로의 초음파 신호에 대한 침투 깊이(penetration depth)는 상이한 주파수들에 대해 상이할 수 있으며, 궁극적으로, TFT 어레이에 의해 캡처되는 경우 반사 신호 레벨의 변화들을 초래할 수 있다. 복수의 스캔 주파수들은 복수의 테스트 주파수들에서 이미징 표면 상에 존재하는 손가락 없이 스캔하고, 피크 테스트 주파수들을 식별함으로써 선택될 수 있다. 피크 테스트 주파수는 바로 더 낮은 테스트 주파수 및 바로 더 높은 테스트 주파수가 피크 테스트 주파수보다 적은 에너지를 리턴하는 테스트 주파수일 수 있다.
- [0009] [0008] 방법은 스캔 주파수들 각각에 대해 초음파 센서의 복수의 픽셀들로부터 초음파 이미지 정보 세트를 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 이미지 정보 세트는 복수의 픽셀들 각각으로부터의 픽셀 출력 값을 포함할 수 있고, 각각의 픽셀 출력 값은 이미징 표면으로부터 반사되는 에너지의 양을 표시한다. 각각의 스캔 주파수는 지문과 연관된 복수의 픽셀 출력 신호 레벨들을 설명하는 이미지 정보 세트를 제공할 수 있다. 각각의 픽셀 출력 값은 손가락이 제공되는 플래튼의 표면으로부터 반사되는 초음파 에너지의 양을 표시하는 신호 강도를 표시할 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, "이미지"라는 용어는 이미지 정보 세트의 하나의 형태를 지칭한다.
- [0010] [0009] 방법은 결합된 이미지 정보 세트를 생성하기 위해서 스캔 주파수들 각각에 대응하는 이미지 정보 세트들을 결합하는 단계를 더 포함할 수 있다. 결합된 이미지 정보 세트는 복수의 픽셀들 각각으로부터의 결합된 픽셀 출력 값들을 포함할 수 있다. 이미지 정보 세트들을 결합하는 단계는, 합을 생성하기 위해서 픽셀 출력 값들을 가산하는 단계, 픽셀들 각각에 대한 평균 값을 생성하기 위해서 합을 스캔 주파수들의 수로 나누는 단계, 및 결합된 값으로서 평균 값을 사용하는 단계를 포함할 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, "결합된"이라는 용어는 수학적으로 결합되는 것을 의미한다.
- [0011] [0010] 일부 실시예들에서, 방법은 라이브니스(liveness) 결정을 수행하기 위해서 복수의 초음파 이미지 정보 세트들을 사용하는 단계, 및 라이브니스 결정을 표시하는 라이브니스 출력 신호를 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] [0011] 일부 실시예들에서, 방법은 각각의 픽셀 출력 값을 그레이-스케일(gray-scale) 값으로 변환하는 단계, 및 손가락의 지문을 표현하는 결합된 이미지 정보 세트로서 복수의 픽셀들에 대한 그레이-스케일 값들을 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0013] [0012] 일부 실시예들에서, 이미지 정보 세트들을 결합하는 단계는 각각의 스캔 주파수에 대해, 가중 팩터를 식별하는 단계, 픽셀 출력 값의 곱을 생성하기 위해서 각각의 픽셀 출력 값을 대응하는 가중 팩터와 곱하는 단계, 합을 생성하기 위해서 픽셀 출력 값의 곱들을 가산하는 단계, 픽셀 출력 값들 각각에 대한 평균 값을 생성하기 위해서 합을 스캔 주파수들의 수로 나누는 단계, 및 결합된 픽셀 출력 값으로서 평균 값을 사용하는 단계를 포함한다. 가중 팩터는 다음의 수식:

$$w(f_i) = (e^{(avg_i * f_i)} - e^{(avg_i * f_{max})}) / (e^{(avg_i * f_{min})} - e^{(avg_i * f_{max})})$$

[0014] 을 사용하여 계산될 수 있고,

[0015] 여기서, $w(f_i)$ 는 제 i 스캔 주파수에 대한 가중 팩터이고, avg_i 는 제 i 스캔 주파수 및 그 다음 하위 스캔 주파수에서의 픽셀 출력 값들의 평균 값이고, f_{min} 은 최저 스캔 주파수이고, f_{max} 는 최고 스캔 주파수이다.

[0016] [0013] 또 다른 실시예에서, 이미지 정보 세트들을 결합하는 단계는 스캔 주파수들 각각에 대해 공분산 행렬(covariance matrix)을 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 공분산 행렬은 이미지 정보 세트들에서 픽셀 출력 값들로부터 생성될 수 있다. 공분산 행렬들은 각각의 픽셀 출력 값에 대해 결합된 값을 가지는 결합된 행렬을 제공하기 위해서 결합될 수 있다. 하나의 실시예에서, 공분산 행렬들을 결합하는 단계는 공분산 행렬들에서의 엔트리들 사이에서 보간하는 단계를 포함한다.

[0017] [0014] 하나의 실시예에서, 방법은 각각의 스캔 주파수에 대해, 가중 팩터를 식별하는 단계, 및 공분산 행렬들을 수학적으로 결합하기 전에 공분산 행렬들에서의 각각의 엔트리를 대응하는 가중 팩터와 곱하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 가중 팩터는 다음의 수식:

$$w(f_i) = (e^{(avg_i * f_i)} - e^{(avg_i * f_{max})}) / (e^{(avg_i * f_{min})} - e^{(avg_i * f_{max})})$$

[0019] 을 사용하여 계산될 수 있고,
[0020]

[0021] 여기서, $w(f_i)$ 는 제 i 스캔 주파수에 대한 가중 팩터이고, avg_i 는 제 i 스캔 주파수 및 그 다음 하위 스캔 주파수에서의 픽셀 출력 값들의 평균 값이고, f_{min} 은 최저 스캔 주파수이고, 그리고 f_{max} 는 최고 스캔 주파수이다.

[0022] [0015] 방법은 픽셀들 각각에 대해 각각 결합된 값을 그레이-스케일 값과 상관시키는 단계를 더 포함할 수 있다. 방법은 손가락 또는 지문의 표현으로서 그레이-스케일 값들을 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0023] [0016] 방법은 복수의 초음파 테스트 주파수들에서 초음파 센서의 이미징 표면 상의 손가락 없이 스캔하는 단계를 더 포함할 수 있다. 방법은 하나 또는 그 초과와 피크 테스트 주파수들을 선택하는 단계를 더 포함할 수 있다. 각각의 선택된 피크 테스트 주파수는 다수의 다른 피크 테스트 주파수들보다 높은 반사 신호를 가질 수 있다. 방법은 복수의 스캔 주파수들로서 선택된 피크 테스트 주파수들을 사용하는 단계를 더 포함할 수 있다. 추가 스캔 주파수들은 피크 테스트 주파수들 중 선택된 피크 테스트 주파수에 미리 결정된 오프셋을 가산 또는 감산함으로써 식별될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 추가 스캔 주파수들은 피크 테스트 주파수들 중 선택된 피크 테스트 주파수를 포함하는 범위를 식별하고, 그리고 식별된 범위 내에 있을 스캔 주파수들을 선택함으로써 선택될 수 있다. 하나의 실시예에서, 추가 스캔 주파수들은 선택된 피크 테스트 주파수의 고조파들을 식별함으로써 선택될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 방법은 피크 테스트 주파수들의 이미지 품질을 평가하는 단계, 및 다른 피크 테스트 주파수들보다 양호한 이미지 품질을 가지는 피크 테스트 주파수들을 선택하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0024] [0017] 본 발명의 하나의 양상은 타겟 오브젝트의 자동으로 공동-등록된 이미지 정보 세트들을 생성하기 위한 시스템으로서 설명될 수 있다. 시스템은 또한, 손가락을 스캔하기 위한 시스템으로서 설명될 수 있다. 시스템은 손가락을 수신하도록 구성되는 이미징 표면을 포함할 수 있다. 이미징 표면은 실질적으로 평탄할 수 있다. 시스템은 또한, 평면 초음파 송신기(plane wave ultrasonic transmitter)를 포함할 수 있다. 평면 초음파 송

신기는 신호 생성기에 대한 응답으로 하나 또는 그 초과와 평면 초음파들(ultrasonic plane waves)을 생성할 수 있다. 신호 생성기는 초음파 주파수 범위 내에서 상이한 이산 주파수들의 전기 신호들을 생성할 수 있다.

[0025] [0018] 시스템은 송신기 드라이버 증폭기를 더 포함할 수 있다. 증폭기는 신호 생성기로부터 전기 신호를 수신하고, 초음파 송신기를 구동시키기 위해서 전기 신호를 사용하도록 구성될 수 있다. 초음파들은 송신기에 의해 이미징 표면으로 지향될 수 있고, 하나 또는 그 초과와 초음파 신호들은, 타겟 오브젝트가 접촉하는 이미징 표면으로부터 초음파 센서 어레이로 반사될 수 있다. 초음파 센서 어레이는 하나 또는 그 초과와 반사 초음파들을 검출하도록 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 시스템은 하나 또는 그 초과와 검출된 초음파들을 그들의 주파수 컴포넌트들로 분리하기 위한 한 세트의 대역-통과 필터들을 더 포함할 수 있다.

[0026] [0019] 시스템은 관심있는 각각의 주파수에서의 각각의 수신된 신호에 대한 오브젝트의 이미지 정보 세트들을 형성 또는 생성하기 위한 전자 서브시스템을 더 포함할 수 있다. 전자 서브시스템은 프로세서 또는 로직 회로를 포함할 수 있다. 전자 서브시스템은 또한, 이미지 정보 세트들을 결합하도록 구성될 수 있다. 이미지 정보 세트들은 이미지와 같은 타겟 오브젝트의 출력 표현을 생성하기 위해서 Neyman-Pearson 다중모달 퓨전 시스템을 사용하여 확률적으로(probabilistically) 결합되거나 또는 발견적으로(heuristically) 결합될 수 있다.

[0027] [0020] 본 발명의 하나의 양상은 또한, 컴퓨터 실행가능한 코드를 저장하는 비-일시적 컴퓨터 판독가능한 매체로서 설명될 수 있다. 실행가능한 코드는 복수의 초음파 스캔 주파수들을 통해 초음파 센서의 이미징 표면 상에 포지셔닝되는 손가락을 스캔하기 위한 명령들을 포함할 수 있다. 실행가능한 코드는 스캔 주파수들 각각에 대해 초음파 센서의 복수의 픽셀들로부터 초음파 이미지 정보 세트를 생성하기 위한 명령들을 더 포함할 수 있다. 이미지 정보 세트는 복수의 픽셀들 각각으로부터의 픽셀 출력 값을 포함할 수 있다. 각각의 픽셀 출력 값은 이미징 표면으로부터 반사되는 에너지의 양을 표시할 수 있다. 실행가능한 코드는 결합된 이미지 정보 세트를 생성하기 위해서 스캔 주파수들 각각에 대응하는 이미지 정보 세트들을 결합하기 위한 명령들을 더 포함할 수 있다. 결합된 이미지 정보 세트는 복수의 픽셀들 각각으로부터 결합된 픽셀 출력 값들을 포함할 수 있다. 실행가능한 코드는, 각각의 픽셀 출력 값을 그레이-스케일 값으로 변환하고, 손가락의 지문을 표현하는 결합된 이미지 정보 세트로서 복수의 픽셀들에 대한 그레이-스케일 값들을 제공하기 위한 명령들을 더 포함할 수 있다. 실행가능한 코드는, 라이브니스 결정을 수행하기 위해서 복수의 초음파 이미지 정보 세트들을 사용하고, 라이브니스 결정을 표시하는 라이브니스 출력 신호를 제공하기 위한 명령들을 더 포함할 수 있다.

[0028] [0021] 본 발명의 하나의 양상은 또한, 손가락을 스캔하기 위한 시스템으로서 설명될 수 있다. 시스템은 초음파 주파수 범위 내에서의 상이한 이산 주파수들의 전기 신호들을 생성할 수 있는 신호 생성기에 대한 응답으로 하나 또는 그 초과와 평면 초음파들("MFG")을 생성하기 위한 수단을 포함할 수 있다. 시스템은 신호 생성기로부터의 전기 신호에 대한 응답으로 MFG를 구동시키기 위한 수단을 더 포함할 수 있다. 시스템은 손가락에 접촉하고, 초음파 신호들로서의 MFG로부터의 초음파들을 초음파 센서 어레이 수단으로 반사하기 위한 수단을 더 포함할 수 있고, 초음파 센서 어레이 수단은 반사 초음파 신호들을 수신하도록 구성된다. 시스템은 관심있는, 각각의 주파수에서의 각각의 수신된 반사 초음파 신호에 대한 손가락의 이미지 정보 세트를 형성하고, 형성된 이미지 정보 세트들을 결합하기 위한 수단을 더 포함할 수 있다. 하나의 실시예에서, 시스템은 하나 또는 그 초과와 수신된 초음파 신호들을 그들의 주파수 컴포넌트들로 분리하기 위한 수단을 더 포함할 수 있다. 형성된 이미지 정보 세트들을 결합하기 위한 수단은 Neyman-Pearson 다중모달 퓨전을 사용하여 출력 이미지를 확률적으로 생성하거나 또는 출력 이미지를 발견적으로 생성하도록 구성될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] [0022] 본 개시 내용의 특성 및 목적들의 더 완전한 이해를 위해서, 첨부한 도면들 및 후속하는 설명에 대한 참조가 이루어져야 한다. 이제, 본 개시 내용은 첨부된 도면들 및 다이어그램들을 참조하여, 비-제한적 예들로서 설명될 것이다.

도 1은 상이한 주파수에서 각각, 초음파 센서 어레이를 통해 가로지르는 6개의 상이한 초음파들에 대응하는 정보에 대한 도면을 도시한다.

도 2는 상이한 주파수의 몇몇 송신기 여기 신호들에 대한 방법을 순차적으로 송신, 프로세싱 및 반복하는 것에 기초하는 초음파 이미지 정보 세트를 생성하기 위한 방법을 도시한다.

도 3은 처프(chirp)-타입 송신기 여기 신호에 기초하는 초음파 이미지 정보 세트를 생성하기 위한 방법을 예시한다.

- 도 4는 선택적 가중과 픽셀별(pixel-wise) 산술 평균화를 활용하는 다중-스펙트럼 초음파 이미징의 방법을 예시하는 흐름도이다.
- 도 5는 타겟 오브젝트에 대응하는 초음파 이미지 정보 세트들을 생성하기 위한 초음파 센서 시스템을 도시하는 블록도를 예시한다.
- 도 6은 초음파 센서 어레이의 외부 표면과 접촉하는 오브젝트의 초음파 이미지 정보 세트들을 생성하기 위한 시스템의 제 1 구성을 도시하는 다이어그램이다.
- 도 7은 초음파 센서 어레이 상에 포지셔닝되는 플래턴의 외부 표면과 접촉하는 오브젝트의 초음파 이미지 정보 세트들을 생성하기 위한 시스템의 제 2 구성을 도시하는 다이어그램을 도시한다.
- 도 8a 및 도 8b는 각각의 적용되는 주파수에 대해 포착되는 이미지 정보 세트를 가지는 송신기에 순차적으로 적용되는 2개 또는 그 초과여기 주파수들의 세트에 대한 송신기 및 수신기 신호들을 도시한다.
- 도 9a는 여기 주파수들의 세트에 대해 포착되는 이미지 정보 세트를 가지는 송신기에 순차적으로 적용되는 2개 또는 그 초과여기 주파수들의 세트에 대한 송신기 및 수신기 신호들을 도시한다.
- 도 9b는 제 1 주파수에서 시작하고 제 2 주파수에서 종료하는 처프 송신기 여기 시퀀스(업-처프 또는 다운-처프)에 대한 송신기 및 수신기 신호들을 도시한다.
- 도 10은 초음파 이미지 정보의 2개 또는 그 초과여기 세트들의 포인트별(point-wise) 산술 평균화를 도시한다.
- 도 11은 2개 또는 그 초과여기 공분산 행렬들을 사용하여 결합된 이미지 정보 세트를 생성하기 위한 방법을 예시하는 흐름도이다.
- 도 12는 공분산-기반 보간법을 사용하여 결합된 이미지 정보 세트를 생성하기 위한 방법을 도시한다.
- 도 13은 지문의 표현을 제공하는 방법을 예시하는 흐름도이다.
- 도 14는 다양한 여기 주파수 선택들에 대응하는 그래프들을 도시한다.
- 도 15는 추가 여기 주파수 선택들에 대응하는 그래프들을 도시한다.
- 도 16은 교정 방법들을 예시하는 그래프들을 도시한다.
- 도 17은 추가 교정 방법들을 예시하는 그래프들을 도시한다.
- 도 18은 처프된 여기를 통한 다중-스펙트럼 초음파 이미징의 방법을 예시하는 흐름도이다.
- 도 19는 픽셀별 산술 평균화 및 선택적 가중을 통한 다중-정보-세트 처프된 여기에 대한 다중-스펙트럼 초음파 이미징의 방법을 예시하는 흐름도이다.
- 도 20은 처프 시퀀스 결정을 예시하는 2개의 그래프들을 도시한다.
- 도 21 및 도 22는 다양한 처프 시퀀스들을 예시하는 그래프들을 도시한다.
- 도 23a, 23b, 24a 및 도 24b는 처프-코딩된 송신기 신호들의 FET들을 예시하는 그래프들을 도시한다.
- 도 25는 초음파 센서 어레이의 도면이다.
- 도 26은 초음파 지문 센서의 복수의 구성들이다.
- 도 27은 초음파 센서 시스템의 블록도를 도시한다.
- 도 28은 송신기의 온 상태와 송신기의 오프 상태 사이의 센서 어레이의 출력의 차에 대한 주파수 응답을 도시한다.
- 도 29는 2가지 경우들에서 손가락에 대해 획득되는 센서 출력 신호 진폭의 히스토그램을 도시한다.
- 도 30은 손가락의 샘플 이미지 윤곽(contour)들 및 대응하는 히스토그램 도면들을 도시한다.
- 도 31은 선택된 능선과 골짜기 영역들 사이의 아날로그 전압 비교를 도시하는 가변성 도면을 도시한다.
- 도 32는 에어 마이너스 타겟 전압 차 대 초음파 송신기 여기 신호의 주파수 사이에 도시되는 바와 같은 네거티브 피크(negative peak) 및 포지티브 피크(positive peak)를 도시한다.

도 33-36은 타겟 오브젝트의 라이브니스를 결정하기 위한 다중-주파수-기반 접근법들을 도시한다.

도 37a-c는 다중-스펙트럼 초음파 이미징을 위한 시스템의 하나의 구성에서 타겟 오브젝트의 다양한 부분들로부터 반사되는 신호들의 도면들을 도시한다.

도 38a-c는 다중-스펙트럼 초음파 이미징을 위한 시스템의 또 다른 구성에서 타겟 오브젝트의 다양한 부분들로부터 반사되는 신호들의 도면들을 도시한다.

도 39a-c는 다중-스펙트럼 초음파 이미징을 위한 시스템의 또 다른 구성에서 타겟 오브젝트의 다양한 부분들로부터 반사되는 신호들의 도면들을 도시한다.

도 39a-f는 도 39a-c의 시스템으로 구현되는 다양한 레인지 게이트들에 따른 적분된 수신기 출력의 도면들을 도시한다.

도 40a-c는 다중-스펙트럼 초음파 이미징을 위한 시스템의 또 다른 구성에서 타겟 오브젝트의 다양한 부분들로부터 반사되는 신호들의 도면들을 도시한다.

도 40a-f는 도 39a-c의 시스템으로 구현되는 다양한 레인지 게이트들에 따른 적분된 수신기 출력의 도면들을 도시한다.

도 41a-c는 다중-스펙트럼 초음파 이미징을 위한 시스템의 또 다른 구성에서 타겟 오브젝트의 다양한 부분들로부터 반사되는 신호들의 도면들을 도시한다.

도 41a-f는 도 41a-c의 시스템으로 구현되는 다양한 레인지 게이트들에 따른 적분된 수신기 출력의 도면들을 도시한다.

도 42는 라이브니스 검출 방법의 흐름도이다.

도 43은 손가락을 스캔하기 위한 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] [0023] 본 발명의 하나의 양상은 일반적으로, 타겟 오브젝트에 대한 정보를 제공하기 위한 초음파 센서 시스템에 관련된다. 일부 구현들에서, 정보는 상이한 주파수에서 각각, 초음파 송신기에 적용되는 복수의 여기 신호들로부터 획득될 수 있다. 복수의 초음파 주파수들을 사용함으로써, 단일 여기 주파수를 활용함으로써 제공될 수 있는 것보다 많은 정보가 타겟 오브젝트에 대해 제공될 수 있다.

[0031] [0024] 초음파 지문 센서들은 초음파를 생성하여 이를 플래턴-타입 이미징 표면으로 송신함으로써 기능할 수 있다. 정보가 요구되는 타겟 오브젝트가 플래턴 상에 있을 수 있다. 타겟 오브젝트가 손가락인 경우, 요구되는 정보는 지문과 관련될 수 있다. 플래턴에 도달하는 초음파 에너지 중 일부는 반사되고, 이러한 반사 에너지는 검출될 수 있다. 반사 에너지의 강도 및 그것이 수신되는 위치가 포착될 수 있다. 포착되는 신호들은 데이터 세트의 형태로 레코딩될 수 있다. 데이터세트는 모니터 또는 프린터를 통해 제공될 수 있는 타겟 오브젝트의 시각적 이미지를 생성하기 위해서 사용될 수 있는 데이터 스트림을 생성하는데 사용될 수 있다. 일부 구현들에서, 포착되는 신호들은 결합된 이미지 정보 세트를 생성하기 위해서 추가로 프로세싱될 수 있는 데이터세트 — 초음파 이미지 정보 세트로 또한 지칭됨 — 를 형성할 수 있다. 결합된 이미지 정보 세트는, 예를 들어, 초음파 지문 센서를 포함하는 모바일 디바이스, 이를테면, 모바일 폰, 태블릿 컴퓨터 또는 휴대용 의료 디바이스의 사용자에게 대한 등록, 검증 및 인증 시 활용될 수 있다.

[0032] [0025] 본 발명의 하나의 양상은 시스템-특정 최대치와 더 긴밀하게 정렬시키기 위해서 다중-스펙트럼 초음파 이미징을 위한 시스템들 및/또는 방법들로 구현될 수 있다. 예를 들어, 동일한 설계에 따라 생성되고 동일한 생산 설비로부터 제조되는 초음파 센서들은 그림에도 불구하고, 각각의 센서의 성능에 영향을 미칠 수 있는 차이를 가질 수 있다.

[0033] [0026] 예를 들어, 초음파 센서의 제조 동안, 초음파들이 가로지르는 다수의 재료 인터페이스들 및 재료 벌크 매체들이 존재할 것이다. 프로세스들의 제조 시의 정규 변화들에 기인하여, 각각의 센서는 자신의 공진 주파수에 있어서 그리고 초음파 신호가 그것을 통과할 시 그것의 효과들에 있어서 약간 상이할 수 있다. 이러한 공진 차이는 주파수의 적당히 작은 변화에 대해 50%만큼의 변화를 도시할 수 있다. 따라서, 20 MHz의 송신기 여기 주파수에서 양호한 출력을 획득하는 동일한 시스템은 19 MHz 또는 21 MHz의 주파수를 가지는 출력의 절반만을 도시할 수 있다.

- [0034] [0027] 개별 센서들 사이의 차들은, 하나 초과 스캐닝 주파수를 사용하고, 그 다음, 각각의 스캐닝 주파수로부터 유도된 이미지 정보 세트들을 결합함으로써 수용될 수 있다. 또한, 다중 주파수들에 의한 고주파 발사 (insonification)는 단일 단색성 고주파 발사보다 타겟 오브젝트의 더 양호한 표현을 제공하는 타겟 오브젝트에 대한 데이터의 수집을 허용할 수 있다. 여기 주파수들의 스펙트럼을 가지는 합성 신호로서 또는 단일 순차적 신호들로서, 주파수들의 크기에 의한 초음파 시스템에서의 고주파 발사는 시스템에서의 더 느슨한(looser) 제조 허용오차를 허용하면서 강화된 이미징을 허용하고, 따라서, 더 비싼 효과적 제조 기법들이 이용될 수 있다.
- [0035] [0028] 일부 구현들에서, 다중-스펙트럼 초음파 센서 시스템은 타겟 오브젝트에 대응하는 복수의 데이터세트들 또는 이미지 정보 세트들을 생성하고, 각각의 이미지 정보 세트는 상이한 초음파 주파수에서 획득되는 정보를 통해 생성된다. 다중-스펙트럼이라는 용어는 일반적으로, 타겟 오브젝트의 이미지 정보 세트들의 구성 시 2개, 3개, 4개 또는 그 초과 주파수들 또는 파장들을 사용하는 시스템들을 지칭한다. 다중-스펙트럼 시스템들은 또한, 하이퍼-스펙트럼 시스템들로 지칭될 수 있다. 이미지 정보 세트들의 생성은, 초음파 수신기가 많은 상이한 주파수들에서 초음파 에너지를 검출할 수 있고 타겟 오브젝트로부터의 고정 거리에 있는 경우 수행될 수 있다. 예를 들어, 사용자가 손가락을 배치할 수 있는 플래틴의 표면은 기본(underlying) 초음파 센서 어레이의 픽셀 회로들로부터 고정 거리에 있을 수 있다. 원하는 초음파들은 이산 주파수 초음파들을 생성하기 위해서 송신기 여기 신호들을 통해 초음파 송신기를 구동시킴으로써 생성될 수 있다. 일부 구현들에서, 송신기는 원하는 주파수들의 합인 초음파 파형을 생성하기 위해서 구동되고, 복수의 원하는 주파수들을 가지는 합성-에너지 (composition-energy) 초음파 파형으로서 동시에 발행될 수 있다.
- [0036] [0029] 이산 주파수들에서의 다중-스펙트럼 스캐닝은 "처프"로서 구현될 수 있다. 처프는 주파수가 시간이 지남에 따라 증가('업-처프')하거나 또는 감소('다운-처프')하는 신호이며, 연속적일 수 있다. 초음파들에서, 여기 신호들은 처프를 나타내도록 형성될 수 있고, 그렇게 함으로써, 생성된 파동들은 재료들의 분산 특성들과 상호작용할 것이어서, 초음파 신호가 전파됨에 따라 총 분산을 증가 또는 감소시킨다. 처프된 여기 신호들의 활용은 더 많은 정보 콘텐츠를 가지는 데이터의 수집을 허용한다.
- [0037] [0030] 처프 여기 신호들의 사용은 센서 시스템이 고주파를 발사(insonify)하고 광범위한 주파수들 상에서 타겟에 대한 정보를 수집하는 것을 가능하게 한다. 초음파 센서 시스템은 초음파 센서 어레이에서 센서 픽셀들로부터 픽셀 출력 신호들을 포착하고, 픽셀 출력 신호들을 디지털화하고, 필요한 데이터를 추출하기 위해서 디지털화된 픽셀 출력 신호들(또는 값들)을 일련의 필터들을 통해 전달할 수 있다. 대안적으로, 이산 주파수 펄스는 타겟에 고주파를 발사하고, 반사 신호로부터 데이터를 수집하는데 사용될 수 있고, 그 다음, 송신기 여기 주파수는 복수의 상이한 주파수들에서 타겟 오브젝트에 대한 데이터를 획득하기 위해서 변경되고 프로세스 반복될 수 있다. 프로세스는 시간의 아주 작은 증분들에서 송신되는 여기 신호들, 및 수신 및 프로세싱되는 반사 신호들을 통해 아주 신속하게 달성될 수 있다. 송신기로부터 플래틴의 표면으로 그리고 다시 초음파 센서 어레이로의 거리에 따라, 이러한 프로세스는 마이크로초(또는 더 큰 거리들이 포함되면, 밀리초) 내에 달성될 수 있다.
- [0038] [0031] 초음파 시스템을 동작시키는 경우 처프-기반 방법의 사용 시의 추가 이점은 초음파 송신기-수신기 시스템의 제조 시 더 큰 유연성을 허용하는 것이다. 처프-기반 시스템의 사용은 제조 차들을 수용하고, 각각의 시스템으로부터의 개선된 응답들을 허용할 수 있다.
- [0039] [0032] 도 1은 상이한 주파수에서 각각, 초음파 센서 어레이를 통해 가로지르는 6개의 상이한 초음파들에 대응하는 정보에 대한 도면을 도시한다. 수직축은 전달율(transmissibility)이고, 수평축은 초음파 센서들에 대한 플래틴으로서 사용되는 전형적 재료인 폴리스티렌 레이어의 두께이다. 도 1의 다양한 곡선들에 대응하는 폴리스티렌 레이어의 두께(x_i)는 범위가 거의 0으로부터 거의 5/1000 인치까지 이른다. 전달율(tr)은 6개의 초음파 주파수들: 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz, 25 MHz 및 30 MHz에 대해 도시된다. 도 1로부터 약 1.7 밀(mils) 두께에서, 30 MHz는 거의 100% 전달율을 제공하고, 15 MHz 및 5 MHz 둘 다는 각각 대략 65% 전달율을 제공한다는 것이 관측될 것이다. 1.7 밀 두께에서의 다른 주파수들은 50%보다 적은 전달율을 제공한다. 도 1에 도시되는 다른 초음파 주파수들에 대한 피크 전달율은 대략적으로 다음과 같다는 점이 주목되어야 한다.:
- [0040] 25 MHz - 1.9 밀 두께 15 MHz - 3.5 밀 두께
- [0041] 20 MHz - 2.4 밀 두께 10 MHz - 4.7 밀 두께
- [0042] [0033] 또한, 30 MHz에서의 전달율 함수의 슬로프는 약 1.7 밀 및 3.5 밀에서 발생하는 피크들 부근에서 꽤 가파르다는 것이 관측될 것이다. 이것은 30 MHz에서의 전달율이 폴리스티렌 레이어의 두께의 작은 변화들에 의해 피크 전달율 부근에서 급격히 떨어짐을 표시한다. 25 MHz, 20 MHz 및 15 MHz 여기 주파수들 각각에 대한 피크

전달율에 대해서도 마찬가지로 - 전달율은 폴리스티렌 레이어의 두께의 작은 변화들에 의해 급격히 떨어진다. 도 1은 5 MHz 및 10 MHz가 덜 가파른 슬로프들을 가짐을 표시하지만, 이러한 주파수들은 높은 전달율을 가지며, 따라서 단지 도 1에 도시되는 폴리스티렌 두께의 범위의 제한된 부분에서만 유용하다.

[0043] [0034] 다수의 이산 주파수 센서 시스템 또는 처프-기반 시스템에 대한 추가 이점은 관심있는 플레탄 상의 오브젝트들과 관심있지 않은 플레탄 상의 오브젝트들 사이에서 구별하는 능력이다. 예를 들어, 초음파 다중-스펙트럼 시스템이 모바일 디바이스의 디스플레이에 구성된다고 가정하기로 한다. 또한, 시스템이 22 MHz 고주파 발사 신호를 사용한다고 가정하기로 한다. 디스플레이 상의 빔방울들은 타겟 오브젝트에 대응하는 정보와 간섭할 것이다. 그러나, 주파수가 아마도 15 MHz로 낮아지면, 빔물의 방울들은 이제, 그들이 적절한 공명을 가지지 않기 때문에 초음파에 대해 보이지 않게 된다. 다중-스펙트럼 센서(즉, 처프 센서)는 복수의 주파수-의존 이미지 정보 세트들을 제공함으로써 빔방울들의 검출을 회피할 것이다. 정보 세트들 중 최상의 정보 세트가 추가 사용을 위해서 선택될 수 있거나, 또는 정보 세트들의 합성이 이루어지고 사용될 수 있다.

[0044] [0035] 도 2는 상이한 주파수의 몇몇 송신기 여기 신호들에 대한 방법을 순차적으로 송신, 프로세싱 및 반복하는 것에 기초하는 초음파 이미지 정보 세트를 생성하기 위한 방법을 도시한다. 이러한 경우 복수의 이산 주파수들을 활용하는 시스템이 이용된다. 제 1 주파수는 평면 초음파들을 생성(23)하는 초음파 송신기를 구동시키기 위해서 생성(21), 증폭(22) 및 사용될 수 있다. 송신기로부터 생성(23) 및 방사된 초음파 신호는 초음파 센서 스택의 커플링 매체들(만약 있다면) 및 재료들을 통해 이동하며, 타겟 오브젝트와 접촉하는 플레탄 표면과 상호작용(24)한다. 초음파 에너지의 부분은, 예를 들어, 플레탄이 에어(예를 들어, 지문 골짜기)와 인터페이싱하는 그러한 위치들에서 반사(25)될 수 있고, 반사 에너지는 그 다음, 그것이 검출(26)되는 초음파 센서 어레이로 이동한다. 검출된 에너지에 대응하는 초음파 이미지 정보 세트 또는 데이터세트는 생성되며, 추후 사용을 위해서 저장(27)될 수 있다. 그 추후 사용은 타겟 오브젝트의 이미지로 하여금 지문 등록, 검증 및 인증을 위해서 또는 모니터를 통해 디스플레이되게 하는 데이터 스트림을 생성하는 것을 포함할 수 있다. 프로세스는 제 2 주파수를 통해 반복되고, 검출된 에너지에 대응하는 제 2 이미지 정보 세트는 생성되며 추후 사용을 위해서 저장될 수 있다. 이러한 프로세스는 N개의 이미지 정보 세트들(29)을 생성하도록 N회 반복될 수 있다. 복수의 이미지 정보 세트들은 다중-스펙트럼 결합된 이미지 정보 세트를 생성(28)하기 위해서 결합될 수 있다.

[0045] [0036] 또 다른 타입의 초음파 다중-스펙트럼 이미징 시스템이 도 3에 설명된다. 도 3은 처프-타입 송신기 여기 신호에 기초하는 초음파 이미지 정보 세트를 생성하기 위한 방법을 예시한다. 처프-타입 신호는 시스템의 요구되는 해상도에 대해 적합한 주파수들의 범위 상에서 생성(31)(업-처프(주파수 증가) 또는 다운-처프(주파수 감소))된다. 증폭기(32)는 여기 신호를 증폭시키고, 평면 초음파 생성기를 구동시킬 수 있다. 때때로 펄스 또는 TB(tone burst)로 지칭되는 초음파 신호는 송신기로부터 발행(33)되고, 센서 스택에서의 커플링 매체들(만약 있다면) 및 다른 재료들을 통해 이동하며, 타겟 오브젝트와 접촉하는 플레탄 표면과 상호작용(34)된다. 초음파 에너지의 부분은 반사될 수 있고, 반사 에너지는 그 다음, 그것이 검출(36)되고 전기 신호로 컨버팅되는 초음파 센서 어레이로 이동(35)한다. 초음파 센서 어레이에서의 픽셀들로부터 컨버팅되는 전기 신호들은 주파수 컨텐츠에 따른 신호의 컴포넌트들을 분리하는 대역-통과 필터들(37)에 전송될 수 있다. 컴포넌트들의 분리는 이산 대역-통과 필터들 대신에 고속 푸리에 프로세싱을 사용하여 달성될 수 있다. 필터링 프로세스로부터의 결과적 출력은 복수의 초음파 이미지 정보 세트들을 구성(38)하는데 사용될 수 있고, 각각은 상이한 주파수에서 타겟 오브젝트를 표현한다. 복수의 정보 세트들은 다중-스펙트럼 이미지 정보 세트를 생성하기 위해서 결합(39)될 수 있다.

[0046] [0037] 도 4는 선택적 가중과 픽셀별 산술 평균화를 활용하는 다중-스펙트럼 초음파 이미징의 방법을 예시하는 흐름도이다. 지문은 복수의 초음파 주파수들("스캔 주파수들")에서 스캔될 수 있다. 각각의 스캔 주파수는 지문과 같은 이미징되는 오브젝트를 설명하는 이미지 정보 세트를 제공할 수 있다. 정보 세트는 스캔-값 데이터로 구성될 수 있고, 정보 세트에서의 각각의 자료는 픽셀에 대한 신호 강도를 표시할 수 있다. 각각의 픽셀에 대한 신호 강도는 손가락이 제공되는 플레탄의 표면으로부터 그 픽셀로 반사되는 에너지의 양을 표시한다. 복수의 주파수들에서의 스캐닝은 픽셀들 각각에 대한 복수의 데이터를 생성한다. 스캔 주파수들 각각에 대응하는 스캔-값 데이터는 각각의 픽셀에 대한 결합된 값을 생성하기 위해서 수학적으로 결합될 수 있다. 각각의 픽셀에 대한 그레이-스케일 값을 제공하기 위해서, 각각의 픽셀에 대한 결합된 값은 그레이-스케일 값과 상관될 수 있다. 그러한 그레이 스케일 값들은 지문을 표현하기 위해서 집합적으로 제공될 수 있다.

[0047] [0038] 픽셀에 대한 이미지 정보 세트들을 수학적으로 결합하는 것은 합을 생성하기 위해서 그 픽셀에 대한 픽셀 출력 값을 가산하는 것 및 픽셀들 각각에 대한 평균 값을 생성하기 위해서 합을 초음파 스캔 주파수들의 수로 나누는 것을 포함할 수 있다. 이러한 평균 값은 선택적 가중과 픽셀별 평균화를 사용하여 포착된 이미지 정

보 세트들(81, 83, 85)로부터 결합된 이미지 정보 세트들 컴퓨팅(87)하는데 사용될 수 있다.

[0048] [0039] 이산 공동-등록된 정보 세트들을 결합하는 프로세스는 상이한 정보 세트들의 발견적 합, 평균화, 비교 또는 선택에 의해 수행될 수 있다. 정보 세트들을 결합하는 프로세스는 Neyman-Pearson 다중모달 퓨전 시스템 (예를 들어, 미국 특허 번호 제7,287,013호 참조)과 같은 확률적 결합 시스템을 사용할 수 있다. 발견적 시스템은 계산적으로 덜 복잡할 수 있지만, Neyman-Pearson 다중모달 퓨전 시스템은 추가 복잡도를 댓가로 더 정확한 출력을 생성할 수 있다.

[0049] [0040] 스캔-값 데이터를 수학적으로 결합하는 것은, 각각의 스캔 주파수에 대해, 가중 팩터를 식별하는 것, 스캔-값의 곱을 생성하기 위해서 각각의 스캔-값 자료를 대응하는 가중 팩터와 곱하는 것을 포함할 수 있다. 스캔-값의 곱들은 합을 생성하기 위해서 가산될 수 있고, 합은 픽셀들 각각에 대한 평균 값을 생성하기 위해서 스캔 주파수들의 수로 나누어질 수 있다.

[0050] 이 평균 값은 위에서 참조되는 결합된 값으로서 사용될 수 있다. 가중 팩터는 다음의 수식:

$$w(f_i) = \frac{(e^{(avg_i * f_i)} - e^{(avg_i * f_{max})})}{(e^{(avg_i * f_{min})} - e^{(avg_i * f_{max})})}$$

[0051] 을 사용하여 계산될 수 있고,

[0052] 여기서,

[0053] $w(f_i)$ 는 제 i 스캔 주파수에 대한 가중 팩터이고,

[0054] avg_i 는 제 i 스캔 주파수 및 그 다음 하위 스캔 주파수에서의 스캔-값 데이터의 평균 값이고,

[0055] f_{min} 은 최저 스캔 주파수이고,

[0056] f_{max} 는 최고 스캔 주파수이다.

[0057] [0041] 스캔-값 데이터를 수학적으로 결합하는 또 다른 방법은 정보 세트들에서의 스캔-값 데이터로부터 스캔 주파수들 각각에 대해 공분산 행렬을 생성하는 것, 및 각각의 픽셀에 대해 결합된 값을 가지는 결합된 행렬을 제공하기 위해서 공분산 행렬들을 수학적으로 결합하는 것을 포함할 수 있다. 공분산 행렬들을 결합하기 위해서, 공분산 행렬들 각각에서의 대응하는 엔트리들은 결합된 공분산 행렬을 제공하도록 보간될 수 있고, 이들의 엔트리들은 보간된 값들이다.

[0058] [0042] 공분산 행렬들 중 하나 또는 그 초과의 공분산 행렬들이 가중될 수 있다. 특정 스캔 주파수의 가중이 요구되면, 대응하는 공분산 행렬에 대한 가중 팩터가 식별될 수 있고, 대응하는 공분산 행렬에서의 각각의 엔트리는 공분산 행렬들을 수학적으로 결합하기 전에 그 가중 팩터와 곱해질 수 있다. 가중 팩터는 다음의 수식:

$$w(f_i) = \frac{(e^{(avg_i * f_i)} - e^{(avg_i * f_{max})})}{(e^{(avg_i * f_{min})} - e^{(avg_i * f_{max})})}$$

[0060] 을 사용하여 계산될 수 있고,

[0061] 여기서,

[0062] $w(f_i)$ 는 제 i 스캔 주파수에 대한 가중 팩터이고,

[0063] avg_i 는 제 i 스캔 주파수 및 그 다음 하위 스캔 주파수에서의 스캔-값 데이터의 평균 값이고,

[0064] f_{min} 은 최저 스캔 주파수이고, 그리고

[0065] f_{max} 는 최고 스캔 주파수이다.

[0066] [0043] 스캔 주파수들은, 복수의 테스트 주파수들에 존재하는 손가락 없이 스캔하고, 피크 테스트 주파수들을 식별함으로써 선택될 수 있다. 피크 테스트 주파수는 바로 더 낮은 테스트 주파수 및 바로 더 높은 테스트 주파수가 피크 테스트 주파수보다 적은 에너지를 리턴하는 테스트 주파수이다. 다수의 피크 테스트 주파수들을 식별하면, 지문을 평가하기 위해서 사용될 그러한 피크 테스트 주파수들이 선택될 수 있다. 선택된 것들은 다수의 다른 피크 테스트 주파수들보다 높은 리턴 에너지를 가질 수 있다. 다시 말해서, 3개(또는 일부 다른

수)의 피크 주파수들의 정보 세트들이 지문을 평가하는데 사용될 것이면, 3개(또는 일부 다른 수)의 피크 테스트 주파수들은 스캔 주파수들로서 선택될 수 있다. 일부 구현들에서, 스캔 주파수들의 범위는 8 MHz 미만으로부터 12 MHz 초과까지 달라질 수 있다. 일부 구현들에서, 스캔 주파수들의 범위는 5 MHz 미만으로부터 25 MHz 초과까지 달라질 수 있다. 일부 구현들에서, 스캔 주파수들의 범위는 1 MHz 미만으로부터 100 MHz 초과까지의 범위를 가질 수 있다. 다른 범위들이 또한 가능하다. 선택된 범위 내의 스캔 주파수들의 수는 2 내지 50 또는 그 초과 수까지만 달라질 수 있다. 스캔 주파수들 사이에서의 분리는 또한, 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이 달라질 수 있다. 하이퍼-스펙트럼 초음파 이미징은, 전형적으로 상이한 주파수들 또는 파장들 상에서의 더 많은 수의 스캔들 시 다중 주파수들에서 이미징하는 것을 포함한다. 하이퍼-스펙트럼 초음파 이미징은 다중-스펙트럼 이미징의 확장인 것으로 고려된다.

[0068] [0044] 대안적으로, 스캔 주파수들은 정보 세트 품질에 기초하여 선택될 수 있다. 예를 들어, 피크 테스트 주파수들 각각에 대해, 정보 세트 품질이 평가될 수 있고, 최상의 정보 세트 품질을 가지는 그러한 피크 테스트 주파수들이 선택될 수 있다. 예를 들어, 3개(또는 일부 다른 수)의 피크 테스트 주파수들이 스캔 주파수들로서 선택될 것이라면, 다른 피크 테스트 주파수들보다 양호한 품질을 가지는 3개(또는 일부 다른 수)의 피크 테스트 주파수들이 선택될 수 있으며 스캔 주파수들로서 사용될 수 있다. 특정 주파수에서 이미지 정보 세트의 품질은 다양한 방식들로 평가될 수 있다. 예를 들어, 정보 세트에 대한 품질은 지문 이미지의 능선들 및 골짜기들 사이의 이미지 명암비(contrast ratio)를 평가함으로써 결정될 수 있다. 더 높은 품질을 가지는 정보 세트들은 더 높은 명암비를 가질 수 있다. 또 다른 품질 척도(measure)는 퍼지니스(fuzziness)와 관련될 수 있는데, 즉, 능선들과 골짜기들 사이의 날카로운 윤곽 그리기들(delineations)을 가지는 이미지들은 블러링된 예지들을 가지는 이미지들보다 높은 품질을 가질 수 있다. 이미지 정보 세트의 품질은 전체 이미지 상에서 또는 이미지 내의 선택된 영역들 상에서 결정될 수 있다. 예를 들어, 이미지 품질은 손가락이 존재하지 않는 영역들을 회피하는 손가락의 외곽 내에서 평가될 수 있다. 정보 세트 품질은 이미징되는 오브젝트에 의해 영향을 받을 수 있다. 예를 들어, 회절 효과들은 사람의 나이, 손가락 사이즈, 또는 손가락 내의 나선형 지문 및 능선들의 패턴들과 관련될 수 있는 특정 능선-투-능선 분리 거리들을 두고 발생할 수 있다. 회절 효과들은 스캔 주파수를 통해 변화할 수 있다. 다중-스펙트럼 초음파 이미징에서의 다중 스캔 주파수들의 사용은, 예를 들어, 상이한 주파수들에서 생성되는 이미지 정보 세트들의 선택적 결합에 의해 회절의 효과들 중 일부를 완화시킬 수 있다.

[0069] [0045] 일부 구현들에서, 스캔 주파수들 중 하나로서 초기 스캔 주파수(예를 들어, 최고 평균 진폭 또는 최상의 품질을 가지는 피크 테스트 주파수)를 선택하고, 그 다음, 초기에 선택된 스캔 주파수에 또는 그로부터 미리 결정된 오프셋을 가산 및/또는 감산함으로써 추가 스캔 주파수들을 선택하는 것이 유익할 수 있다. 예를 들어, 초기에 선택된 스캔 주파수가 X의 주파수를 가지고 미리 결정된 오프셋이 Y이면, 스캔 주파수들 중 제 2 스캔 주파수는 X+Y일 수 있고, 스캔 주파수들 중 제 3 스캔 주파수는 X-Y일 수 있다.

[0070] [0046] 대안적으로, 초기 스캔 주파수는 최고 평균 값 또는 최상의 품질을 가지는 피크 테스트 주파수를 선택하고 그리고 그 다음 초기에 선택된 스캔 주파수를 포함하는 범위를 식별함으로써 선택될 수 있다. 추가 스캔 주파수들은 피크 테스트 주파수를 포함하는 범위 내에 있는 주파수들로부터 선택될 수 있다. 일부 구현들에서, 추가 스캔 주파수들은 선택된 스캔 주파수의 정수 배수들과 같은 초기 선택된 스캔 주파수의 고조파들인 그러한 주파수들로 식별될 수 있다.

[0071] [0047] 일부 실시예들에서, 일단 복수의 정보 세트들이 생성되면, 정보 세트들은 또한 지문이 라이브 빙(live being)에 의해 제공되었는지 여부를 결정하는데 사용될 수 있다. 라이브니스를 결정하기 위한 방법에서, 각각의 지문 픽셀의 정규화된(normalized) 다중-주파수 응답은 벡터로서 형성될 수 있다. 정보 세트들 중 제 1 정보 세트("FoIS")가 선택될 수 있고, 능선들("능선 픽셀들")에 대응하는 FoIS에서의 픽셀들이 식별될 수 있으며, 골짜기들("골짜기 픽셀들")에 대응하는 FoIS에서의 픽셀들이 식별될 수 있다. 벡터들은 골짜기-픽셀 클러스터를 형성하기 위해서 함께 클러스터될 수 있다. 다른 정보 세트들 각각에 대해, 신호-강도 히스토그램-분포 정보("SSHDI")는 능선 픽셀들에 대해 컴퓨팅될 수 있고, SSHDI는 골짜기 픽셀들에 대해 컴퓨팅될 수 있다. 능선-픽셀 SSHDI의 피쳐-값이 식별될 수 있고, 골짜기-픽셀 SSHDI의 피쳐 값이 식별될 수 있다. 일부 실시예들에서, 능선-픽셀 주파수-응답 강도 히스토그램 분포 정보(FSHDI)의 피쳐-값이 식별될 수 있고, 골짜기-픽셀 FSHDI의 피쳐 값이 식별될 수 있다. 위에서 언급된 피쳐 값은, (a) FSHDI 또는 SSHDI에서 가장 일반적으로 나타나는 신호 강도, (b) FSHDI 또는 SSHDI에서 나타나는 중간 값 신호 강도, (c) FSHDI 또는 SSHDI의 통계적 에너지, (d) FSHDI 또는 SSHDI의 통계적 엔트로피(entropy) 또는 (e) FSHDI 또는 SSHDI의 통계적 분산(statistical variance)일 수 있다.

[0072] [0048] 그러한 다른 정보 세트들 각각에 대해, 능선-픽셀 피쳐 값과 골짜기-픽셀 피쳐 값 사이의 차는 분리 값

을 획득하기 위해서 결정될 수 있다. 그 다음, 분리 값들 중 임의의 것이 라이브 빙에 대응하는 것으로서 이전에 식별된 공간적 위치를 식별하는지 여부에 관한 결정이 이루어질 수 있다.

[0073] [0049] 도 42는 다중-스펙트럼/하이퍼-스펙트럼 이미징을 통한 라이브니스 검출의 하나의 예가 다중-주파수 능선-골짜기 분리임을 도시한다. 일부 실시예들에서, 스캔되는 타겟 오브젝트(예를 들어, 손가락)는 프로세스 동안 이동하지 않을 수 있다. 다중-주파수 능선-골짜기 분리의 하나의 실시예에서, 능선-골짜기 분리가 컴퓨팅된다. 지문 이미지는 관심있는 지문 영역들(ROI)을 추출(422)하기 위해서 최적의 주파수(420)(다른 주파수들(421)에서의 스캔들로부터 선택됨)에서 캡처된다. ROI들은 추출(422)되고, 이진화(binazation)가 하나 또는 그 초과로 추출된 ROI들에 대해 수행될 수 있다. ROI의 이진화는 능선 및 골짜기 맵들을 추출(423)할 수 있다. 최적의 주파수(420)에서 추출(423)된 능선-골짜기 맵들 및 ROI들은 모든 다른 주파수들(421)의 스캔들에 적용될 수 있다. 각각의 주파수(421)에서의 스캔에 대해, 능선 및 골짜기 픽셀들의 히스토그램은 개별적으로 컴퓨팅(424)될 수 있다. 능선-골짜기 히스토그램의 피크의 빈(bin) 값, 능선-골짜기 픽셀들의 중간 값, 능선-골짜기 히스토그램의 에너지, 엔트로피 또는 분산과 같은 피쳐들은 능선 및 골짜기 히스토그램들로부터 추출(425)될 수 있다. 골짜기-피쳐 값은 주어진 주파수에서 능선-골짜기 분리를 획득하기 위해서 능선-피쳐 값으로부터 감소될 수 있다. 예를 들어, 피크 빈 값들은 히스토그램으로부터 추출된 피쳐로서 사용될 수 있고, 능선-골짜기 분리 곡선들(426)은 다중 주파수들 상에 도시될 수 있다(일반적으로 도 33-36 참조). 상이한 재료들은 상이한 음향 임피던스들을 가지며, 따라서, 상이한 능선-골짜기 분리 곡선들(426)을 초래한다. 따라서, 능선-골짜기 분리 곡선들(426)은 타겟 오브젝트의 라이브니스를 결정하는데 사용될 수 있다.

[0074] [0050] 도 5는 타겟 오브젝트에 대응하는 초음파 이미지 정보 세트들을 생성하기 위한 초음파 센서 시스템을 도시하는 블록도를 예시한다. 센서 시스템은 초음파들을 생성하기 위한 초음파 송신기(55)를 포함할 수 있다. 시스템은 송신기(55)로 하여금 원하는 주파수들에서 복수의 파동들을 제공하게 하기 위해서 전기 송신 여기 신호들을 생성할 수 있는 신호 생성기(57)를 더 포함할 수 있다. 시스템은 신호 생성기(57)로부터의 전기 신호들을 증폭시키고 초음파 송신기(55)를 구동시키기 위한 증폭기(56)를 더 포함할 수 있다. 시스템은, 반사 초음파 에너지를 검출하고 검출된 에너지에 대응하는 픽셀 출력 신호들을 제공할 수 있는 초음파 센서 어레이(51)를 더 포함할 수 있다. 시스템은 초음파 센서 어레이(51)를 제어하고 센서 어레이(51)로부터 픽셀 출력 신호들을 수신하기 위한 센서 제어기(53)를 더 포함할 수 있다. 시스템은 이미지 정보 세트들 - 각각의 이미지 정보 세트는 상이한 주파수에 대응함 - 을 형성하고, 그 다음, 이미지 정보 세트들을 결합된 이미지 정보 세트로 결합하기 위한 전자 서브시스템(54)(예를 들어, 애플리케이션 프로세서)을 더 포함할 수 있다. 시스템은 수신된 신호들을 그들의 주파수 컴포넌트들로 분리하기 위한 대역-통과 필터들(52)을 더 포함할 수 있다.

[0075] **예시적 실시예들**

[0076] [0051] 도 6은 초음파 센서 어레이(62)의 외부 표면과 접촉하는 오브젝트(61)의 초음파 이미지 정보 세트들을 생성하기 위한 시스템(60)의 구성을 도시하는 다이어그램이다. 이러한 구성에서, 센서 스택(62)은 초음파 송신기(하단의 Tx(65)) 및 수신기(상단의 Rx(64))에 의해 그 사이에 끼워진(sandwiched) TFT 기관(63)을 가진다. TFT 기관(63)은 상부 표면 상에 배치되는 픽셀 회로들 및 픽셀 회로들 상에 배치되는 압전 레이어를 포함하는 TFT 회로를 가진다. 송신기(65)는 압전 레이어의 각각의 축 상에 배치되는 하나 또는 그 초과로 전극들을 가지는 압전 레이어를 포함할 수 있다. 상부 표면(도시되지 않음)은 플래튼으로서 기능할 수 있는 보호 필름(즉, 패럴린, 아크릴, 하드코트, DLC(diamond-like coating), 임피던스 매칭 레이어 또는 다른 적합한 코팅)으로 코팅될 수 있다. 제어기(66)는 송신기 여기 신호들을 초음파 송신기(63)와 연관된 전극들에 제공할 수 있다. 제어기(66)는, 센서 어레이(62)의 상부 표면으로부터 반사되는 초음파 신호들의 포착을 제어하고 센서 픽셀들로부터 픽셀 출력 신호들을 추출하기 위한 TFT 픽셀 회로에 다양한 제어 신호들을 전송할 수 있다. 센서 어레이(62) 및 제어기(66)는 센서 어레이(62)로부터의 픽셀 출력 신호들을 프로세싱하도록 서빙할 수 있는 모바일 디바이스 내의 애플리케이션 프로세서와 같은 하나 또는 그 초과로 프로세서들(67)과 통신할 수 있다. 대안적으로, 본 개시 내용 전반에 걸쳐 설명되는 바와 같은 박막 트랜지스터들 및 그 상에 형성되는 연관된 회로를 포함하는 TFT 기관은 유리 또는 플라스틱 TFT 기관 보다는 실리콘 기관 상에 또는 그 내에 형성되는 트랜지스터들 및 연관된 회로를 가지는 CMOS 센서 어레이와 같은 실리콘-기반 초음파 센서 어레이로 대체될 수 있다.

[0077] [0052] 도 7은 초음파 센서 어레이(73) 상에 포지셔닝되는 플래튼(72)의 외부 표면과 접촉하는 오브젝트(71)의 초음파 이미지 정보 세트들을 생성하기 위한 시스템(70)의 또 다른 구성을 도시하는 다이어그램을 도시한다. 이러한 구성에서, 센서 어레이(73)는 커버 유리 또는 플래튼(72)으로서 기능할 수 있는 상부 표면 상의 커버 재료(즉, 유리 또는 플라스틱)를 가지는 초음파 송신기(하단의 Tx(76)) 및 수신기(상단의 Rx(75))에 의해 그 사이에 끼워진(sandwiched) TFT 기관(74)을 가진다. 일부 구현들에서, 플래튼(72)은 폴리카보네이트(PC), 폴리에틸

렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 폴리이미드(PI) 또는 다른 폴리머 재료의 레이어를 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 플레틴(72) 레이어는 사파이어, 알칼리-알루미늄노실리케이트 시트 유리, 알루미늄, 스테인리스 강, 금속 합금, 폴리카보네이트, 폴리머 재료, 금속-충전 플라스틱 또는 다른 적합한 플레틴 재료로 구성될 수 있다. 일부 구현들에서, 플레틴(72)은 플레틴(72)의 하나의 면 또는 두 면들 상에 하나 또는 그 초과 코팅들 또는 음향 임피던스 매칭 레이어를 포함할 수 있다. 제어기(77)는 송신기 여기 신호들을 초음파 송신기(76)와 연관된 전극들에 제공할 수 있다. 제어기(77)는 센서 어레이(73)의 상부 표면으로부터 반사되는 초음파 신호들의 포착을 제어하고 센서 픽셀들로부터 픽셀 출력 신호들을 추출하기 위한 TFT 픽셀 회로에 다양한 제어 신호들을 전송할 수 있다. 센서 어레이(73) 및 제어기(77)는 센서 어레이(73)로부터의 픽셀 출력 신호들을 프로세싱하도록 서빙할 수 있는 모바일 디바이스 내의 애플리케이션 프로세서와 같은 하나 또는 그 초과 프로세서들(78)과 통신할 수 있다.

[0078] [0053] 제 1(도 6) 및 제 2 구성들(도 7) 둘 다에서, 제어기(66, 77)는 송신기(65, 76)를 여기하고, 픽셀 출력 데이터를 캡처하기 위한 상이한 주파수들 또는 처프 시퀀스들을 통해 신호들을 생성할 수 있다. 선택적으로, 프로세서(67, 78)는 추가 프로세싱을 위해서 제공될 수 있다. 일부 구현들에서, 프로세서(67, 78)는 송신기(65, 76)를 여기하도록 제어기(66, 77)에 명령할 수 있다. 일부 구현들에서, 프로세서(67, 78)는 모바일 폰, 태블릿 컴퓨터, 랩탑 컴퓨터 또는 휴대용 의료 디바이스와 같은 모바일 플랫폼 상에 제공될 수 있다. 일부 구현들에서, 애플리케이션 프로세서와 같은 모바일 디바이스 내의 하나 또는 그 초과 프로세서들(67, 78)은, 센서 어레이(62, 73)로부터의 데이터 및 이미지 정보 세트들을 프로세싱하도록 서빙하고, 폰을 잠금해제하거나 또는 사용자를 인증하는 것과 같은 다른 기능들에 대한 출력들을 제공할 수 있다.

[0079] [0054] 예를 들어, 본원에서의 교시 내용들은, 모바일 디바이스들, 디스플레이 디바이스들, 전화들, 멀티미디어 인터넷 인에이블 셀룰러 전화들, 모바일 텔레비전 수신기들, 무선 디바이스들, 스마트폰들, 블루투스 디바이스들, PDA(personal data assistant)들, 무선 전자 메일 수신기들, 핸드-헬드 또는 휴대용 컴퓨터들, 넷북들, 노트북들, 스마트북들, 태블릿들, 프린터들, 복사기들, 스캐너들, 팩시밀리 디바이스들, GPS 수신기들/네비게이터들, 카메라들, MP3 플레이어들, 캠코더들, 게임 콘솔들, 의료 디바이스들, 착용가능한 전자 디바이스들, 모바일 건강 디바이스들, 손목 시계들, 시계들, 계산기들, 텔레비전 모니터들, 평면 패널 디스플레이들, 전자 판독 디바이스들(예를 들어, e-리더들), 컴퓨터 모니터들, 자동차 디스플레이들(예를 들어, 주행기록계 디스플레이들 등), 조종석 제어들 및/또는 디스플레이들, 카메라 뷰 디스플레이들(예를 들어, 차량에서의 후방 뷰 카메라의 디스플레이) 또는 현금 자동 인출기들과 같은(그러나, 이들에 제한되는 것은 아님) 다양한 전자 디바이스들로 구현되거나 또는 이들과 연관될 수 있다는 것이 고려된다.

[0080] [0055] 도 8a 및 도 8b는 다중-스펙트럼 초음파 이미징을 위한 동작 방법들을 예시한다. 도 8a 및 도 8b는 각각 적용되는 주파수에 대해 포착되는 이미지 정보 세트를 가지는 송신기에 순차적으로 적용되는 2개 또는 그 초과 여기 주파수들의 세트에 대한 송신기 및 수신기 신호들을 도시한다. 2개 또는 그 초과 여기 주파수들의 세트는 각각 적용되는 스캔 주파수에 대해 포착되는 정보 세트를 가지는 송신기에 순차적으로 적용될 수 있다(도 8a의 f_1 및 도 8b의 f_n). 미리 결정된 스캔 주파수에서의 여기 신호의 하나 또는 그 초과 사이클들은 각각 도면의 상단 부분에 도시되는 바와 같이, 송신기(Tx)에 적용될 수 있다. 2개의 사이클들이 여기에 도시된다. 진행 중인 초음파의 송신 동안, 수신기 바이어스 전극으로의 제어 신호는 블록 모드로 세팅될 수 있다. 수신기 바이어스 전극으로의 제어 신호가 샘플 값으로 이르게 되는 경우, 반사 초음파 신호들은 샘플 모드 동안 캡처될 수 있다. 원하지 않는 내부 반사들의 검출을 방지하기 위해서, 수신기 바이어스 전극은 짧은 기간의 시간 동안 블록 모드로 다시 이르게 될 수 있다. 홀드 모드 동안, 초음파 센서 어레이의 각각의 센서 픽셀에 저장되는 신호들은 클럭될 수 있다. 초음파 이미지 정보 세트는 도 8a에 도시되는 바와 같은 제 1 적용되는 여기 주파수를 통해 획득될 수 있고, 제 2 초음파 이미지 정보 세트는 도 8b에 도시되는 바와 같은 제 2(더 높음) 적용되는 여기 주파수를 통해 획득될 수 있다.

[0081] [0056] 또 다른 이러한 방법이 도 9a에 도시되고, 여기서, 2개 또는 그 초과 여기 주파수들의 세트에 대한 송신기 및 수신기 신호들은 송신기에 순차적으로 적용된다. 도 9a는 여기 주파수들의 세트에 대해 포착되는 이미지 정보 세트를 가지는 송신기에 순차적으로 적용되는 2개 또는 그 초과 여기 주파수들의 세트에 대한 송신기 및 수신기 신호들을 도시한다. 이러한 방법에서, 픽셀 회로의 부분으로서 형성되는 피크 검출기는 다양한 스캔 주파수들로부터 반사되는 초음파 신호들이 단일 샘플 윈도우 내에서 검출될 때 샘플 모드 동안 피크 신호 진폭을 포착하는데 사용될 수 있다. 도 9b는 제 1 주파수에서 시작하고 제 2 주파수에서 종료하는 처프 송신기 여기 시퀀스(업-처프 또는 다운-처프)에 대한 송신기 및 수신기 신호들을 도시한다(업-처프 시퀀스가 도시됨). 이러한 방법에서, 픽셀 회로의 부분으로서 형성되는 피크 검출기는 초음파 송신기에 적용되는 처프된 여기 신호

로부터 반사되는 초음파 신호들이 단일 샘플 윈도우 내에서 검출될 때 샘플 모드 동안 피크 신호 진폭을 포착하는데 사용될 수 있다.

[0082] [0057] 본 발명의 하나의 예는 이산 주파수들을 사용하는 결합 방법들을 활용할 수 있다. 도 4는 선택적 가중과 픽셀별(pixel-wise) 산술 평균화를 활용하는 하나의 이러한 방법을 예시하는 흐름도이다. 이러한 방법은 픽셀별 평균화를 사용하여, 상이한 주파수로부터 각각 유도되는 포착된(81, 83, 85) 정보 세트들로부터 각각의 픽셀에 대한 결합된 값을 컴퓨팅(87)하는 단계를 포함한다. 이러한 방법을 사용하여, 각각의 주파수 컴포넌트들을 가지는 초음파 정보 세트들은 초음파 센서 어레이를 통해 블록들(81, 83 및 85)에서 포착된다. 이러한 포착된 정보 세트들 각각에 대해, 픽셀 출력 신호들 또는 값들은 좌표들(x, y)을 가지는 각각의 이미지 픽셀에서 디지털화될 수 있고, 여기서, x는 센서 어레이의 수평적 차원이고, y는 센서 어레이의 수직적 차원이다. 각각의 위치(x, y)에서의 픽셀들의 디지털화된 값들은 모든 선택된 정보 세트들에 걸쳐 가산될 수 있다. 주파수 컴포넌트에 기초하여, 이러한 픽셀 값들은 미리-할당된 가중치들과 곱해질 수 있다. 모든 선택된 정보 세트들에 대한 각각의 x, y 위치에서의 픽셀들의 이러한 합은 포착되는 정보 세트들의 수로 나누어질 수 있다. 연산은 픽셀 위치들 전부 또는 그 일부에 대해 반복될 수 있다. 결과적 데이터는 결합된 표현으로 또는 결합된 이미지 정보 세트로 지칭될 수 있다.

[0083] [0058] 도 10은 초음파 이미지 정보의 2개 또는 그 초과 세트들의 포인트별 산술 평균화를 도시한다. 도 10에서, 상이한 주파수들에서 정보 세트들로부터의 복수의 선택된 픽셀들의 각각의 픽셀에 대한 크기는 결합된 표현 또는 이미지 정보 세트를 형성하기 위해서 함께 가산되고 선택적으로 정규화된다. 가중된 평균화를 통해 포인트별 산술 평균화를 사용하여, 동일한 픽셀에 대한 상이한 주파수들에서 정보 세트들로부터의 크기는 결합된 표현 또는 이미지 정보 세트를 형성하기 위해서 그들의 각각의 주파수-의존 가중치와 곱해지고, 함께 가산되며, 선택적으로 정규화될 수 있다.

[0084] [0059] 본 발명의 하나의 예는 선택적 가중을 통해 공분산-기반 보간법을 활용할 수 있다. 도 11은 2개 또는 그 초과 공분산 행렬들을 사용하여 결합된 이미지 정보 세트를 생성하기 위한 방법을 예시하는 흐름도이다. 이러한 방법에서, 제 1 수신된 이미지가 제 1 스캔 주파수를 통해 포착(101)될 수 있다. 제 1 스캔 주파수와는 상이한 제 2 스캔 주파수에서의 제 2 수신된 이미지가 포착(103)될 수 있다. 다른 스캔 주파수들에 대한 추가 이미지들이 또한 포착(105)될 수 있다. 좌표들 (x, y) - x는 이미지의 수평적 차원이고, y는 이미지의 수직적 차원임 - 에서의 이미지 픽셀들을 사용하여, 포착된 이미지에 대응하는 수평적 그리고 수직적 사이즈를 가지는 제 1 이미지 공분산 행렬이 계산(107)될 수 있다. 제 2 공분산 행렬은 제 2 이미지로부터 계산(109)될 수 있다. 추가 공분산 행렬들은 추가 포착된 이미지들로부터 계산(111)될 수 있다. 공분산 행렬들은 상이한 주파수들에서 포착된 이미지들로부터 생성될 수 있고, 그러한 행렬들은 보간법(예를 들어, 선형, 큐빅, 바이-큐빅 또는 스플라인)을 사용하여 결합(113)되고, 결합된 표현을 형성하기 위해서 선택적으로 정규화될 수 있다.

[0085] [0060] 도 12는 공분산-기반 보간법을 사용하여 결합된 이미지 정보 세트를 생성하기 위한 방법을 도시한다. 그들의 각각의 여기 주파수들에서의 각각의 포착된 이미지의 공분산 행렬들은 선택적 가중을 통해 보간법(예를 들어, 선형, 큐빅, 바이-큐빅 또는 스플라인)을 사용하여 결합될 수 있다. 각각의 좌표 (x, y)에서의 각각의 공분산 행렬 엘리먼트는 모든 포착된 정보 세트들에 걸쳐 동일한 위치에서 각각의 엘리먼트들을 사용하여 보간될 수 있다. 이러한 각각의 엘리먼트 값들은 여기 주파수에 기초하는 할당된 가중치들과 곱해질 수 있다. 곱셈(139) 연산은 결합된(결과적) 이미지를 형성하기 위해서 픽셀 위치들의 전부 또는 일부에 대해 반복될 수 있다. 정보 세트 데이터 \mathbf{a}^i 의 블록들은 $\mathbf{a}^i = \mathbf{F} * \mathbf{a}^o + \mathbf{n}$ 으로서 표현될 수 있고, 여기서, F는 공지된 NxN 행렬이고, \mathbf{a}^o 는 원래 정보 세트의 블록(예를 들어, 행 또는 열)을 표현하는 추정된 픽셀 값들의 Nx1 벡터이고, n은 제로 평균을 가질 수 있는 Nx1 잡음 벡터이다. 추정된 정보 세트 데이터의 블록은 $\mathbf{a}^e = (\mathbf{F}^T \mathbf{C}^{-1} \mathbf{F})^{-1} \mathbf{F}^T \mathbf{C}^{-1} \mathbf{a}^i$ 로서 컴퓨팅될 수 있다. 초기 이미지 데이터 \mathbf{a}^o 의 블록에 대한 공분산 행렬 C는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{matrix}
 C & = & \begin{matrix} C_{f1}C_{f1} & C_{f1}C_{f2} & \dots & C_{f1}C_{fn} \\ C_{f2}C_{f1} & C_{f2}C_{f2} & \dots & C_{f2}C_{fn} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_{fn}C_{f1} & C_{fn}C_{f2} & \dots & C_{fn}C_{fn} \end{matrix}
 \end{matrix}$$

[0086]

[0087]

[0061] 원래 정보 세트에서 블록들의 통계를 추정한 이후, 보간법은 정보 세트에서의 각각의 픽셀을 중심으로 통계를 추정하는데 사용될 수 있다. 각각의 픽셀을 중심으로 통계를 계산한 이후, 그 픽셀에 대한 추정된 이미지 데이터가 컴퓨팅될 수 있다. 예를 들어, 각각의 결합된 값은 그레이-스케일 값과 상관(140)될 수 있다. 추정된 이미지 데이터는 추정된 이미지 데이터의 각각의 블록으로부터의 결과들을 결합함으로써 획득될 수 있다. 결합된 표현은 초기 이미지 데이터의 각각의 세트로부터(예를 들어, 다양한 여기 주파수들로부터) 추정된 이미지 데이터의 결과들을 결합함으로써 획득될 수 있다. 예를 들어, 그레이-스케일 값들은 지문의 표현으로서 제공(141)될 수 있다.

[0088]

[0062] 일부 구현들은 송신 주파수들에 기초하여 가중치들을 생성하기 위한 방법들을 활용할 수 있다. 초음파 송신을 위해서 사용되는 주파수들은 일반적으로 지수적으로(exponentially) 달라지는 센서 스택에서 사용되는 재료들의 감쇠를 가진다. 다중-주파수 초음파 이미징에 대한 가중치들을 생성하기 위한 하나의 접근법은 다양한 주파수들을 지수적으로 유도되는 가중 팩터와 관련시키는 것이다. 다양한 여기 주파수들을 사용하여 생성되는 n개수의 정보 세트들에 대해, n-1개의 연속적 가중치들이 존재한다. 정보 세트들은 그들의 여기 주파수, 제 1 가중치(예를 들어, 1)로 가중된 최고 주파수를 갖는 이미지, 제 2 지수적으로 유도되는 가중치로 가중되는 제 2 최고 주파수에 대한 정보 세트 등의 내림 차수로 배열될 수 있다.

[0089]

[0063] 공간적 등록은 다양한 여기 주파수들을 사용하여 획득되는 이미지 정보 세트들로부터 결합된 표현(즉, 결합된 이미지 정보 세트)을 획득하는데 사용될 수 있다. 그것은 블록별 와핑(block-wise warping)과 같은 기법들을 사용하여 각각의 이미지로부터의 피쳐들의 재-정렬을 포함할 수 있다. 대안적으로, 공간적 등록은 모션-정정 기법들을 사용하여 획득될 수 있다. 정규화된 크로스-상관, 평균 제곱 에러, 절대적 차들의 합 또는 상호 간의 정보와 같은 방법들은 상이한 여기 주파수들로부터의 2개 또는 그 초과 이미지들을 결합하는데 사용될 수 있다. 리사이징, 회전, 가장 가까운 이웃, 선형, 큐빅 또는 스플라인 기법들이 결합된 이미지 정보 세트를 획득하기 위해서 2개 또는 그 초과 이미지 정보 세트들을 결합하는데 사용될 수 있다. 결합된 정보 세트를 획득하기 위한 다른 방법들은 에지 검출 또는 그래디언트-기반 방법들을 포함할 수 있다.

[0090]

[0064] (평가, 프로비저닝 또는 교정 프로시저 동안 센서 스택의 배열 및 컴포넌트들에 부분적으로 의존하는) 초음파 센서 어레이의 주파수 응답에 기초하여, 다중-스펙트럼 초음파 이미징을 위한 주파수들이 선택될 수 있다. 2개 또는 그 초과 주파수들이 사용될 수 있다. 일부 구현들에서, 시스템은 이미징을 위한 주파수들의 선호되는 세트를 결정하기 위해서 교정 또는 자가-교정될 수 있다.

[0091]

[0065] 도 13은 본 개시 내용에 따라 타겟 값의 표현들을 제공하는 하나 또는 그 초과 방법들을 도시하는 흐름도이다. 하나의 방법은 다른 테스트 주파수들보다 더 높은 리턴 에너지를 가지는 피크 테스트 주파수들을 선택(131)하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은 피크 테스트 주파수들의 이미지 품질을 평가(132)하는 단계 및 높은 이미지 품질을 가지는 피크 주파수들에 기초하여 스캔 주파수들을 선택(133)하는 단계를 포함할 수 있다. 추가 스캔 주파수들은 선택(133)된 주파수들에 미리 결정된 오프셋을 적용시킴으로써 식별(134)될 수 있다. 방법은 선택(133)된 스캔 주파수들의 고조파들을 식별함으로써 추가 스캔 주파수들을 식별(135)하는 단계를 더 포함할 수 있다. 도 13에 도시되는 방법은 복수의 스캔 주파수들에서 지문을 스캔(136)하는 단계를 더 포함할 수 있다. 스캔-값 데이터는 스캐닝(136)으로부터 나올 수 있으며, 스캔 주파수들 각각에 대응하도록 수학적으로 결합될 수 있다. 일부 구현들에서, 스캔-값 데이터에 대한 가중 팩터가 식별(138)될 수 있다. 공분산 행렬들에서의 각각의 엔트리는 대응하는 가중 팩터와 곱해질 수 있다(139). 각각의 결합된 값은 그레이-스케일 값과 상관(140)될 수 있다. 일부 구현들에서, 각각의 결합된 값은 가중 팩터를 식별하거나 또는 공분산 행렬들에서의 각각의 엔트리를 가중 팩터와 곱하지 않고도 상관될 수 있다. 그레이-스케일 값들은 스타일러스와 같은 지문 또는 다른 타겟 오브젝트의 표현으로서 제공(141)될 수 있다.

[0092]

[0066] 초음파 센서 어레이의 주파수 응답의 예는 다수의 피크들(f_{r1} , f_{r2} , ..., f_{rn} 로 라벨링되는 국부 공진들) 및 골짜기들이 시각적인 도 14에 도시된다.

- [0093] [0067] 초음파 센서 시스템의 교정은 시스템 응답을 결정하기 위해서 초음파 송신기로 하여금 초음파들을 방사하게 하도록 (예를 들어, 약 1 MHz로부터 약 25 MHz까지) 변화하는(varying) 주파수에 의해 수행될 수 있다. 시스템은 송신기 여기, 및 시스템 응답을 결정하기 위해서 송신기 여기가 온인 상태에서의 이미지 정보 세트로부터 감산되는 송신기 여기가 오프인 상태에서의 배경 정보 세트를 통해 그리고 그 다음, 이들 없이 동작될 수 있다. 이미지 정보 세트 포착이, 예를 들어, 초음파 센서 어레이에서의 일부 또는 모든 픽셀들의 평균(mean) (평균치(average))로서 또는 픽셀별로 수행될 수 있다.
- [0094] [0068] 6개의 그래프들은 도 14a-f에 도시되며, 이들 각각은 동작 주파수가 어떻게 선택될 수 있는지를 표시한다. 상단 좌측 그래프(도 14a)에서, f_{r2} 에서의 최고 진폭 응답을 가지는 주파수가 선택된다. 하단 좌측 그래프(도 14b)에서, 2개의 최고 진폭 응답들을 가지는 주파수들(f_{r2} and f_{r3})이 선택된다. 상단 중간 그래프(도 14c)에서, 5개의 최고 진폭 응답들을 가지는 주파수들(f_{r1} 내지 f_{r5})이 선택된다. 하단 중간 그래프(도 14d)에서, f_{r3} 및 f_{r4} 에 대응하는 최상의 응답 품질을 가지는 주파수들이 선택된다. 상단 우측 그래프(도 14e)에서, 선호되는 동작 주파수(f_{r2})가 선택되고, 선호되는 동작 주파수보다 낮거나 또는 높은 하나 또는 그 초과 주파수들이 선택(예를 들어, 동일한 단계들에서 선택)된다. 하단 우측 그래프(도 14f)에서, 하나 또는 그 초과 선호되는 동작 주파수들(예를 들어, f_{r3})이 선택되고, 선호되는 동작 주파수들보다 낮고 이들을 포함하며 이들보다 높은 주파수들의 범위가 선택된다. 일부 구현들에서, 선택된 주파수들은 이들 사이에 동일한 인터벌을 가질 수 있다.
- [0095] [0069] 도 15a-b는 추가 여기 주파수 선택들에 대응하는 그래프들을 도시한다. 상단 그래프(도 15a)에서, 하나 또는 그 초과 주파수들이 송신기 여기를 위해서 선택되고, 정보 세트들은 여기 주파수들의 하나 또는 그 초과 고조파들에서(예를 들어, 도시되는 바와 같은 5, 10, 15 및 20 MHz와 같은 주파수 응답에서의 특정 피크에 있을 수 있거나 또는 있지 않을 수 있는 초기에 선택된 주파수의 정수 배수들에서) 포착된다. 하단 그래프(도 15b)에서, 실질적으로 최고 진폭 응답 또는 응답 품질을 가지는 주파수(예를 들어, f_{r2})가 송신기 여기를 위해서 선택되고, 이미지들은 여기 주파수의 하나 또는 그 초과 고조파들에서 포착된다.
- [0096] [0070] 소리는 일부 재료들에서 희박상(rarefaction phase)에 비해 파동의 압축상(compression phase) 동안 더 빨리 이동할 수 있어서, 음파의 비선형적 전파를 야기한다. 매체에서 이동하는 소리의 이러한 비선형성은 여기 주파수의 다양한 고조파들을 갖는 수신 신호들을 생성할 수 있다. 대안적으로, 초음파들의 비선형성은 캐리어 주파수 및 주파수-변조된 부분과 같은 하나 초과 여기 주파수가 사용되는 경우, 주파수들의 합 또는 차로써 응답들을 생성할 수 있다. 수신 신호로서 생성되는 고조파들은 근거리에서 덜 지배적이지만, 여전히 존재하며 검출가능할 수 있다. 다중-스펙트럼 이미징 동안, 다양한 고조파들은 초음파 센서 어레이에 의해 수신될 수 있다. 초음파들이 초음파 송신기의 표면에 수직(normal)인 방향으로 전파하는 두께 모드에서, 센서 스택은 기본 주파수 및 연관된 홀수 고조파들에서 공진할 수 있다. 기본 주파수에서의 또는 그 부근에서의 여기 주파수, 또는 기본 주파수를 커버하는 대역에서 생성되는 처프 송신 시퀀스가 공진 및 연관된 오버톤(overtone)들을 야기하도록 송신될 수 있다. 적용되는 주파수들의 고조파 컴포넌트들에 의해 형성되는 정보 세트들은 결합된 표현 또는 이미지 정보 세트를 생성하기 위해서 픽셀별 평균화 또는 공분산-기반 보간법 방법들에 대한 입력들로서 사용될 수 있다. 이러한 접근법들은 기본 주파수가 신호 프로세싱 동안 필터링될 때 초음파 이미징 시스템에 대한 해상도 및 명암(contrast)을 증가시킬 수 있다.
- [0097] [0071] 시스템은 타겟 오브젝트의 표현을 캡처하기 위한 선호되는 주파수들을 결정하기 위해서 교정 또는 자가-교정될 수 있다. 도 16a-b는 교정 방법들을 예시하는 그래프들을 도시한다. 제 1 방법(도 16a)에서, 하위 스캔 주파수 "1"(예를 들어, 1 MHz) 및 상위 스캔 주파수 "2"(예를 들어, 24 MHz)가 선택될 수 있고, 스캔은 시스템 응답 및 공진 피크들을 결정하기 위해서 하위 및 상위 스캔 주파수들 사이에서 이루어졌다. 이러한 예에서, 주파수 "3"(f_{r2})은 가장 큰 응답을 가지며 동작을 위해서 선택될 수 있다. 제 2 방법(도 16b)에서, 테스트 타겟은 센서 플래튼 상에 배치될 수 있고, 그 타겟은 지문 능선들과 골짜기들 사이의 다양한 간격을 표현하는 돌출(protrusion)들 및 오목한 곳(recess)들을 포함한다. 스캔들이 이루어질 수 있고, 최상의 이미지 품질을 가지는 주파수 "3"이 동작을 위해서 선택될 수 있다(이것은 피크 주파수 외의 주파수에 있을 수 있음). 다양한 교정 방법들에 대한 온도 변화들을 통한 선택된 주파수들의 시프트들은 온도들의 범위 상에서의 온도 테스트 및 교정에 의해 또는 초음파 센서의 전형적 온도 응답을 모델링하고 국부적 온도 측정에 기초하여 적용되는 여기 주파수들을 수정함으로써 결정될 수 있다.

- [0098] [0072] 도 17a-b는 추가 교정 방법들을 예시하는 그래프들을 도시한다. 제 3 방법(도 17a)에서, 하위 스캔 주파수 "1"(예를 들어, 1 MHz) 및 상위 스캔 주파수 "2"(예를 들어, 24 MHz)가 선택될 수 있고, 시스템 응답 및 공진 피크들을 결정하기 위해서 테스트 타겟에 대해 하위 및 상위 스캔 주파수들 사이에서 스캔이 이루어진다. 센서 플래틴에 적용되는 스킨-형 테스트 타겟에 대한 최저 출력 신호를 표현하는(지문 능선을 표현하는) 제 1 주파수 "3"이 결정될 수 있고, 에어(air)에 대한 최고 출력 신호를 표현하는(지문 골짜기를 표현하는) 제 2 주파수 "4"가 결정될 수 있다. 에어에 대한 최고 출력 신호 및 스킨-형 테스트 타겟에 대한 최저 출력 신호가 항상 최고 그리고 최저 시스템 피크들로 발생하지 않을 수 있다는 점이 주목된다. 이 예에서, 2개의 결정된 주파수들 3 및 4는 동작을 위해서 선택될 수 있다. 온도 변화들을 통한 주파수들 3 및 4의 시프트들이 포함될 수 있다. 제 4 방법(도 17b)에서, 하위 스캔 주파수 "1"(예를 들어, 1 MHz) 및 상위 스캔 주파수 "2"(예를 들어, 24 MHz)가 선택될 수 있고, 시스템 응답 및 공진 피크들을 결정하기 위해서 테스트 타겟에 대해 하위 및 상위 스캔 주파수들 사이에서 스캔이 이루어진다. 제 1 주파수 "3"은, 예를 들어, 센서 플래틴에 적용되는 스킨-형 테스트 타겟에 대한 낮은 출력 신호에 기초하여 결정되고, 제 2 주파수 "4"는, 예를 들어, 플래틴에 대해 에어에 대한 높은 출력 신호에 기초하여 결정될 수 있으며, 3과 4 사이의 중간 주파수들 "5"의 수가 (예를 들어, 허용되는 시스템 주파수 증분들에 기초하여) 결정될 수 있다. 그 다음, 주파수 대역에서의 중간 주파수들 5와 함께 2개의 결정되는 주파수들 3 및 4가 동작을 위해서 선택될 수 있다. 온도 변화들을 통한 주파수들의 시프트들이 포함될 수 있다. 일부 구현들에서, 스캔 주파수들의 제 2 대역이 포함될 수 있다. 스캔 주파수들의 제 2 대역은 유사한 방식으로 결정될 수 있지만, 제 1 주파수와는 상이한 범위의 주파수들에 포커싱한다.
- [0099] [0073] 도 18은 처프된 여기를 통한 다중-스펙트럼 초음파 이미징의 하나의 방법을 예시하는 흐름도이다. 구체적으로, 도 18은 단일-정보 세트 처프된 여기의 방법을 도시한다. 이러한 방법에서, 단지 단일의 정보 세트가 포착된다. 방법은 피크 검출기에 기초하여 픽셀 회로를 통해 작동하며, 원하는 시간에 반사되는 신호를 수신하도록 조정될 수 있는, 송신기 여기의 시작과 샘플 모드의 시작 사이의 제어된 범위-게이트 시간 지연을 사용한다. 처프 시퀀스가 더 높은 프레임 레이트들을 허용하여, 단일 정보 세트를 생성하기 위해서 생성될 수 있다. 하나의 실시예에서, 처프 시퀀스가 결정(181)된다. 처프 시퀀스는 송신기에 적용(183)된다. 수신기는 처프된 송신기 여기로부터 각각의 픽셀에서 피크 신호들을 캡처(185)한다. 그 다음, 처프된 이미지는, 예를 들어, 캡처(185)된 피크 신호들을 조작하는 프로세서에 의해 포착(187)된다.
- [0100] [0074] 도 19는 픽셀별 산술 평균화(및 선택적 가중)를 통한 다중-이미지 처프된 여기에 대한 방법을 예시하는 흐름도이다. 하나의 실시예에서, 처프 시퀀스들은, 예를 들어, 프로세서에 의해 또는 이전 구성을 통해 결정(191)된다. 제 1 이미지는 제 1 처프 시퀀스를 사용하여 포착(192)된다. 그 다음, 제 2 이미지는 제 2 처프 시퀀스를 사용하여 포착(193)된다. 추가 이미지들은 다양한 다른 처프 시퀀스들에 대해 포착(194)될 수 있다. 제 1 공분산 행렬은 제 1 이미지로부터 컴퓨팅(195)될 수 있다. 제 2 공분산 행렬은 제 2 이미지로부터 컴퓨팅(196)될 수 있다. 추가 공분산 행렬들은 포착(194)된 임의의 추가 이미지들로부터 컴퓨팅(197)될 수 있다. 공분산 행렬들은, 예를 들어, 보간법 (예를 들어, 선형, 큐빅, 바이-큐빅 또는 스플라인 보간법)을 사용함으로써, 결합된 이미지를 형성하기 위해서 결합(198)될 수 있다. 공분산 행렬들의 결합(198)이 가중될 수 있다.
- [0101] [0075] 도 20은 처프 시퀀스 결정을 예시하는 2개의 그래프들을 도시한다. 도 20의 상단 그래프는 제 1 주파수에서 시작하고 제 2 주파수에서 종료하는 선형 처프를 도시한다. 도 20의 하단 그래프는 제 1 주파수에서 시작하고 제 2 주파수에서 종료하는 지수적 처프를 도시한다. 하나 또는 그 초과 정보 세트들은 (예를 들어, 화살표들로 표시되는 주파수들에서) 어느 하나의 스캔 동안 포착될 수 있다. 처프 시퀀스는, 예를 들어, 선형적, 이차적(quadratic), 지수적(exponential), 로그적(logarithmic)일 수 있거나, 또는 개별 주파수들을 포함한다. 처프는 일반적으로, 시작 주파수 및 종료 주파수를 가지고; 일부 처프들은 낮은 주파수에서 시작하고 높은 주파수에서 종료할 수 있는 반면, 다른 처프들은 높은 주파수에서 시작하고, 낮은 주파수에서 종료할 수 있다. 시작 및 종료 처프 주파수들은 피크 진폭에서의 주파수, 제 2 피크 진폭에서의 주파수, 피크 주파수들 또는 그 부근의 주파수들 또는 초음파 센서의 다른 주파수들일 수 있다.
- [0102] [0076] 사용될 수 있는 몇몇 상이한 타입들의 처프 시퀀스들은: 1) 확장된 범위의 주파수 컴포넌트들을 갖는 확장된 처프; 2) 수신기 어레이의 최고 피크 주파수와 두 번째로 높은 피크 주파수 사이에서 확장되는 주파수들을 가지는 피크-투-피크 처프; 3) 시스템 피크들 중 하나 주변의 주파수들을 가지는 근접도 처프; 및 4) 초음파 센서 어레이의 하나 또는 그 초과 피크들을 통해 확장되는 2개 또는 그 초과 주파수 대역들을 가지는 간극형(gapped) 처프이다. 처프 시퀀스는 시스템 응답의 최고 피크들에 기초하여 선택될 수 있다. 처프 시퀀스는 그것으로부터 획득된 이미지에 기초하여 선택될 수 있는데, 처프 시퀀스는 이미지 품질 또는 다른 메트릭의 평가로부터 결정된다. 하나 또는 그 초과 처프들은 직렬로 적용(예를 들어, 반복)될 수 있다. 단일 정보 세트는

최대 수신기 주파수 응답을 커버하는 다중-주파수 콘텐츠를 가지는 처프 시퀀스를 사용하여 포착될 수 있다. 다수의 정보 세트들은 하나 또는 그 초과와 처프 시퀀스들 및 결합된 정보 세트들을 사용하여 포착될 수 있다. 초음파 센서는 이러한 처프 시퀀스들을 사용하여 교정될 수 있다.

[0103] [0077] 도 21a-b는 다양한 처프 시퀀스들을 예시하는 그래프들을 도시한다. 제 1 방법(확장된 처프 - 도 21a 참조)에서, 하위 처프 주파수 "1"(예를 들어, 5 MHz) 및 상위 처프 주파수 "2"(예를 들어, 20 MHz)가 선택되고, 처프는 하위 및 상위 처프 주파수들 사이에서 이루어진다. 일부 구현들에서, 하위 및 상위 처프 주파수들은 시스템의 주파수 응답의 측정에 기초하여 결정될 수 있다. 일부 구현들에서, 하위 및 상위 처프 주파수들은 유사하게 구성되는 센서 어레이들의 테스트에 기초하여 선택될 수 있다. 정보 세트는 처프가 완료된 이후 포착될 수 있다. 대안적으로, 하나 또는 그 초과와 정보 세트들이 처프 동안 포착될 수 있다. 제 2 방법(피크-투-피크 처프 - 도 21b 참조)에서, 하위 처프 주파수 "1"(예를 들어, ~1 MHz) 및 상위 처프 주파수 "2"(예를 들어, ~9.5 MHz)가 시스템의 공진 피크들에서 또는 그 부근에서 선택될 수 있고, 처프는 하위 및 상위 처프 주파수들 사이에서 이루어진다. 정보 세트는 처프가 완료된 이후 포착될 수 있다. 대안적으로, 하나 또는 그 초과와 정보 세트들이 처프 동안 포착될 수 있다.

[0104] [0078] 선형 처프 신호는, 시간, 예를 들어, (0<시간<T에 대해)

[0105] 처프(시간) = $\sin [2\pi(f_0 + (B/2T) * \text{시간}) * \text{시간}]$

[0106] 이 지남에 따라 선형적으로 변화하는 주파수를 가지고,

[0107] 여기서, f_0 는 시작 주파수이고, B는 주파수 대역폭이며, T는 처프의 시간 듀레이션이다.

[0108] [0079] 도 22a-b는 다른 다양한 처프 시퀀스들을 예시하는 그래프들을 도시한다. 제 3 방법(근접도 처프 - 도 22a 참조)에서, 시스템 피크를 커버하는 하위 처프 주파수 "1"(예를 들어, 4 MHz) 및 상위 처프 주파수 "2"(예를 들어, 6 MHz)가 선택되고, 스캔은 하위 및 상위 처프 주파수들 사이에서 이루어진다. 정보 세트는 처프가 완료된 이후 포착될 수 있다. 대안적으로, 하나 또는 그 초과와 정보 세트들이 처프 동안 포착될 수 있다. 제 4 방법(간극형 처프 - 도 22b 참조)에서, 하위 처프 주파수 "1"(예를 들어, 4 MHz) 및 상위 처프 주파수 "2"(예를 들어, 6 MHz)가 제 1 공진 피크 주변에서 선택되고, 제 2 하위 처프 주파수 "3"(예를 들어, 15 MHz) 및 제 2 상위 처프 주파수 "4"(예를 들어, 17 MHz)가 제 2 공진 피크 주변에서 선택된다. 제 1 범위(1 내지 2)의 하위 및 상위 처프 주파수들 사이에서 스캔이 이루어진 이후, 제 2 범위(3 내지 4)의 상위 및 하위 처프 주파수들 사이에서 스캔이 이루어질 수 있다. 정보 세트는 처프가 완료된 이후 포착될 수 있다. 대안적으로, 하나 또는 그 초과와 정보 세트들이 처프 동안 포착될 수 있다.

[0109] [0080] 처프-코딩된 송신기 신호들은 초음파 시스템에서의 피크 진폭 응답 주변의 선형 주파수 대역을 사용하여 생성될 수 있다. 광대역 펄스 및 처프 펄스 둘 다는 동일한 피크 진폭을 가질 수 있지만, 처프 펄스는 자신의 증가된 길이에 기인하여 훨씬 더 많은 펄스 에너지를 가질 수 있다. 일반적으로, 송신되는 신호 에너지가 더 많아짐에 따라, 반사 신호가 더 커진다. 처프 펄스는 펄스 동안 변화하는(varying) 진폭 및 주파수를 통해 형성될 수 있다. 더 짧은 처프 펄스는 더 빠른 센서 프레임 레이트들을 허용할 수 있다. 처프 펄스들은 다중-펄스, 다중-주파수 방식의 송신 펄스들 사이의 타겟 오브젝트의 모션으로부터 발생할 수 있는 모션 아티팩트(artifact)들을 완화하기 위해서, 단일의 송신되는 펄스를 사용할 수 있다.

[0110] [0081] 도 23a 및 도 23b는 처프-코딩된 송신기 신호들의 FFT들을 예시하는 그래프들을 도시한다. 도 23a는 5 내지 20 MHz로부터의 선형 주파수 대역을 갖는 처프-코딩된 "확장된 처프" 송신기 신호의 FFT를 도시한다. 도 23b는 7.5 내지 12.5 MHz로부터의 선형 주파수 대역을 가지는 처프-코딩된 "피크-투-피크 처프" 송신기 신호의 FFT를 도시한다.

[0111] [0082] 도 24a 및 도 24b는 처프-코딩된 송신기 신호들의 FFT들을 도시하는 그래프들을 도시한다. 도 24a는 7 내지 8.5 MHz로부터의 선형 주파수 대역을 가지는 처프-코딩된 "근접도 처프" 송신기 신호의 FFT를 도시한다. 도 24b는 7.5 내지 8.5 및 11 내지 12.5 MHz로부터의 선형 주파수 대역을 가지는 처프-코딩된 "갭 처프" 송신기 신호의 FFT를 도시한다.

[0112] [0083] 도 25는 초음파 센서 어레이를 도시하는 다이어그램이다. 센서 어레이(243)는 TFT 기관(241) 및 수신기(247)를 포함할 수 있다. 센서 어레이(243)는 유리 커버 또는 LCD 디스플레이와 같은 디스플레이/커버(242)와 물리적 통신을 할 수 있다. 수신기(247)는 하나 또는 그 초과와 수신기 바이어스들(245) 및 하나 또는 그 초과와 수신기 전극들(246)을 포함할 수 있다. 센서 어레이(243)는 또한, 송신기(250)와 관련하여 배열될 수 있다.

송신기(250)는 다수의 송신 전극들(248 및 249)을 포함할 수 있다. 센서 어레이(243)는 대략 50 μm 의 픽셀 피치를 가질 수 있다. 센서 어레이(243)는 사이즈 범위가 대략 15 mm x 6 mm로부터 전체 디스플레이 사이즈들까지일 수 있다. 다른 사이즈들은 11 mm x 11 mm 그리고 1 인치 x 1 인치 사이즈들을 포함할 수 있다. 센서 어레이(243)는 낮은 프로파일(대략 1mm)을 가질 수 있다. 센서 어레이(243)는 높은 동작가능한 주파수들(5-25 MHz)을 가질 수 있다. 센서 어레이(243)는 지문 스캐닝 디바이스의 주변에, 디스플레이(242)의 일부분의 뒤에, 전체 디스플레이의 뒤에, 또는 디바이스 인클로저의 어디에든 있을 수 있다.

[0113] [0084] 도 26은 본 개시 내용에 따라 초음파 지문 센서의 일부 가능한 구성들을 도시한다. 센서는 디스플레이 및 지문 센서에 대한 별개의 또는 공통 TFT 기관들을 가질 수 있다. 공통 커버 유리 또는 터치스크린은 센서의 엘리먼트들 사이에서 공유될 수 있다. 초음파 지문 센서 어레이(및 선택적 코팅 또는 커버 레이어)는 모바일 디바이스 인클로저의 홈에, 옆에 또는 뒤에 포지셔닝될 수 있다. 센서는 버튼(기계식 또는 비-기계식; 인증 또는 비-인증)의 부분으로서 포지셔닝되거나 또는 그 위에 배치될 수 있다. 예를 들어, 지문 센서(264)는 디스플레이(디스플레이 컬러 필터 유리(262) 및 디스플레이 TFT 기관(263)을 포함함)의 주변에 있을 수 있다. 이러한 예에서, 지문 센서(264)는 디스플레이 커버 유리(261) 밑에 위치된다. 또 다른 예에서, 지문 센서(264)는 디스플레이로부터 개별적으로 위치되고, 센서(264)를 보호하기 위해서 커버 레이어로 코팅될 수 있다. 또 다른 예에서, 지문 센서(264)는 디스플레이(디스플레이 컬러 필터 유리(262) 및 디스플레이 TFT 기관(263)을 포함함) 밑에 (또는 뒤에) 위치될 수 있다. 또 다른 예에서, 지문 센서(264)는 디스플레이 TFT 기관(263) 내에 통합될 수 있다.

[0114] [0085] 도 27은 하나의 이러한 초음파 센서 시스템의 블록도를 도시한다. 도 27의 초음파 센서 시스템은 초음파 센서 픽셀 회로 어레이(272)를 가지는 초음파 송신기(271)를 포함한다. 초음파 송신기(271)는 송신기 드라이버(276)와 (예를 들어, 하나 또는 그 초과)의 전자 연결들을 통해) 전자 통신한다. 예를 들어, 송신기 드라이버(276)는 초음파 송신기(271)와 전자 통신하는 포지티브 극성 신호 및 네거티브 극성 신호를 가질 수 있다. 송신기 드라이버(276)는 센서 제어기(278)의 제어 유닛(279)과 전자 통신할 수 있다. 제어 유닛(279)은 송신기 여기 신호를 송신기 드라이버(276)에 제공할 수 있다. 제어 유닛은 또한, 레벨 선택 입력 버스를 통해 수신기 바이어스 드라이버(274)와 전자 통신할 수 있다. 수신기 바이어스 드라이버(274)는 수신기 바이어스 전압을 초음파 센서 픽셀 회로 어레이(272)에 부착될 수 있는 압전 수신기 레이어의 표면 상에 배치되는 수신기 바이어스 전극에 제공할 수 있다. 제어 유닛(279)은 또한, 하나 또는 그 초과)의 디멀티플렉서들(277)과 전자 통신할 수 있다. 디멀티플렉서들(277)은 복수의 게이트 드라이버들(275)과 전자 통신할 수 있다. 게이트 드라이버들(275)은 초음파 송신기(271) 내의 초음파 센서 픽셀 회로 어레이(272)와 전자 통신할 수 있다. 게이트 드라이버들(275)은 초음파 센서 픽셀 회로 어레이(272) 외부에 포지셔닝되거나 또는 일부 구현들에서는, 초음파 센서 픽셀 회로 어레이(272)와 동일한 기관 상에 포함될 수 있다. 초음파 센서 픽셀 회로 어레이(272) 외부에 있거나 또는 초음파 센서 픽셀 회로 어레이(272)에 포함되는 디멀티플렉서들(277)은 특정 게이트 드라이버들(275)을 선택하는데 사용될 수 있다. 초음파 센서 픽셀 회로 어레이(272)는 하나 또는 그 초과)의 디지털라이저들(273)과 전자 통신할 수 있다. 디지털라이저들(273)은 초음파 센서 픽셀 회로 어레이(272)로부터의 아날로그 신호들을 센서 제어기(278) 내의 데이터 프로세서(280)에 적합한 디지털 신호로 컨버팅할 수 있다. 센서 제어기(280)는 디지털 출력을 모바일 디바이스의 애플리케이션 프로세서와 같은 외부 시스템에 제공할 수 있다.

[0115] [0086] 정보 세트들이 특정 주파수들에서 포착되는 경우, 결과적 정보 세트들은 손가락 지문 정의들을 반전시킬 수 있다(예를 들어, 전형적으로 센서 어레이 출력 이미지에서 밝게 나타나는 능선 영역들이 손가락 골짜기 영역들에 대해 어둡게 나타날 것이고, 그 반대도 성립함). 이러한 관측들은 5-20 MHz 동작 범위에서의 몇몇 특정 주파수들에서 발생할 수 있지만, 미리 정의된 최적의 주파수에 대해 좁은 범위에서 가장 큰 출력을 가질 수 있다. 이러한 동작에 대한 가설은, 이러한 패턴을 산출하기 위해서 그 후에 특정 주파수들에서 구조적으로 (constructively) 또는 파괴적으로(destructively) 간섭하는 센서 스택에서의 송신 및 수신 신호의 공진에 기인한 정재파들의 생성이 존재한다는 것이다.

[0116] [0087] 이러한 동작의 예가 도 28에 도시된다. 도 28은 톤 버스트 온 및 오프 상태들 사이의 어레이의 출력의 차에 대한 주파수 응답을 도시한다. 지문 이미지들은 그들이 획득되었던 주파수들에서 오버레이되고 검정 실선 박스들로 마킹된 이미지들은 반전되는 것으로 나타난다. 전형적으로, 피크 응답은 최대 신호 전달을 산출하는 최적의 동작 주파수("최적의 주파수")인 것으로 결정된다. 오버레이 도면은 각각의 주파수에서 촬영되는 지문 이미지들을 포함한다. 검정 실선 박스들로 외곽이 그려진 이미지들은 이미지의 반전을 강조한다(손가락 지문 능선들 및 골짜기들에 대한 그레이 스케일 값들이 바뀌어 보임). 이러한 동작은 피크 주파수 주변에서 더 강하고, 더 민감하며, 관측가능하다는 점이 또한 주목될 수 있다. 이러한 동작은 정보 세트들을 프로세싱하고, 출

력 이미지에서 전체 신호-대-잡음 비를 개선하는데 사용될 수 있다. 이러한 제안되는 방법에서, 손가락 지문 이미지들은 미리 결정된 "최적의 주파수"(어레이에 의해 관측되는 톤 버스트 온 및 오프 신호들이 최대로 변화하는 주파수) 위의 그리고 아래의 2개 내지 4개의 주파수들에서 동시에 촬영될 수 있다. 일단 정보 세트들이 획득되면, 별개의 능선 및 골짜기 패턴들의 식별을 개선하기 위한 몇몇 방식들 중 하나가 존재할 수 있다.

[0117] [0088] 하나의 이러한 예가 도 29에 예시되며, 여기서, 2개의 이미지들이 포착되는데, 하나는 최적의 주파수(12.6MHz)에서 그리고 다른 하나는 능선 및 골짜기 영역들(10.4MHz)에서의 완전한 반전을 초래하는 것보다 약간 낮은 주파수에서 포착된다. 그 다음, 이러한 개별 이미지들은 더 양호한 격리를 위해서 그들의 대응하는 배경 이미지들(손가락 없이 동일한 주파수 조건들에서 촬영되는 이미지들)로부터 감산될 수 있다. 예시적 사후 정규화(post normalization)로서, 2개의 상이한 주파수들에서 캡처되는 데이터가 가산되고, 이는 능선 및 골짜기 영역들로 인한 전체 신호의 증가를 초래한다. 응답에서 분리를 개선하는 동일한 목적을 서빙하는, 구현될 수 있는 몇몇 다른 이미지 프로세싱 방법들이 존재할 수 있다. 도 29는 2가지 경우들에서 획득되는 신호 진폭을 도시한다(하나는 단일의 최적의 주파수에서 획득되고, 두 번째는 2개의 주파수들 - 이들 중 하나는 이미지 반전을 초래하였음 - 에서 획득됨). 히스토그램 도면들은 2가지 경우들 - 후자는 상당히 더 높은 출력 분포를 도시함 - 에 대해 전형적 전압 출력 분포를 강조한다.

[0118] [0089] 본 개시 내용의 하나의 목적은 다수의 주파수 관련 신호 반전을 이용함으로써 더 양호한 지문 정의들을 유도하는 특정 타겟 주파수들의 사용이다. 정의를 증가시키기 위한 프로세싱 방법들은 몇 가지 일 수 있으며, 특정 관심들에 기초하여 선택될 수 있다. 샘플링 파라미터들에 기초하는 이미지 캡처와 관련된 몇몇 유사 팩터들이 존재한다. 이러한 반전 동작의 관측에 영향을 미칠 중요한 것들은 샘플링 및 버스트 시작, 사용되는 초음파 펄스들의 수 및 그들의 주파수들 사이의 지연이다. 그러나, 센서의 적합한 튜닝을 통해, 이러한 파라미터들(즉, 펄스들의 수, 지연, 버스트 시작 및 주파수들)이 조정될 수 있다.

[0119] [0090] 예를 들어, 별개의 능선 및 골짜기 패턴들의 식별을 개선하기 위한 하나의 방식은 2개의 별개의 주파수 세팅들(하나는 능선들이 밝게 나타나는 "정규"이고, 다른 것은 능선들이 골짜기 영역들에 비해 더 어둡게 나타나는 "반전"임)에서 손가락 지문 이미지들을 획득하는 것을 포함한다. 도 30은 ADC(analog-to-digital converter)에 의한 지문 능선 및 골짜기 사후 컨버전에 대응하는 전압을 도시하는 샘플 이미지 윤곽들 및 히스토그램 도면들을 도시한다. 도 30에서의 히스토그램 및 이미지 도면들은 비교의 용이함을 가능하게 하기 위해서 동일한 스케일을 가진다. 능선 및 골짜기 영역들 사이의 도 30에서의 명암은 비교가능한 것으로 나타나지만, 주파수들 각각에 대응하는 히스토그램들은 능선 및 골짜기 영역들에 대응하는 정보 세트의 분포가 하나의 주파수(6.5 MHz)로부터 다른 주파수(8.5 MHz)로 변화하는 것을 도시한다.

[0120] [0091] 데이터 분포의 추가 시험(examination)이 도 31에 도시된다. 도 31은 선택된 능선 및 골짜기 포인트들 사이의 아날로그 전압 비교를 도시하는 가변성 도면이다. 여기서, 손가락의 능선 및 골짜기 영역들에 대응하는 랜덤하게 선택된 포인트들의 그룹이 2개의 동작 주파수들에 대해 추적된다. 손가락의 능선들을 표현하는 영역들은 2개의 동작 주파수들 사이에서의 최대 변화를 도시하는 반면, 손가락의 "골짜기" 영역들은 뚜렷하게(fairly) 변화하지 않은 상태라는 것이 보여질 수 있다.

[0121] [0092] 선택된 주파수들에서의 측정을 획득함으로써, 능선 및 골짜기 영역들 사이의 차는 주파수를 통한 그들의 출력 변화에 기초하여 이미지 또는 픽셀들의 영역들을 추적함으로써 증폭될 수 있다. 주파수를 통한 상당한 출력 변화가 더 쉬운 능선 영역들은 정보 세트들의 적합한 그래디언트 도메인 프로세싱에 의한 후속하는 스톱워킹(thresholding)을 사용하여 효과적 프로세싱을 위해서 식별될 수 있다. 또 다른 잠재적 이점은 포착된 이미지들의 SNR(Signal to Noise Ratio)의 개선이다. 2개의 동작 주파수들 사이의 최대 및 최소 그래디언트 변화를 가지는 영역들의 식별은, 단일 주파수 이미지 포착 프로세스와 비교되는 경우 SNR을 잠재적으로 개선할 수 있다.

[0122] [0093] 최적의 동작 주파수들을 결정하기 위해서, 표준 팩토리형(factory-like) 교정 방법은 손가락의 음향 특성들에서의 유사한 타겟 재료(예를 들어, 고무)를 사용함으로써 이용될 수 있다. 측정들의 2개의 세트들이 취해질 수 있는데, 하나는 플래튼을 완전히 커버하는 타겟 재료(시뮬레이션하는 손가락)를 통해 이루어진 것이고, 또 다른 하나는 플래튼 상에 어떠한 타겟 오브젝트도 없이 이루어진 것이다("에어" 측정). 톤 버스트 신호의 주파수는 스윙핑될 수 있고, TFT 응답은 (타겟 없이 그리고 타겟을 통하는) 경우들 둘 다에 대해 캡처될 수 있다. 그 다음, 2개의 신호들 사이의 차는 반전 동작이 최상으로 관측되는 최적 포인트(들)를 결정하는데 사용되고, 이는 에어 및 타겟의 차 신호("에어 마이너스 타겟")의 네거티브 및 포지티브 최대치에 의해 제공된다. 도 32는 에어 마이너스 타겟 전압 차 대 초음파 신호의 주파수 사이에 도시되는 바와 같은 네거티브 피크 및 포지

티브 피크를 예시한다.

[0123] [0094] 본 개시 내용의 또 다른 실시예는 지문 라이브니스를 결정하는 것과 관련될 수 있다. 지문은 대상의 아이덴티티를 구별하기 위한 유효 생체 특징인 것으로 증명된다. 지문 인 증은 널리 사용된다. 그러나, 지문 인 증은 스푸핑(spoo f)에 취약하다. 위조 손가락("스푸프"라고도 알려짐)은 등록된 실제 손가락의 몰드(mold)들로 만들어지고, 부정으로 인 증을 획득하는데 사용될 수 있다. 몰드들은 사용자 협력을 통해 또는 사용자 협력 없 이 만들어질 수 있다. 스푸프의 사용에 대해 보호하기 위해서, 타겟 오브젝트가 라이브 상태(live)인지 여부를 결정하기 위한 시도가 이루어질 수 있다. 기존 라이브니스 테스트들은 2개의 그룹들로 카테고리화될 수 있다. 하나의 그룹은 이미지-기반 접근법이며, 이는 실제 그리고 위조 손가락들을 구별하기 위해서 지문 이미지들에서 시각적으로 감지할 수 있는 정교한(subtle) 특징들에 의존한다. 이러한 접근법은 라이브니스를 적절하게 평가 하기 위해서 뚜렷하게 높은 해상도(500 내지 1000 dpi)를 요구한다. 라이브니스 테스트들의 제 2 그룹은 하드 웨어-기반 접근법이며, 이는 혈압, 펄스, 전도성 등과 같은 라이브니스 피쳐들을 캡처하기 위한 지문 센서 외의 하드웨어를 요구한다.

[0124] [0095] 본 개시 내용의 하나의 실시예는 다중-주파수 초음파 정보 세트들을 사용함으로써 라이브니스에 대한 테 스팅을 포함한다. 최적의 동작 주파수에서, 실제 그리고 위조 손가락들 둘 다는 유사하게 보여지고, 이미지-기 반 라이브니스 피쳐들의 아주 정교한 차들을 초래할 수 있다. 그러나, 상이한 재료들은 상이한 주파수들 위 에서 상이한 초음파 반사율을 가진다. 주파수들의 범위에 대한 차들은 스푸프를 식별하는데 사용될 수 있다. 각 각의 픽셀에 대해, 라이브니스 피쳐들의 벡터가 추출될 수 있다. 벡터들은 기존 주파수 응답을 사용하여 정규 화될 수 있다. 그 다음, 정규화된 주파수 응답 벡터는 그 재료의 다중-주파수 시그니처 및 이에 따른 라이브니 스에 대한 양호한 표시를 생성하기 위해서 프로세싱될 수 있다. 도 33-36은 라이브니스 테스트에 대한 다중-주 파수-기반 접근법들의 결과들을 예시한다.

[0125] [0096] 다중-주파수-기반 접근법을 사용하여 라이브니스를 결정하는 하나의 방법은 정보 세트들("FoIS") 중 제 1 정보 세트를 선택하는 단계를 포함하고, 정보 세트들의 그룹은 다중-주파수 초음파 센서에 의해 캡처되는 정 보 세트들을 포함한다. 방법은 지문의 능선들에 대응하는 FoIS에서 픽셀들("능선-픽셀들")을 식별하는 단계를 더 포함할 수 있다. 방법은 지문의 골짜기들에 대응하는 FoIS에서 픽셀들("골짜기-픽셀들")을 식별하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0126] [0097] 다른 정보 세트들 각각에 대해, 방법은 능선-픽셀들에 대한 SSHDI 또는 FSHDI 및 골짜기-픽셀들에 대한 SSHDI 또는 FSHDI를 컴퓨팅하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이러한 다른 정보 세트들 각각에 대해, 방법은 능 선-픽셀 SSHDI 또는 FSHDI의 피쳐-값 및 골짜기-픽셀 SSHDI 또는 FSHDI의 피쳐-값을 식별하는 단계를 더 포함할 수 있다. 다른 정보 세트들 각각에 대해, 방법은 분리 값을 획득하기 위해서 능선-픽셀 피쳐-값과 골짜기-픽셀 피쳐-값 사이의 차를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 다른 정보 세트들 각각에 대해, 방법은 분리 값들이 라이브 빙에 대응하는 것으로서 미리 식별되는 공간 위치를 식별하는지 여부를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0127] [0098] 하나의 실시예에서, 피쳐-값은 SSHDI 또는 FSHDI에서 가장 흔하게 나타나는 신호-강도이다. 또 다른 실 시예에서, 피쳐-값은 SSHDI 또는 FSHDI에서 나타나는 중간 신호-강도이다. 그러나, 피쳐-값은 SSHDI 또는 FSHDI의 통계적 에너지, 통계적 엔트로피 또는 통계적 분산일 수 있다.

[0128] [0099] 다음의 설명은 본 개시 내용에 따라 지문과 같은 타겟 오브젝트에 대한 정보를 획득하기 위해서 다중 주 파수들 및 초음파들을 사용하는 특정 센서에 대한 동작 정보를 설명한다. 동작 정보는 센서의 재료 타입들 및 다른 양상들을 포함한다. 이러한 특정 센서는 신호 피크들을 검출하기 위해서 적분기를 사용하지만, 다른 디바 이스들이 신호 피크들을 검출하는데 사용될 수 있다는 점이 주목되어야 한다.

[0129] [00100] 이러한 특정 센서에서, 톤 버스트 생성기 함수가 생성될 수 있다. 다음의 수식들에 대해, f = 주파수 이고, n = 펄스들의 수이며, t = 시간이고, t₀ = 시작 시간이며, A = 진폭이다. 톤 버스트 함수 생성기는 다음 의 수식에 의해 설명될 수 있다:

[0130]
$$\eta(f, n, t, t_0, A) := \text{if} \left[t < t_0, 0, \text{if} \left[t > \left(t_0 + \frac{n}{f} \right), 0, A(\sin[2\pi f(t - t_0)]) \right] \right]$$

[0131] [00101] 반사 톤 버스트는 다음의 수식에 의해 설명될 수 있다:

$$r\eta(f, n, t, t_0, A) := \text{if} \left[t < t_0, 0, \text{if} \left[t > \left(t_0 + \frac{n}{f} \right), 0, A(\sin \left[2\pi f \left(t - \frac{t_0}{2} \right) \right]) \right] \right]$$

[0132] [00102] PVDF, 파릴렌 및 폴리카보네이트에서의 음속은 각각 다음과 같다:

$$c_{pvdf} := 2200 \frac{m}{s}, c_{pary} := 2307 \frac{m}{s}, c_{pcar} := 2241 \frac{m}{s}$$

[0133] [00103] 이러한 특정 센서에서의 PVDF, 파릴렌 및 폴리카보네이트의 두께는 각각 다음과 같이 설명될 수 있다:

$$\delta_{pvdf} := 28\mu m, \delta_{pary} := 25\mu m, \delta_{pcar} := 254\mu m$$

[0134] [00104] 레인지 게이트 함수는 다음의 수식에 의해 설명될 수 있다:

$$\text{RangeGate}(t, \text{rgstart}, \text{rgstop}, X) := \text{if}[(t \geq \text{rgstart}) \wedge [t \leq (\text{rgstop})], X, -X]$$

[0135] [00105] 톤 버스트에서의 인덱스, 시간들의 어레이 및 펄스들의 수는 다음과 같이 설명될 수 있다:

$$j := 0..2000, t_j := jns, n := 4$$

[0136] [00106] 압전기의 상단 상의 압전 레이어 및 파릴렌 코팅이 먼저 관측될 수 있다. 다음의 수식들은 가능한 관측을 설명한다:

$$\begin{aligned} \delta t &:= 2 \left(\frac{\delta_{pvdf}}{c_{pvdf}} + \frac{\delta_{pary}}{c_{pary}} \right) \\ &= 47.128ns, \quad (\text{즉, 수신기 스택에 진입, 반사 및 리턴하기 위한 시간}) \end{aligned}$$

[0143] [00107] 다음의 파라미터들은 이러한 특정 센서:

$$rg_{on} := 150ns, rg_{off} := 600ns \text{ (임의의 범위 게이트 시작 및 범위 게이트 종료)}$$

$$p(f, \tau) := \eta(f, n, \tau, 0ns, 1) \text{ (프라이머리 펄스)}$$

$$r(f, \tau, \delta t) := r\eta(f, n, \tau, \delta t, 1) \text{ (반사 펄스)}$$

$$x(f, \tau, \delta t, \sigma) := p(f, \tau) + r(f, \tau, \delta t) - \sigma$$

(간섭 변조 펄스(수신기 레이어에서 자기 자신의 반사를 충족하는 펄스))

$$q(f, \tau, \delta t, \sigma) := \text{if}(x(f, \tau, \delta t, \sigma) < 0, 0, x(f, \tau, \delta t, \sigma))$$

(펄스 및 자신의 반사들로부터 발생하는 정제된 전기 신호)

$$\text{끝짜기} = 1, \text{ 능선} = 0, \text{MRayl} = \frac{10^6 \text{kg}}{\text{sm}^2}$$

$$\begin{aligned} R(W_{\text{from}}, W_{\text{into}}) &:= \frac{W_{\text{into}} - W_{\text{from}}}{W_{\text{into}} + W_{\text{from}}} \text{ (반사도)}, \text{ 여기서, } W_{\text{air}} := 0.000412\text{MRayl}, W_{\text{pvd}f} \\ &:= 4.005\text{MRayl}, W_{\text{pc}} := 2.672\text{MRayl}, R(W_{\text{air}}, W_{\text{pvd}f}) \\ &= 0.9997943, R(W_{\text{pvd}f}, W_{\text{air}}) = -0.9997943, R(W_{\text{air}}, W_{\text{pc}}) \\ &= 0.9996917, R(W_{\text{pc}}, W_{\text{air}}) = -0.9996917 \end{aligned}$$

$$\text{Film}(t, \delta t, X) := \text{if}(t < \delta t, -X, X) \text{ (필름 두께 마커 함수)}$$

[0144]

와 관련될 수 있다.

[0145]

[0146] [00108] 다음의 수식은 임계 레인지 게이트 포인트들을 표현하고, 여기서, δt 는 플래턴 두께(에코의 시작)이고, $\frac{n}{f}$ 는 TB 길이(TB의 끝), $\delta t + \frac{n}{f}$ 는 에코의 끝:

$$rg(f, n, \delta t) := \begin{pmatrix} \delta t \\ \frac{n}{f} \\ \delta t + \frac{n}{f} \end{pmatrix} \text{ 이다.}$$

[0147]

[0148] [00109] 출력들의 주파수 스위프(sweep)는 수신기로부터 캡처될 수 있다. 예를 들어, 주파수 스위프는 1MHz에서 시작하고, 상위 주파수가, 예를 들어, 33MHz에 도달될 때까지 0.1 MHz 증분들로 점진적으로 증가할 수 있다. 다음의 구성을 사용하여, 신호들은 도 37a-c 및 도 39a-c에 도시되는 바와 같이 캡처된다:

$$\delta t := 2 \left(\frac{\delta_{\text{pvd}f}}{c_{\text{pvd}f}} + \frac{\delta_{\text{par}y}}{c_{\text{par}y}} \right) = 47.128ns$$

$$\text{Capture}(f, t, gs, ge, \sigma) := \text{if}[(t \geq gs) \wedge [t \leq ge], p(f, t) + r(f, t, \delta t)\sigma, 0]$$

$$\text{Rectifier}(f, t, gs, ge, \sigma) := \text{if}(\text{Capture}(f, t, gs, ge, \sigma) \leq 0, 0, \text{Capture}(f, t, gs, ge, \sigma))$$

[0149]

[0150] [00110] 도 39d-f는 다양한 레인지 게이트들에 기초하는 주파수에 의한 적분된 수신기 출력을 도시한다.

[0151] [00111] 다음의 구성을 사용(폴리카보네이트 플래턴의 254 μm 를 가산)하여, 신호들은 도 38a-c에 도시되는 바와

같이 캡처된다:

$$\delta t := 2 \left(\frac{\delta_{pvdf}}{c_{pvdf}} + \frac{\delta_{pary}}{c_{pary}} + \frac{\delta_{pcar}}{c_{pcar}} \right) = 273.812ns$$

Capture(f, t, gs, ge, σ, δt) := if[(t ≥ gs) ∧ [t ≤ ge], p(f, t) + r(f, t, δt)σ, 0]

Rectifier(f, t, gs, ge, σ, δt) := if(Capture(f, t, gs, ge, σ, δt) ≤ 0, 0, Capture(f, t, gs, ge, σ, δt))

[00112] 다음의 적분 함수가 사용될 수 있다:

Itg(f, δt, σ, rg_{on}, rg_{off})

$$:= \int_{rg_{on}}^{rg_{off}} \frac{q(f, \tau, \delta t, \sigma)}{rg_{off} - rg_{on}} d\tau, \text{ 여기서 } \sigma$$

= 표면 상태 (1 = 골짜기, 0 = 능선), f = 주파수, τ

= 순간 시간, δt = 두께(시작), rg_{off} = 범위 게이트 오프, rg_{on}

= 범위 게이트 온

[00113] 다음의 수식은 적분 골짜기 마이너스 능선을 설명하는데 사용될 수 있다:

$$Idf(f, \delta t, rg_{on}, rg_{off}) := \int_{rg_{on}}^{rg_{off}} \frac{q(f, \tau, \delta t, 1) - q(f, \tau, \delta t, 0)}{rg_{off} - rg_{on}} d\tau$$

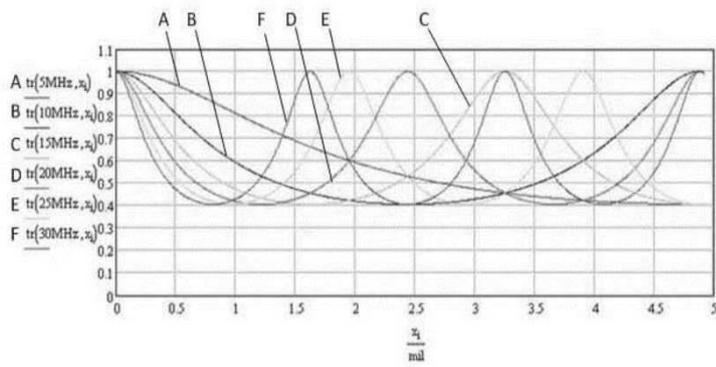
[00114] 이러한 특정 센서에서, 초음파 신호는 압전 필름에 진입하고, 그 필름을 통과하며, 다시 반사된다. 신호가 지문 골짜기(에어)에 당면하면, 진입 및 반사 펄스들 둘 다는 전기 신호를 생성하기 위해서 압전 필름을 여기할 것이다. 신호가 지문 능선과 같은 손가락 조직을 통과하는 상황들에서, 단지 진입 펄스만이 압전 필름을 여기할 것이다. 신호는 254 μm의 폴리카보네이트(도 40a-c 참조) 또는 500 μm 플래탄(도 41a-c 참조)과 같은 지연 라인에 의해 필름과 타겟 오브젝트 사이에서 지연될 수 있다. 도 40d-f는 254 μm 폴리카보네이트 레이어를 가지는 다양한 레인지 게이트들에 기초하는 주파수에 의한 적분된 수신기 출력을 도시한다. 도 41d-f는 500 μm 플래탄 레이어를 가지는 다양한 레인지 게이트들에 기초하는 주파수에 의한 적분된 수신기 출력을 도시한다.

[00115] 도 43은 손가락을 스캔하는 다중-스펙트럼 방법의 흐름도이다. 방법은 다양한 스캔 주파수들에서 복수의 초음파들을 통해 손가락을 스캔(431)하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은 스캔 주파수들 각각에 대해 복수의 픽셀 출력 값들로부터 초음파 이미지 정보 세트를 생성(432)하는 단계를 더 포함할 수 있다. 방법은 결합된 이미지 정보 세트를 생성하기 위해서 스캔 주파수들 각각에 대응하는 이미지 정보 세트들을 결합(433)하는 단계를 더 포함할 수 있다. 방법은 각각의 픽셀 출력 값을 그레이-스케일 값으로 변환(434)하는 단계를 더 포함할 수 있다. 방법은 결합된 이미지 정보 세트로서 그레이-스케일 값들을 제공(435)하는 단계를 더 포함할 수 있다. 방법은 라이브니스 결정을 수행하기 위해서 복수의 초음파 이미지 정보 세트들을 사용(436)하는 단계를 더 포함할 수 있다. 방법은 라이브니스 결정을 표시하는 라이브니스 출력 신호를 제공(437)하는 단계를 더 포함할 수 있다.

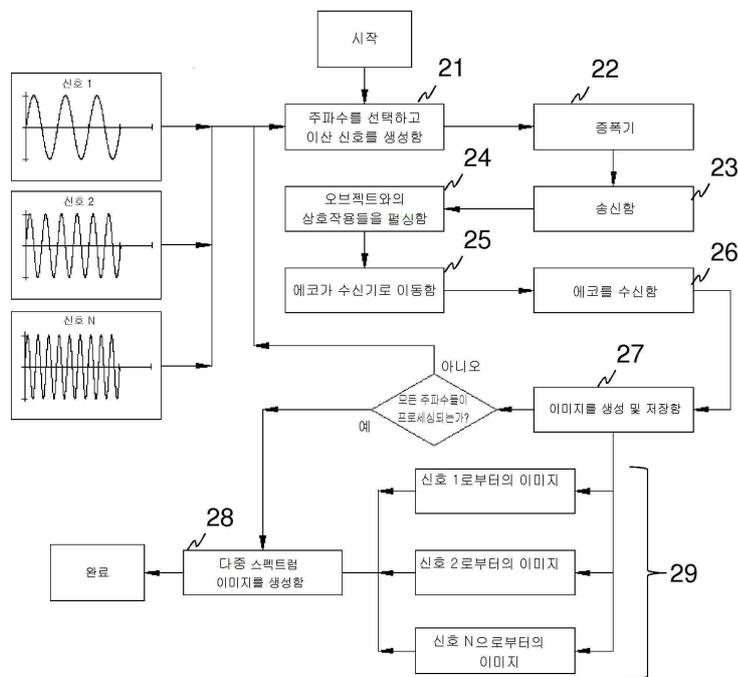
[00116] 본 개시 내용은 하나 또는 그 초과와 특정 실시예들에 대해 설명되지만, 본 개시 내용의 다른 실시예들은 본 개시 내용의 사상 및 범위로 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 것이 이해될 것이다. 따라서, 본 개시 내용은 단지 첨부된 청구항들 및 이들의 적당한 해석에 의해 제한되는 것으로 간주된다.

도면

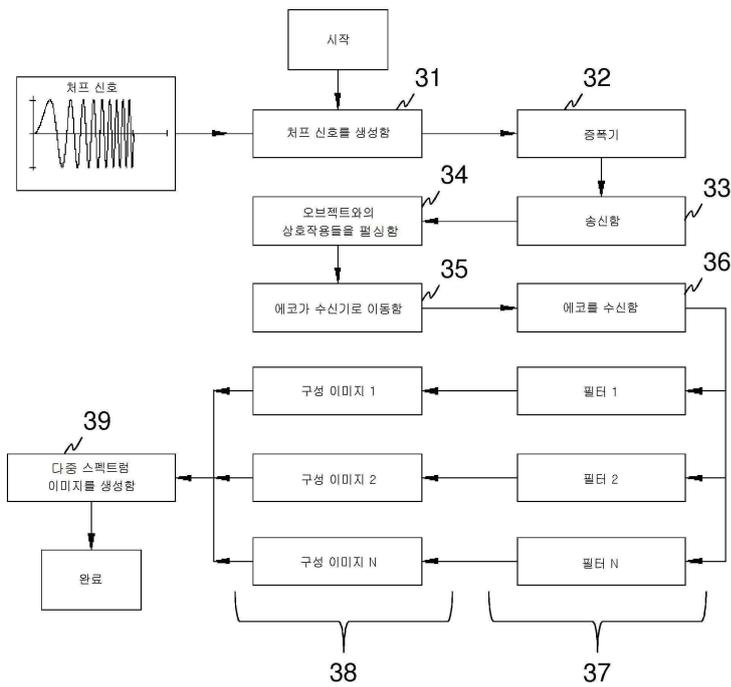
도면1



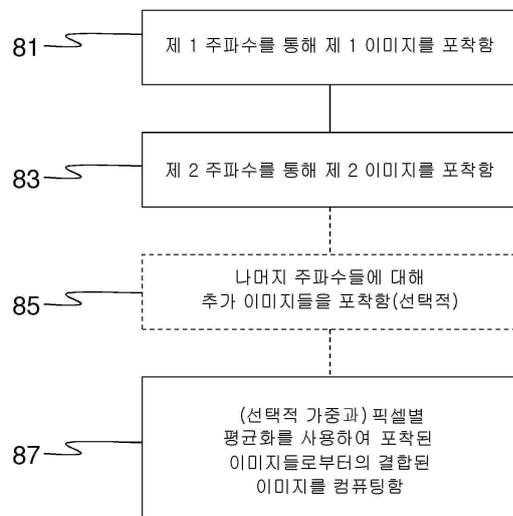
도면2



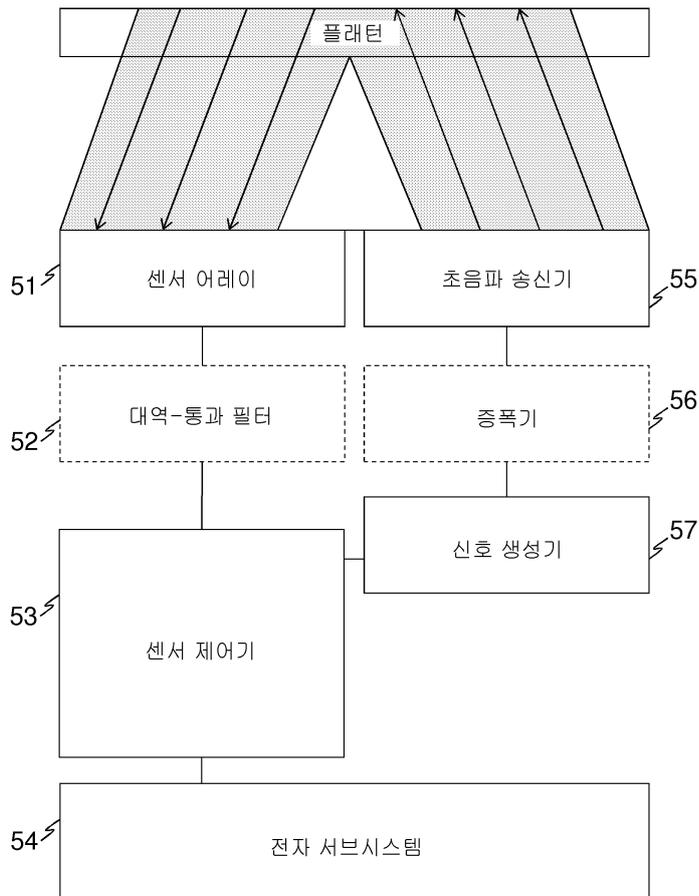
도면3



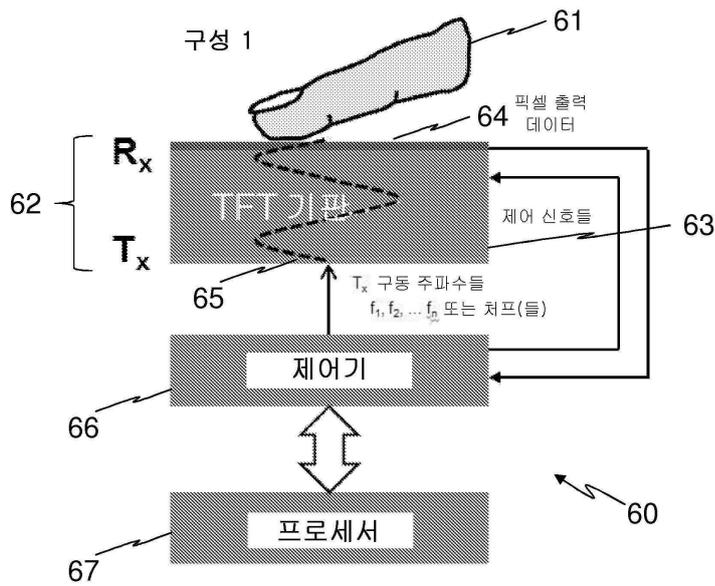
도면4



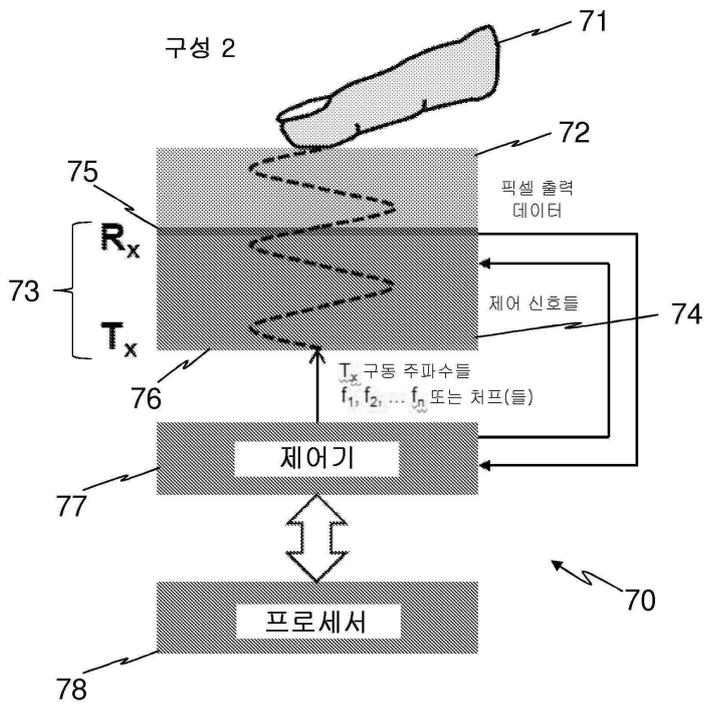
도면5



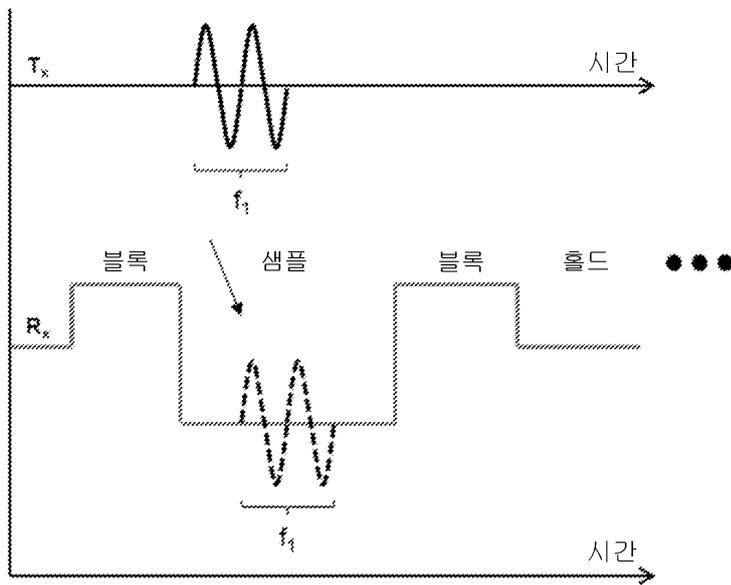
도면6



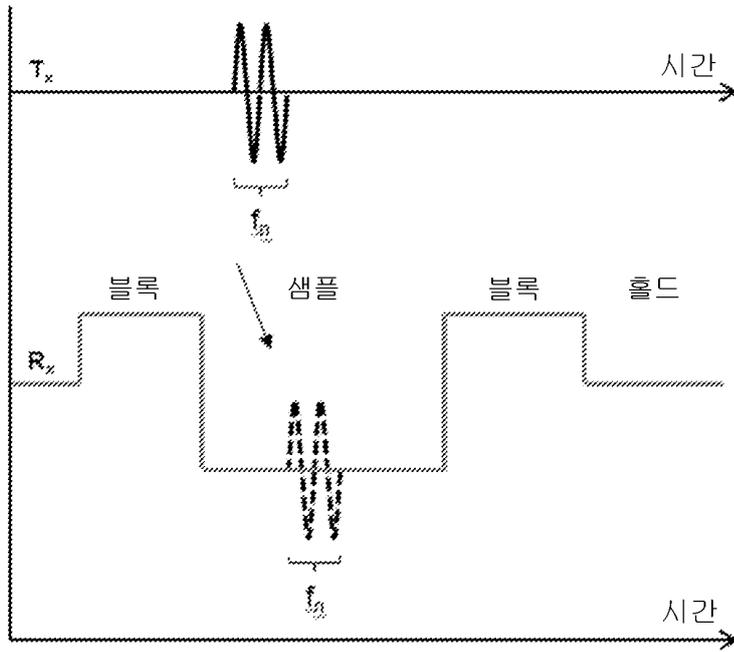
도면7



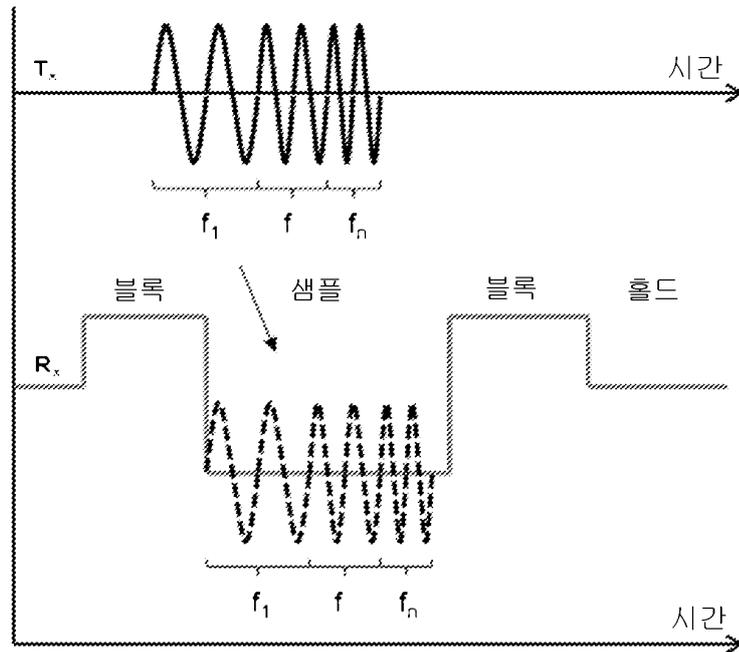
도면8a



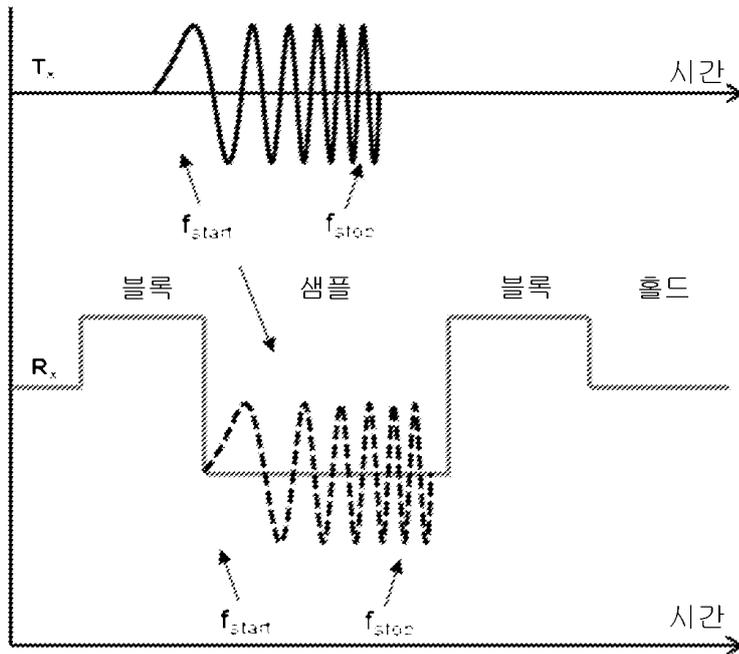
도면8b



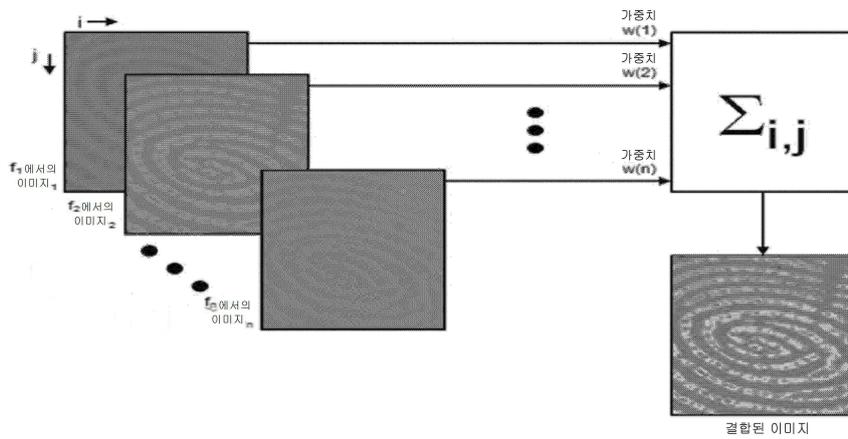
도면9a



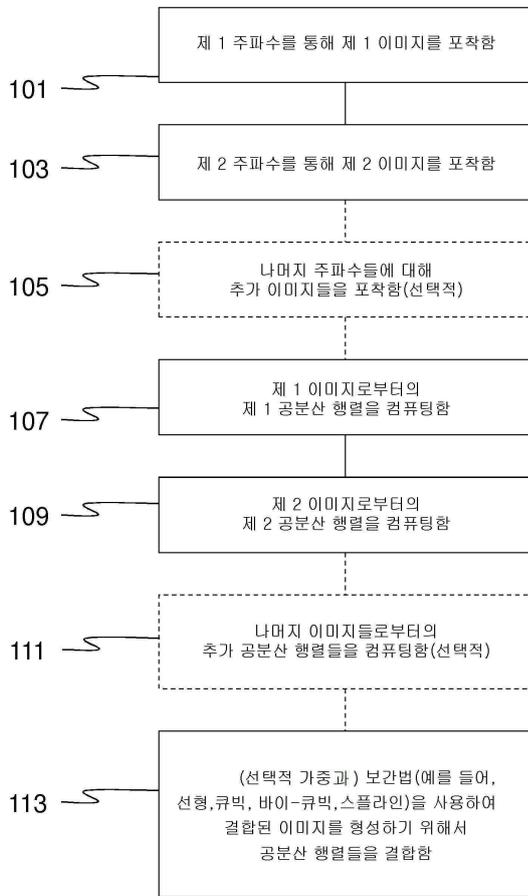
도면9b



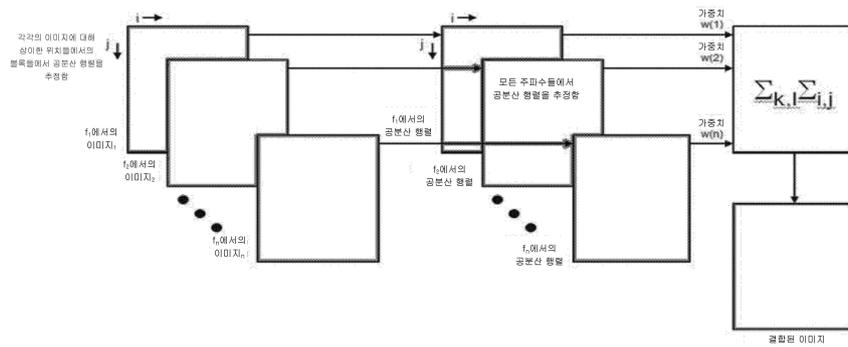
도면10



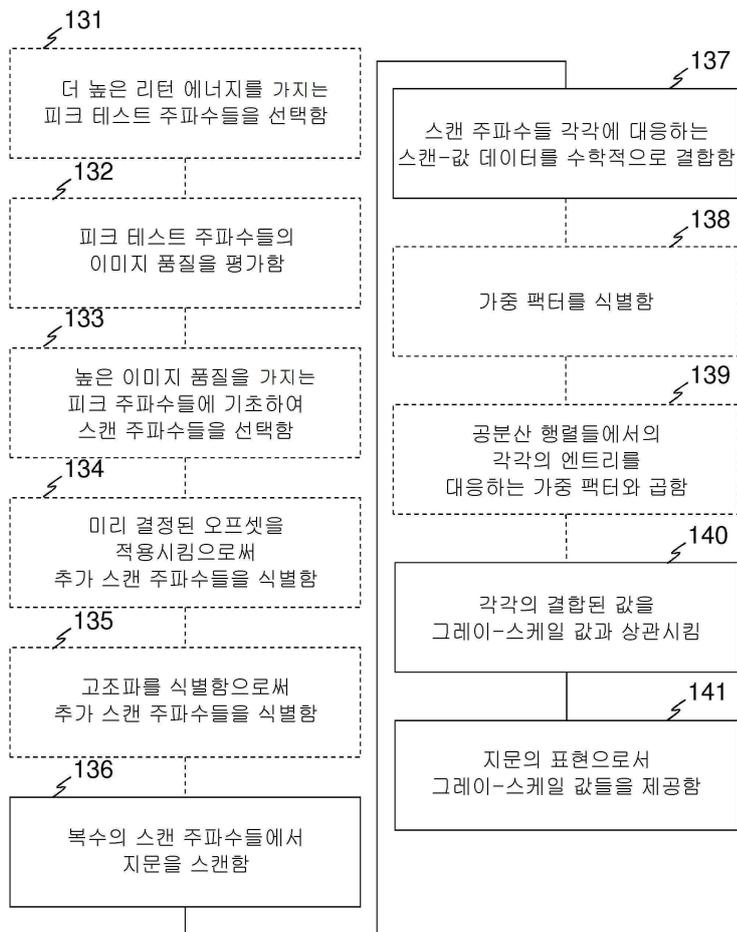
도면11



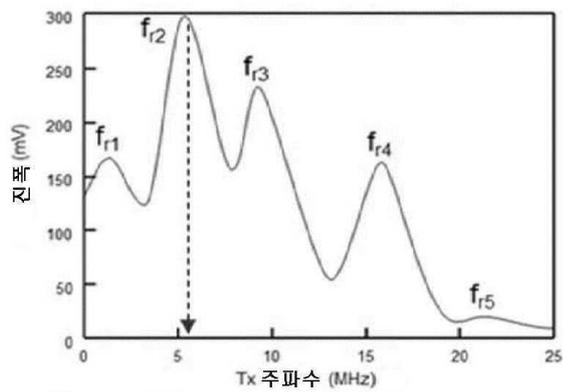
도면12



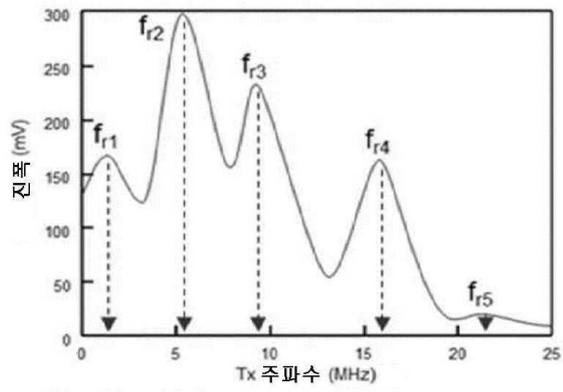
도면13



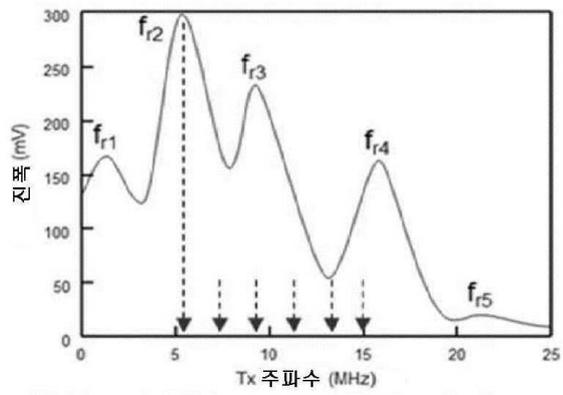
도면14a



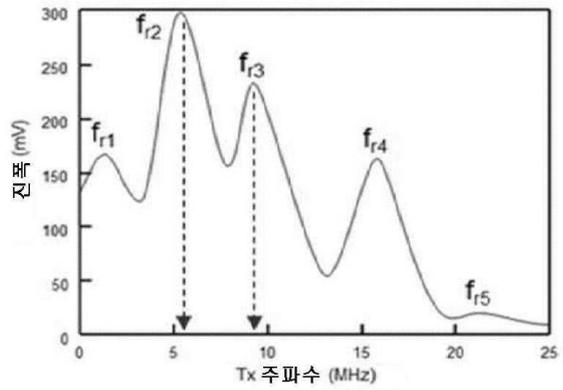
도면14b



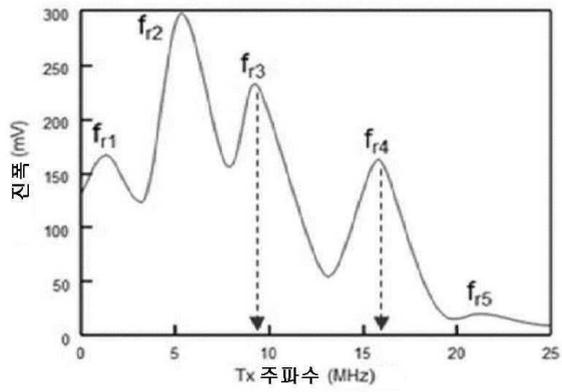
도면14c



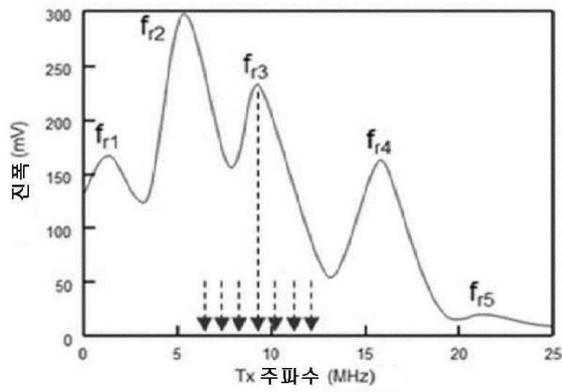
도면14d



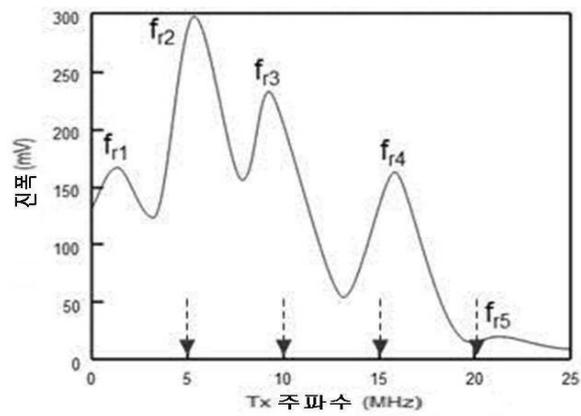
도면14e



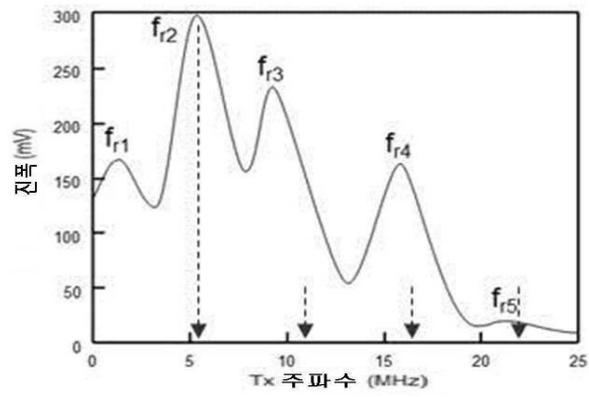
도면14f



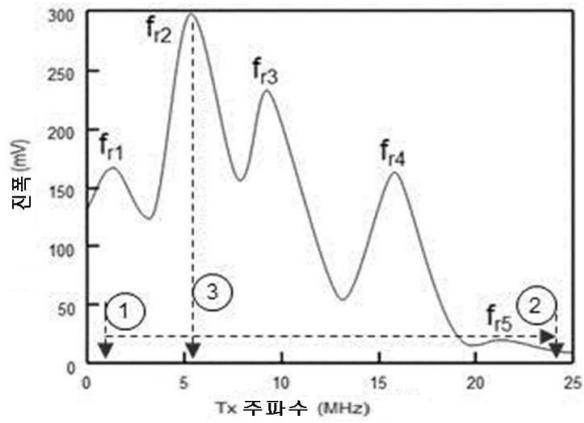
도면15a



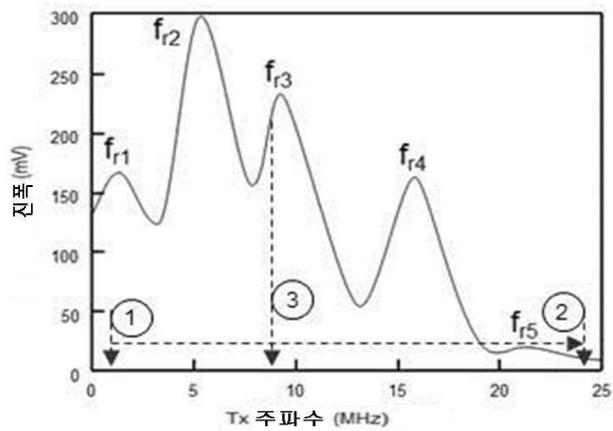
도면15b



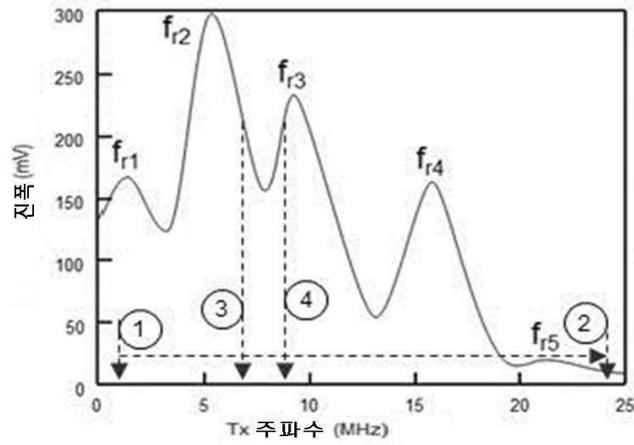
도면16a



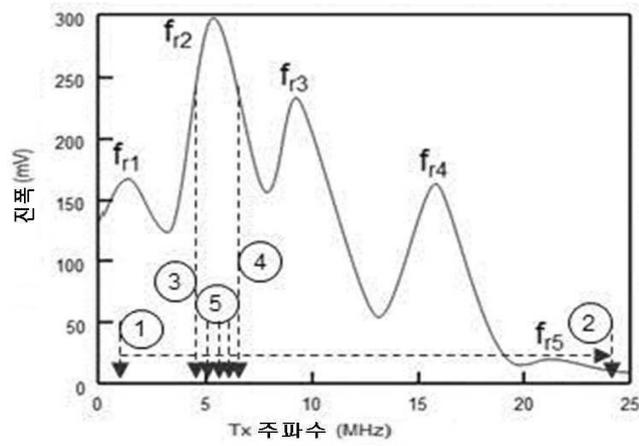
도면16b



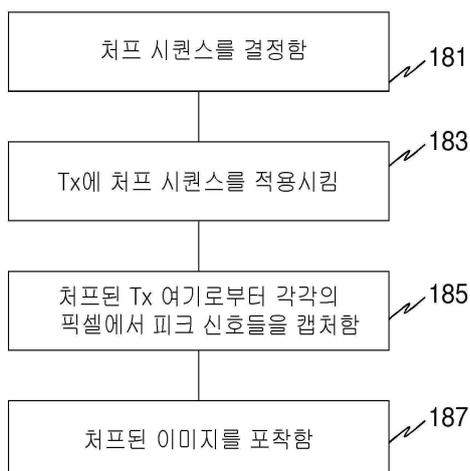
도면17a



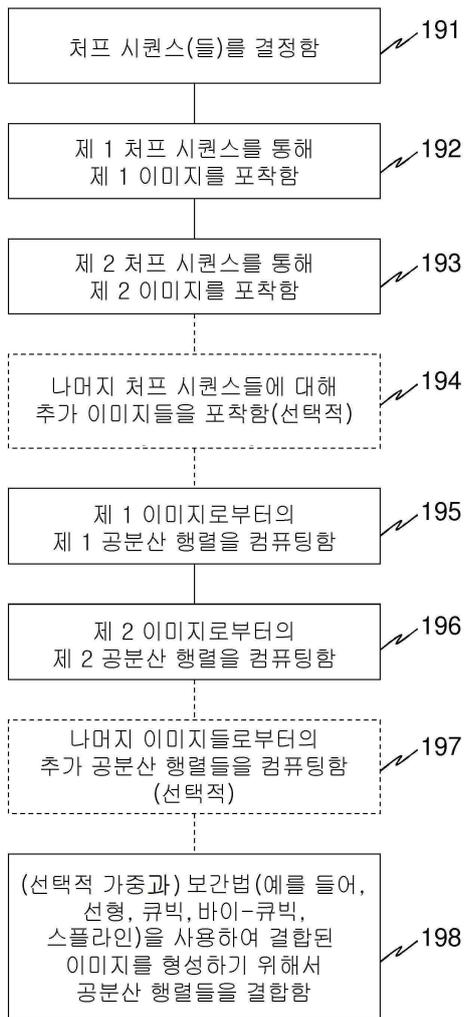
도면17b



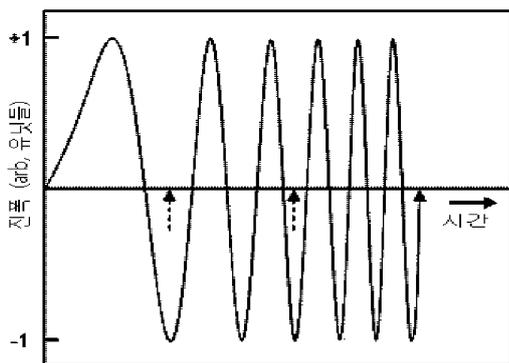
도면18



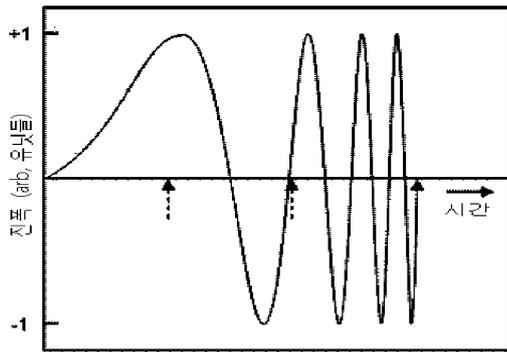
도면19



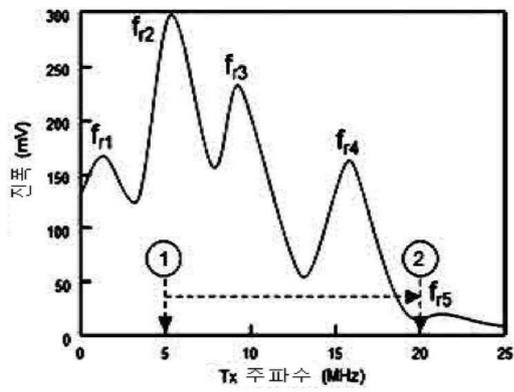
도면20a



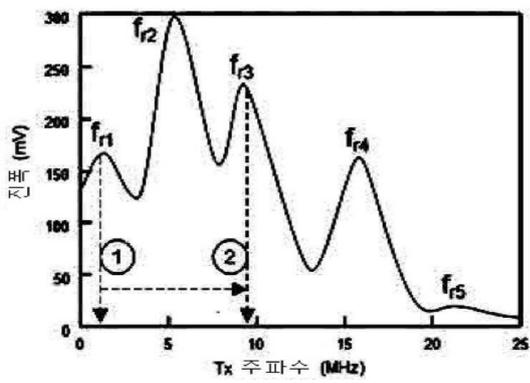
도면20b



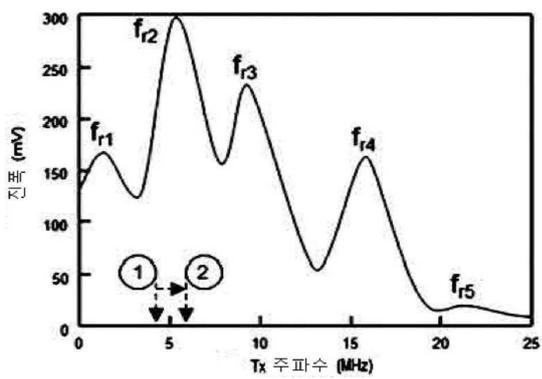
도면21a



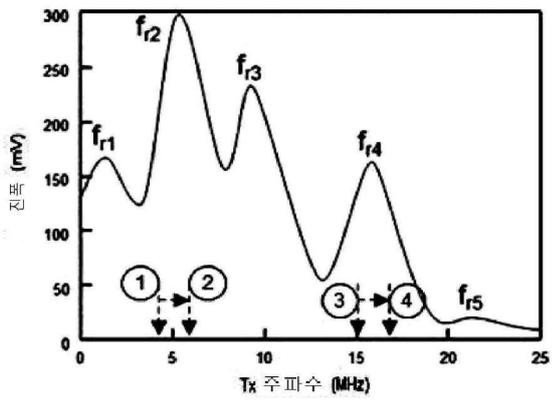
도면21b



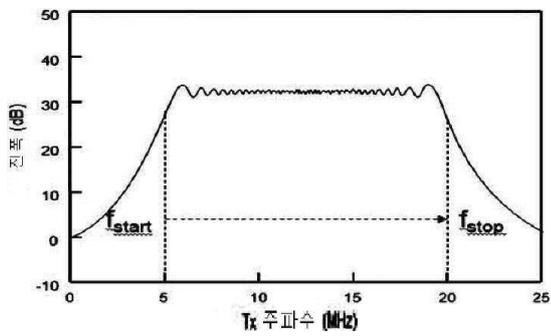
도면22a



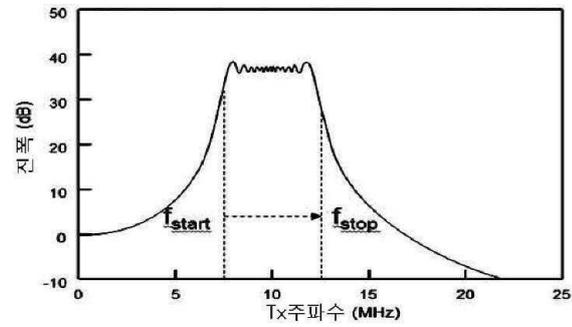
도면22b



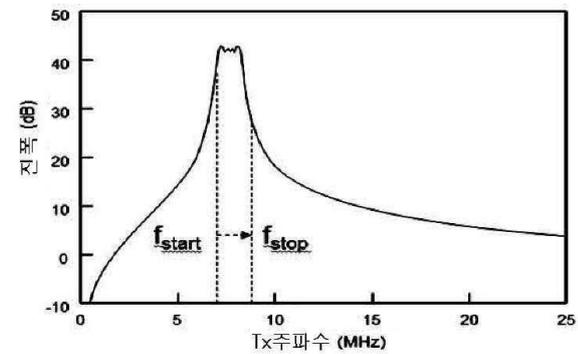
도면23a



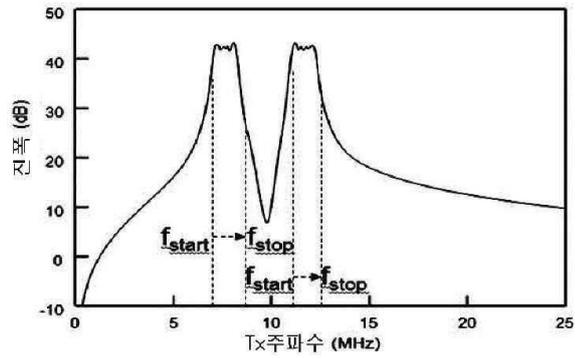
도면23b



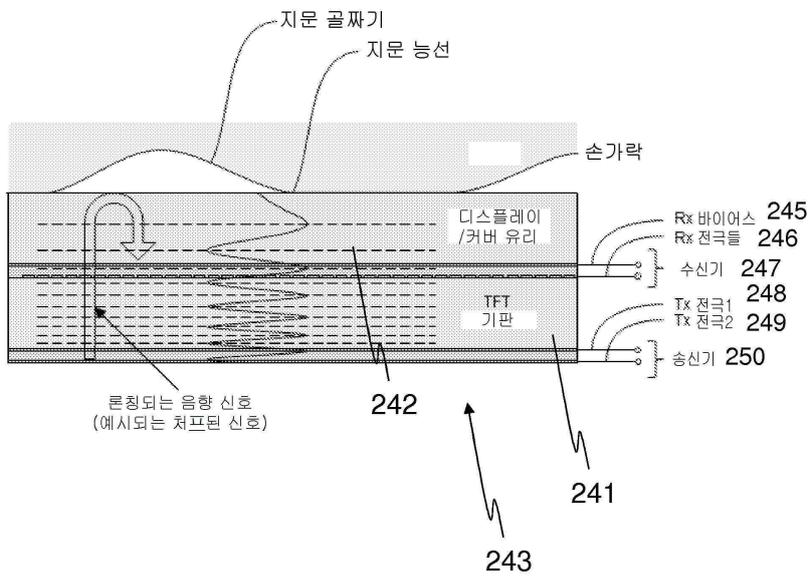
도면24a



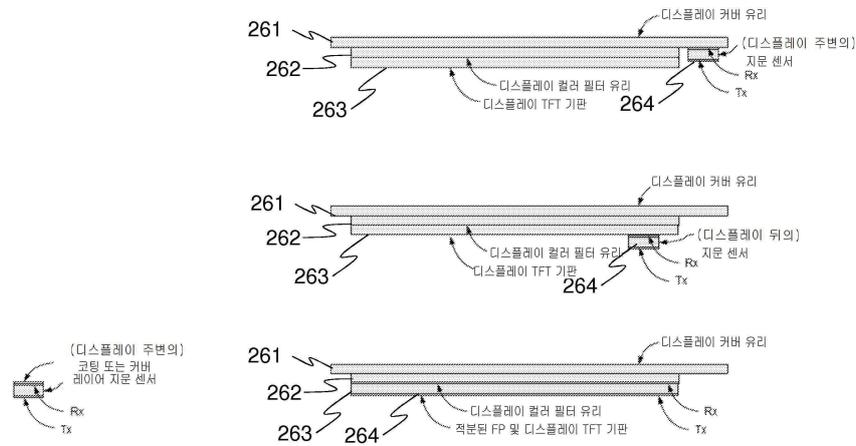
도면24b



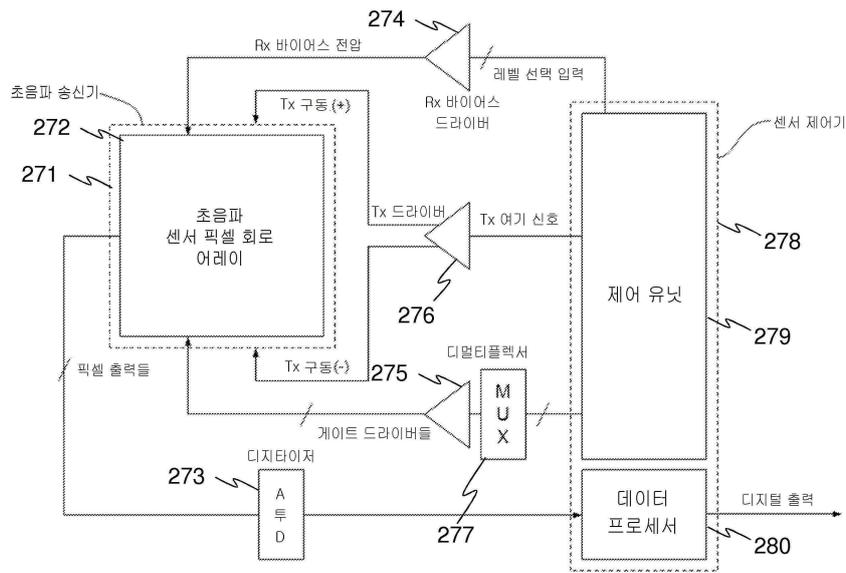
도면25



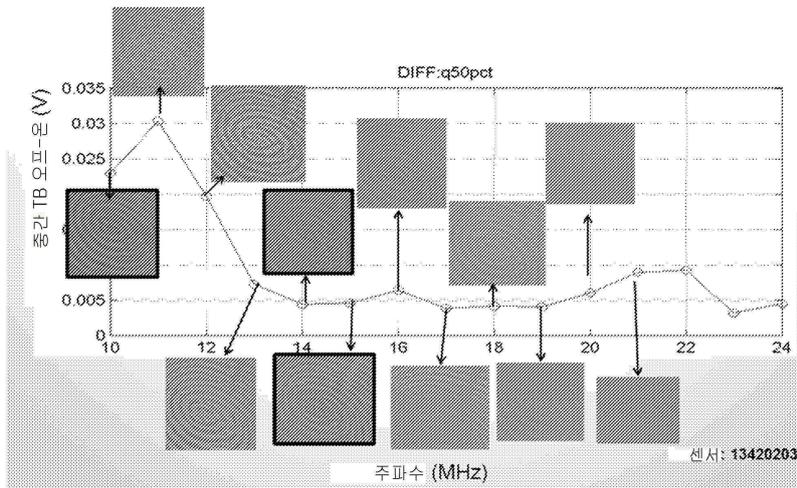
도면26



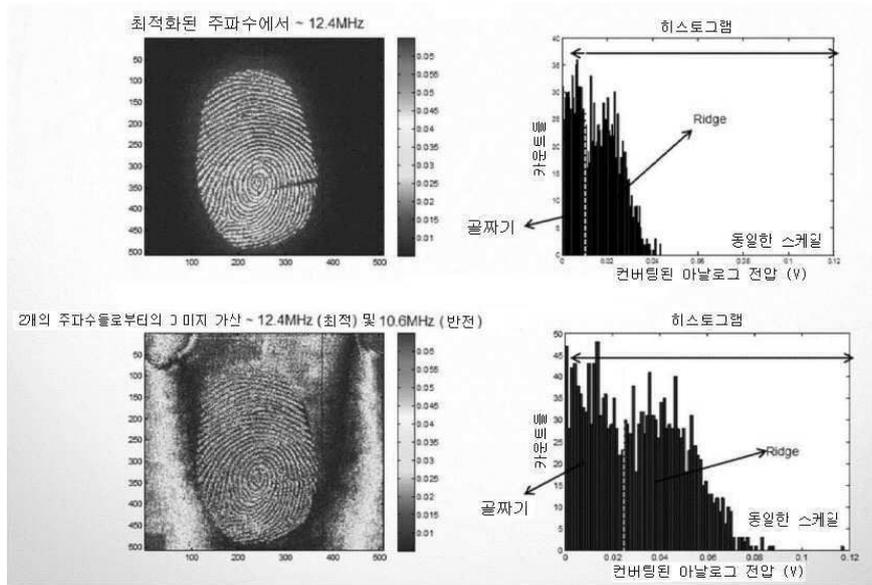
도면27



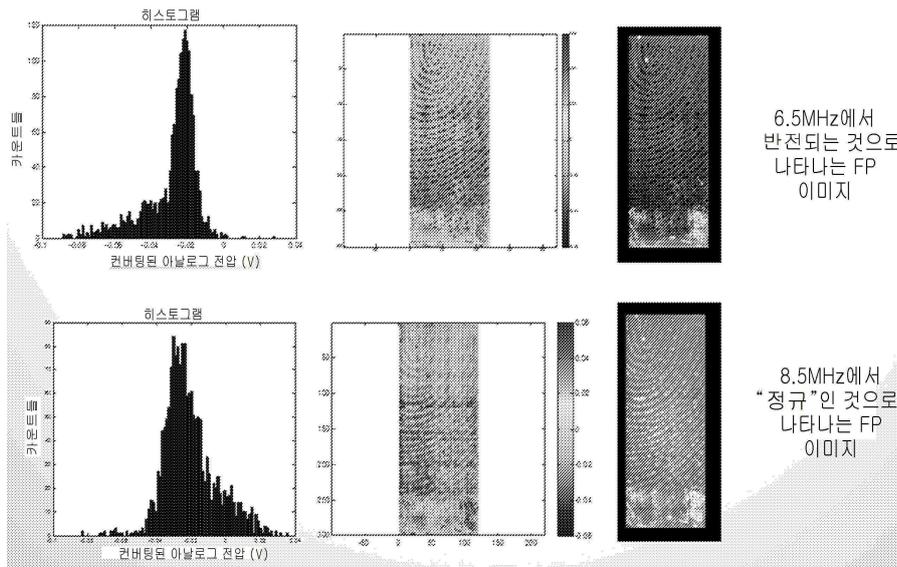
도면28



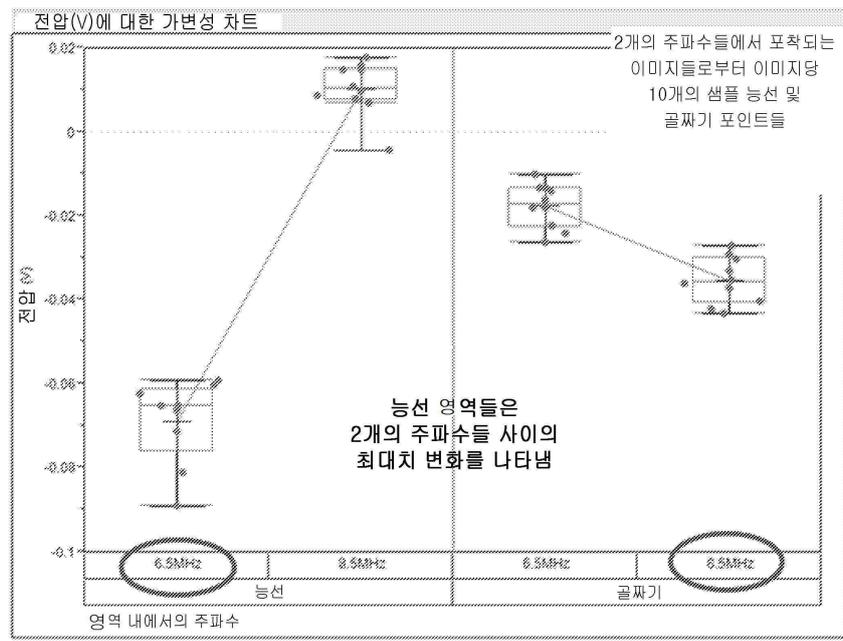
도면29



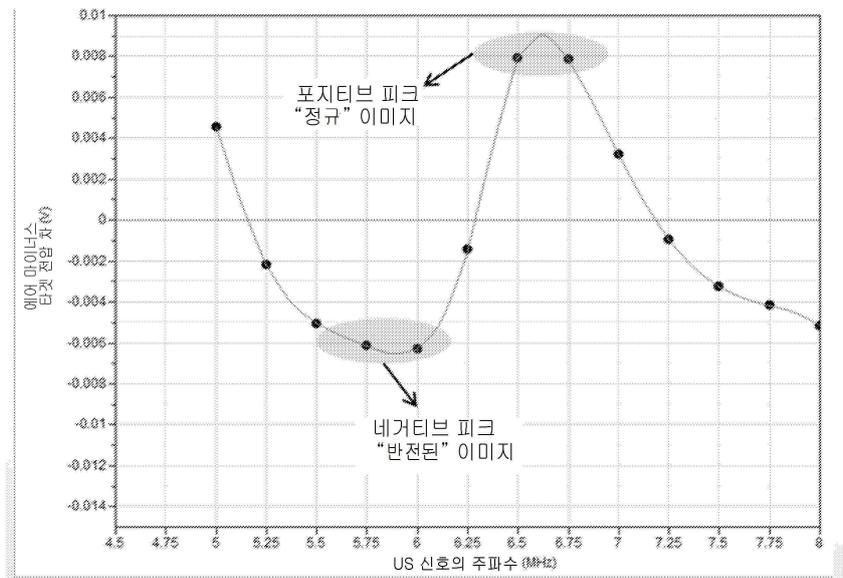
도면30



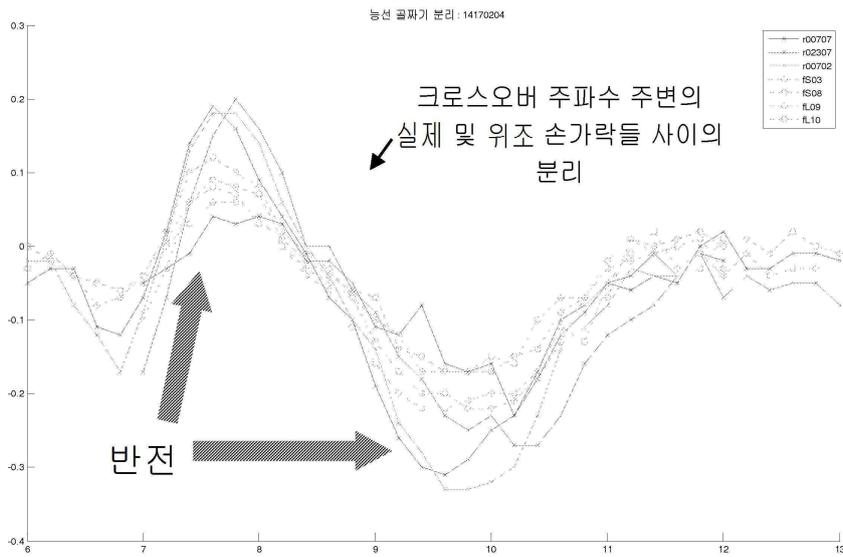
도면31



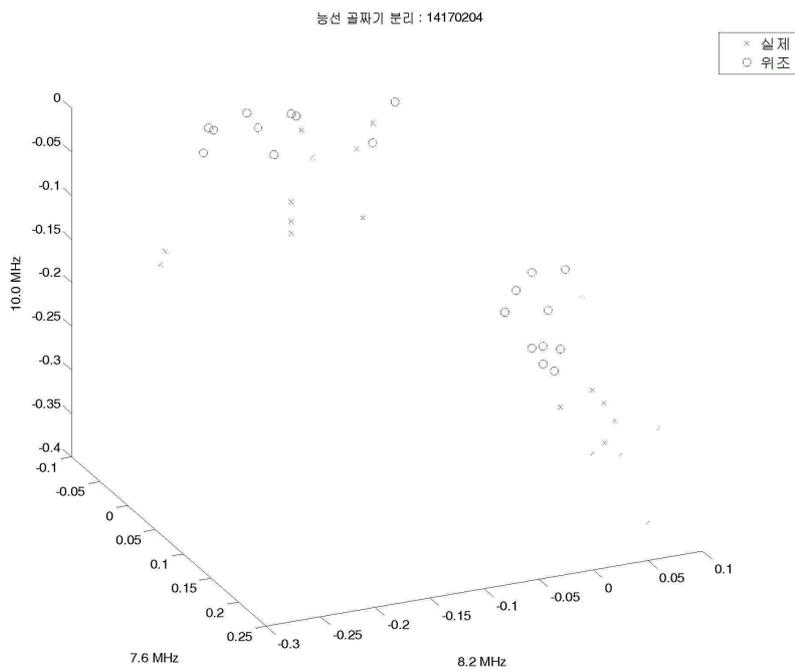
도면32



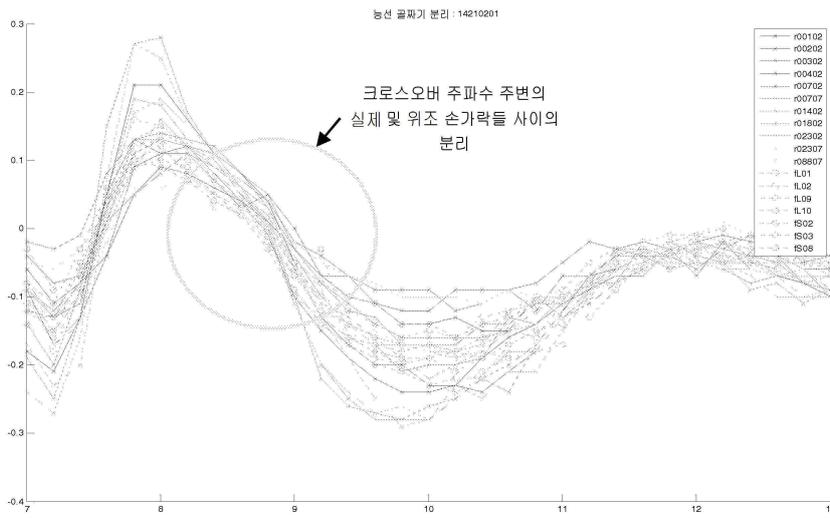
도면33



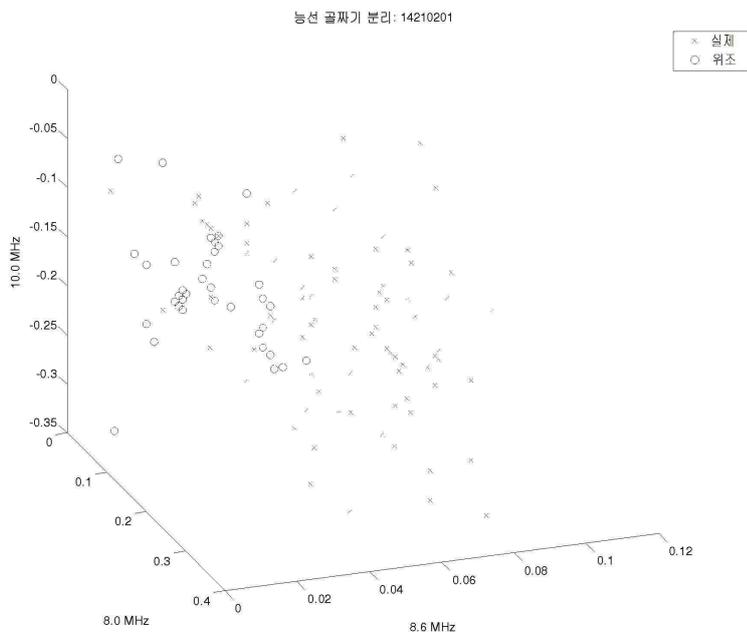
도면34



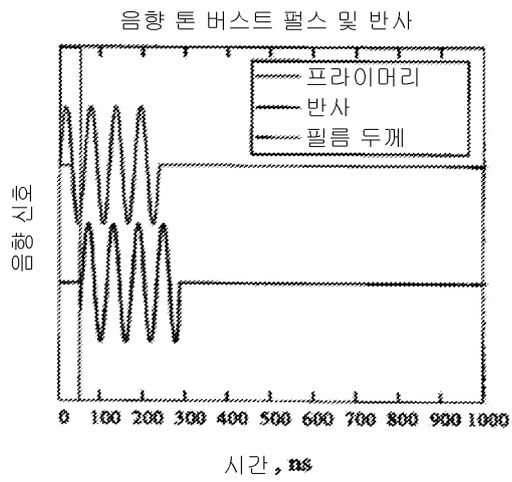
도면35



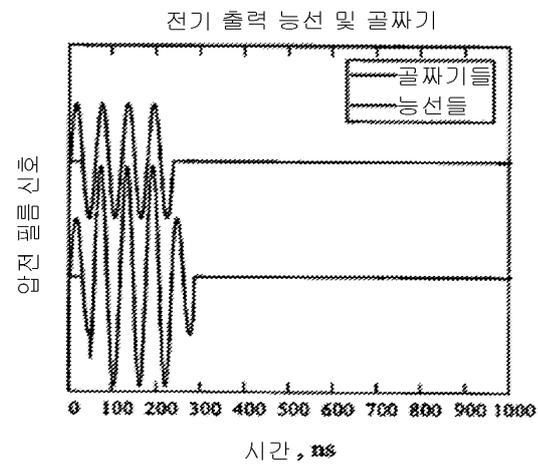
도면36



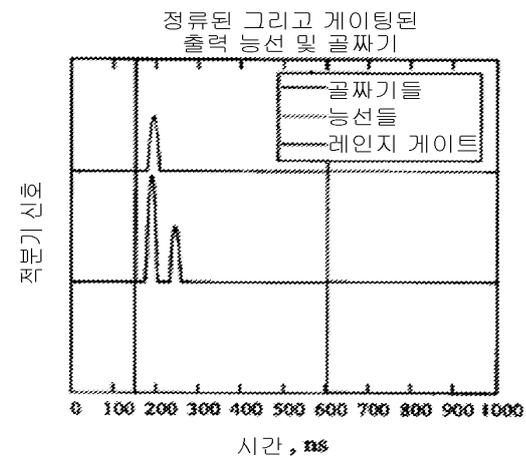
도면37a



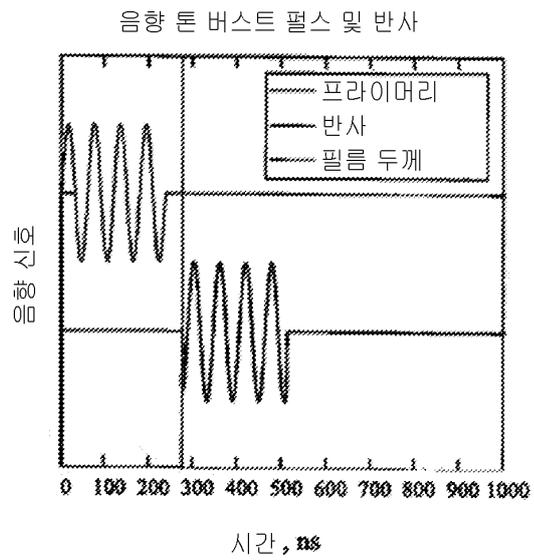
도면37b



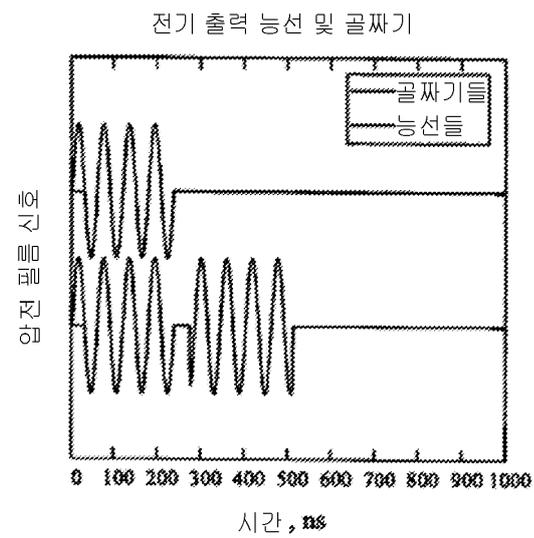
도면37c



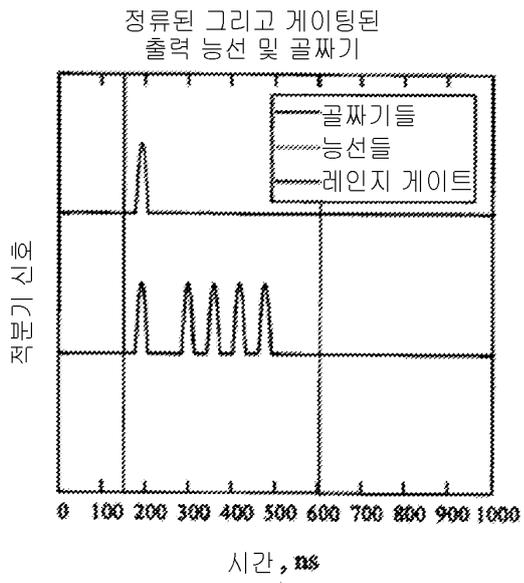
도면38a



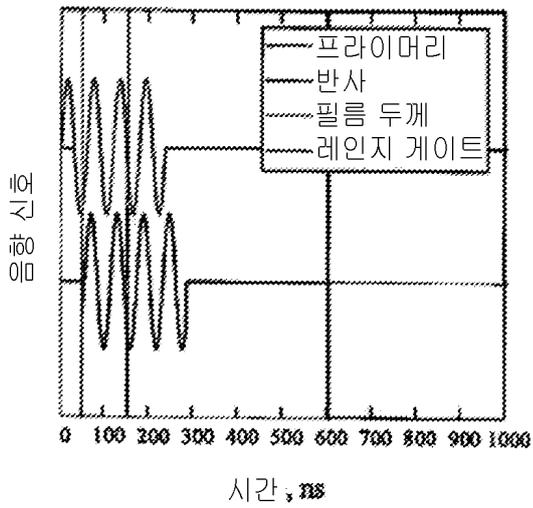
도면38b



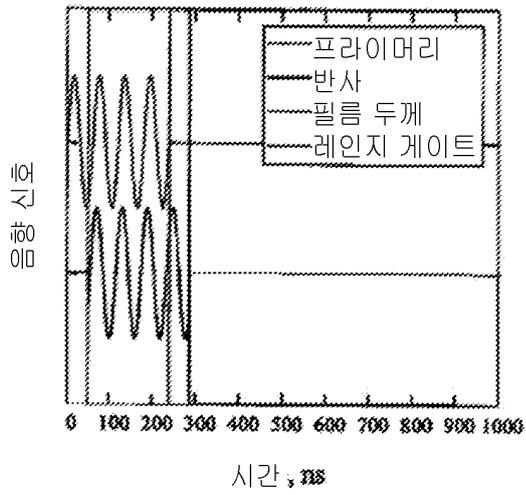
도면38c



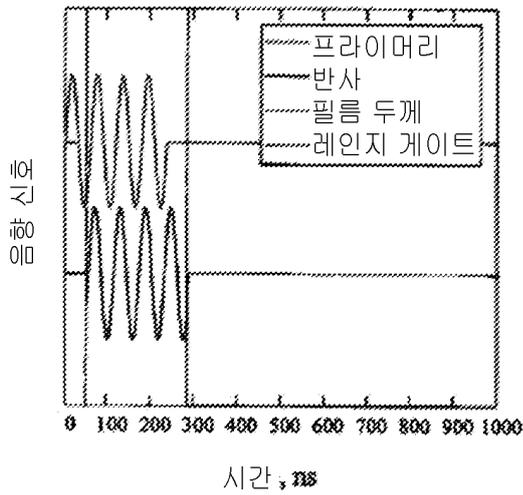
도면39a



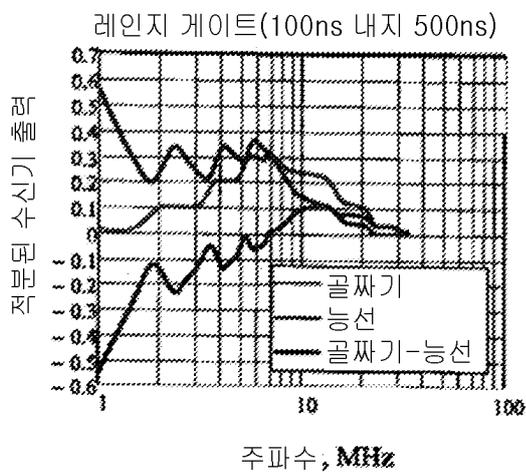
도면39b



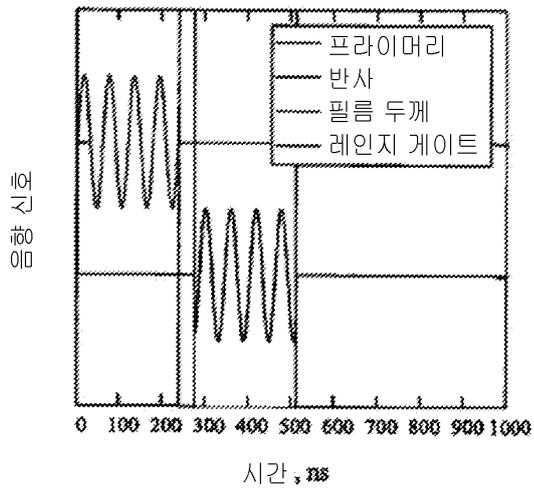
도면39c



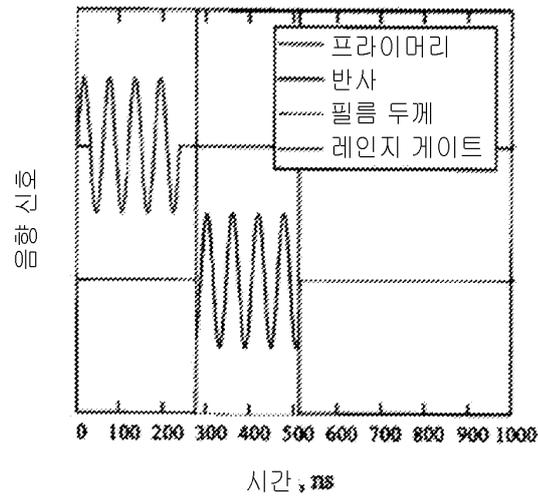
도면39d



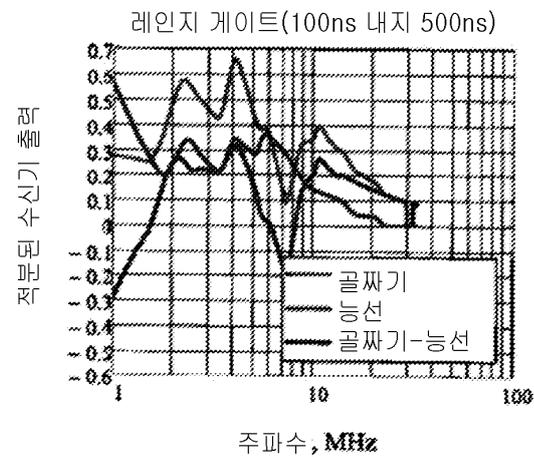
도면40b



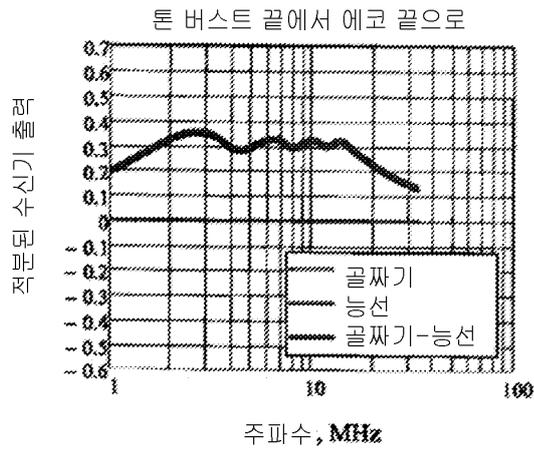
도면40c



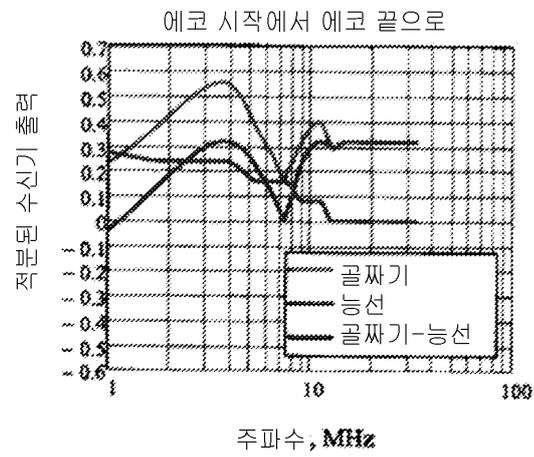
도면40d



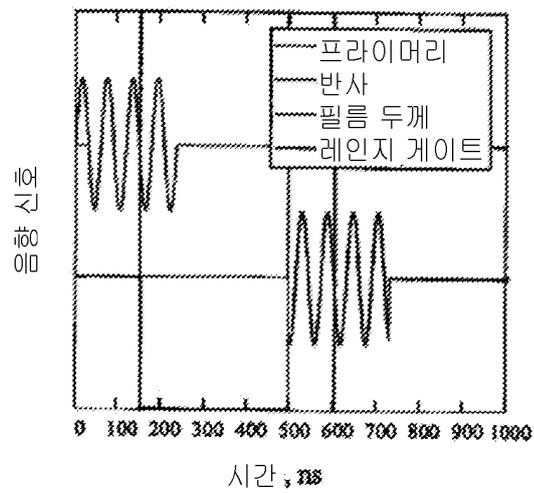
도면40e



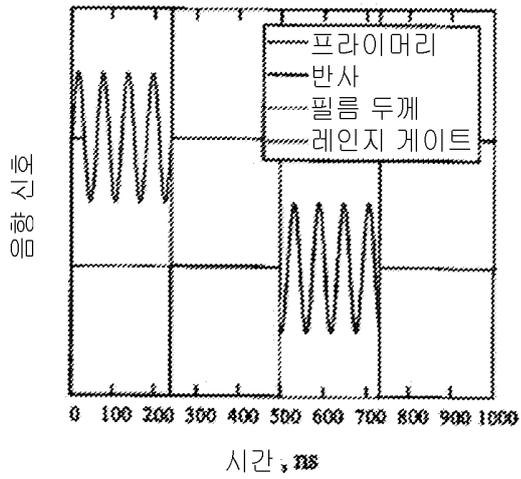
도면40f



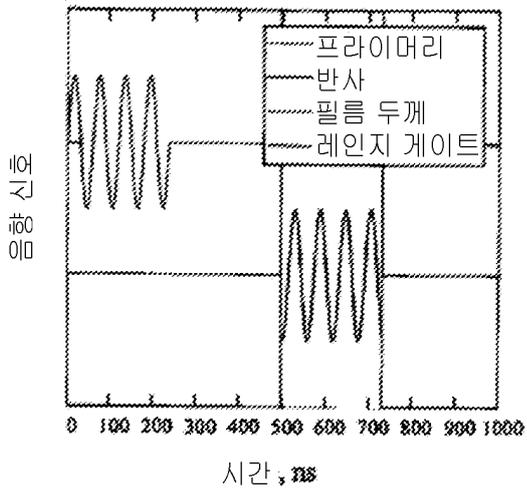
도면41a



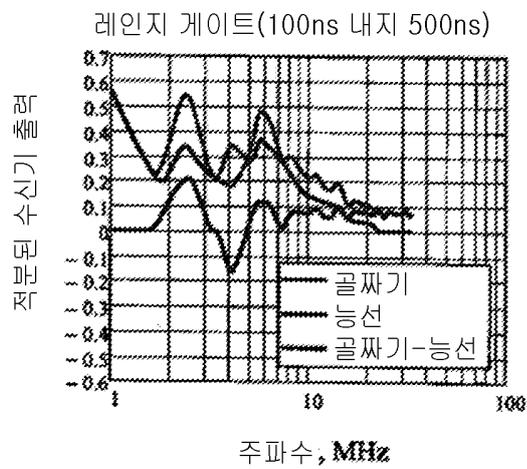
도면41b



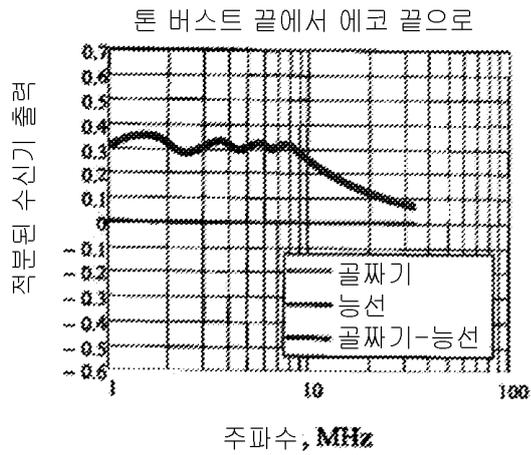
도면41c



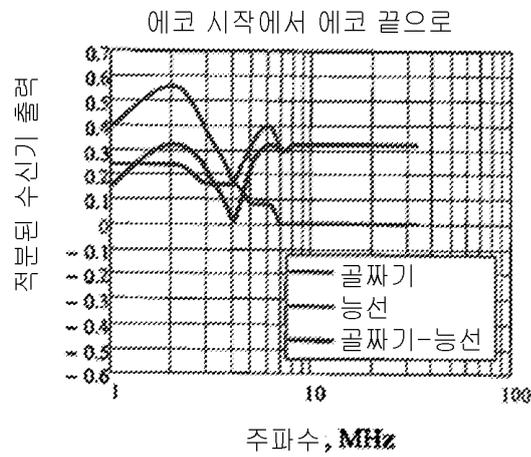
도면41d



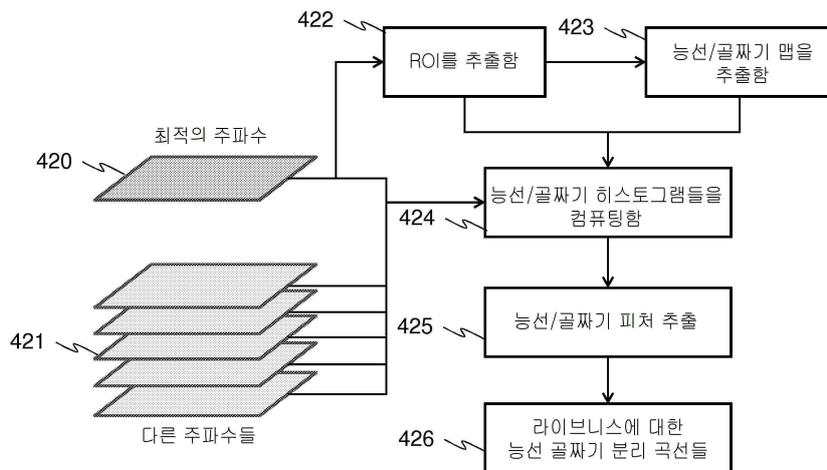
도면41e



도면41f



도면42



도면43

