



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0099833
(43) 공개일자 2017년09월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) A61N 7/00 (2006.01)
B06B 1/06 (2006.01) G10K 11/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 8/4444 (2013.01)
A61B 8/4281 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7008387
(22) 출원일자(국제) 2015년07월27일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2017년03월27일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2015/067151
(87) 국제공개번호 WO 2016/034335
국제공개일자 2016년03월10일
(30) 우선권주장
14183233.7 2014년09월02일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
에사오테 에스.피.에이.
이탈리아 제노바 아이-16152, 비아 엔리코 델렌
77
(72) 발명자
스피치 로렌조
이탈리아, 피렌체 아이-50126, 비아 나찌오니 유
닛 25
팔체티 파올로
이탈리아, 피렌체 아이-50135, 비아 씨. 프란체스
치 페루치 41
감비네리 프란체스카
이탈리아, 피사 아이-56127, 비아 레나토 푸치니
26
(74) 대리인
강명구

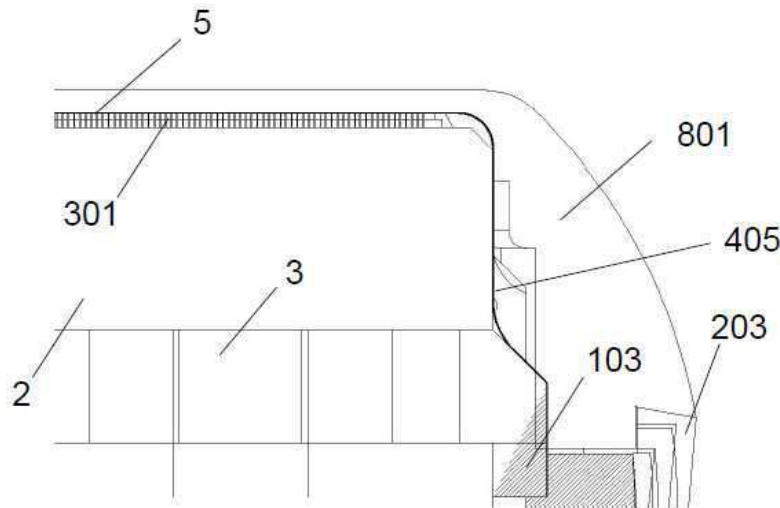
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **최적 열-조절식 초음파 프로브**

(57) 요약

본 발명은, 하우징(6), 표적 물체 또는 관심 영역에 음향적으로 결합된 프로브의 영역(801)을 향해 초음파 에너지를 전달하도록 작동가능한 트랜스듀서 조립체(301), 상기 트랜스듀서 조립체에 의해 발생된 열을 상기 트랜스듀서 조립체(1) 외부에 위치된 하나 또는 그 이상의 영역(103, 7)들에 전달하도록 배열된 열 전달 장치(2, 5)를 포함하는 냉각 시스템을 포함하는 초음파 프로브(1)에 관한 것이다. 열 전달 장치(2, 5)는 그래핀을 포함한다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

A61B 8/4483 (2013.01)

A61B 8/546 (2013.01)

A61N 7/00 (2013.01)

B06B 1/06 (2013.01)

G10K 11/02 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

- a) 하우징(6);
- b) 표적 물체 또는 관심 영역에 음향적으로 결합된 프로브 영역을 향해 초음파 에너지를 전달하도록 작동가능한 트랜스듀서 조립체(1);
- c) 상기 트랜스듀서 조립체에 의해 발생된 열을 상기 트랜스듀서 조립체(1) 외부에 위치한 하나 또는 그 이상의 영역(103, 7)들에 전달하도록 배열된 열 전달 장치(2, 5)를 포함하는 냉각 시스템을 포함하는 초음파 프로브에 있어서,
- 열 전달 장치(2, 5)는 그래핀을 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 2

제1항에 있어서, 트랜스듀서 조립체(1)는 초음파를 생성하도록 작동되는 하나 또는 그 이상의 트랜스듀서 요소(301)를 포함하되, 열 전달 장치(2, 5)는 프로브의 결합 영역(801)과 트랜스듀서 요소(301) 사이에 위치한 열 전달 층(5)을 형성하도록 배열된 그래핀의 하나 또는 그 이상의 층을 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 3

제2항에 있어서, 트랜스듀서 조립체(1)는 하나 또는 그 이상의 음향 매칭 층(601, 701)을 포함하되, 열 전달 층(5)은 이러한 매칭 층들 중 하나인 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 4

제3항에 있어서, 층들은 트랜스듀서 요소들로부터 시작되는 스택으로서 배열되고, 열 전달 층(5)은 트랜스듀서 요소들로부터 프로브의 결합 영역(801)을 향해 가장 멀리 배열되는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서, 열 전달 층(5)은 프로브가 형성되도록 구성되는 초음파의 파장의 1/4보다 더 크지 않은 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 열 전달 장치(2, 5)는 수지와 그래핀으로부터 얻어진 복합재를 포함하되, 그래핀 스트라이프(105)는 홀(305)이 수지로 채워져 있는 그래핀의 층 또는 수지 스트라이프(205)가 삽입되는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 냉각 시스템은 열 전달 장치(2, 5)와 열 소통(thermal communication)하는 열 분산 및/또는 저장 장치(3, 103)를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 8

제7항에 있어서, 트랜스듀서 조립체(1)는 발산 표면의 맞은편에 있는 트랜스듀서 요소들의 뒷면에 위치한 백킹 요소(2)를 포함하되, 상기 백킹 요소(2)는 열 분산 및/또는 저장 장치(3, 103)와의 열교환을 향상시키기 위해 그래핀, 특히, 그래핀으로 충전된 수지를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 트랜스듀서 조립체는 발산 표면의 맞은편에 있는 트랜스듀서 요소들

의 뒷면에 위치한 백킹 요소(2)와 프로브의 결합 영역과 전면 발산 표면 사이에 위치한 매칭/열 전달 층(5)을 포함하되, 열 분산 및/또는 저장 장치(3, 103)가 열 전달 층(5) 및/또는 백킹 요소(2)로부터 열을 수송하기 위해 프로브의 결합 영역의 맞은편에 있는 하우징(6)과 백킹 요소(2) 사이에 위치되는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 10

제9항에 있어서, 열 분산 및/또는 저장 장치(3, 103)는 하우징(6) 내에 위치한 전도성 재료를 포함하는 열 전달 회로(405)에 의해 열 전달 층(5)과 열 소통하는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 11

제10항에 있어서, 열 전달 층(5)과 열 전달 회로(405)는 그래핀으로 형성되는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 열 전달 장치는 프로브(801)의 결합 영역과 트랜스듀서 요소(301) 사이에 위치한 그래핀의 층(5)을 포함하되, 상기 층은 프로브의 전면으로부터 뒷면으로 가로 방향으로 연장되는 세로방향 경로를 형성하기 위해 주변 방향으로 구부러진 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 13

제7항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 열 저장 장치(7, 103)는 상 변화 재료(PCM)에 따라 열을 흡수하여 온도를 균일하게 유지하는 온도조절 장치인 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 14

제7항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 열 저장 장치(7, 103)는 그래핀을 포함하되, 상기 열 저장 장치는 트랜스듀서 조립체(1)로부터 배출되는 열을 일시적으로 저장하기 위해 프로브 하우징(6) 내부의 유효 공간을 채우도록 배열되는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 15

제7항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 열 저장 장치(7, 103)는 그래핀으로 충전된 필러와 PCM을 포함하는 복합재를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 16

제15항에 있어서, 필러는 수지, 가령, 그래핀으로 충전된 에폭시 수지이며, PCM은 그래핀으로 충전된 수지에 의해 미세하게 둘러싸일 수 있는 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 17

제7항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 열 저장 장치(7, 103)는 고체로부터 액체로 상 변화 동안 잠열 형태로 열을 축적하며 액체로부터 고체로 상 변화되면 축적된 열을 배출하는 가역성 유기 PCM인 것을 특징으로 하는 초음파 프로브.

청구항 18

- 하우징(6);
- 음향 렌즈(801)를 포함하는 인터페이스를 통해 표적 물체 또는 관심 영역에 음향적으로 결합된 프로브의 하우징(6) 영역을 향해 초음파 에너지를 전달하도록 작동가능한 트랜스듀서 조립체(1)를 포함하며,
- 상기 트랜스듀서 조립체는 트랜스듀서 요소(301)들과 음향 렌즈(801)와 트랜스듀서 요소(301)들 사이에 위치한 하나 또는 그 이상의 매칭 층(601, 701)을 포함하는 프로브에 있어서,
- 상기 프로브는 음향 렌즈(801)에 대해 반대 방향으로 트랜스듀서 조립체(1)의 후방에 위치한 백킹 재료(2), 상기 백킹 재료(2)를 위한 지지부(3), 열을 트랜스듀서 조립체로부터 백킹 재료(2)의 지지부(3) 및/또는 열을 분

산하거나 및/또는 저장하도록 배열되고 트랜스듀서 조립체(1)의 외부에 있는 하우징(6) 내에 위치한 그 밖의 임의의 영역(3, 103)으로 전달하기 위한 열 경로(405)를 포함하되, 상기 열 경로(405)는 매칭 층(601, 701)들 중 하나 이상의 층과 열 소통하며, 이러한 매칭 층(601, 701)들 중 하나 이상의 층은 그래핀을 포함하는 것을 특징으로 하는 프로브.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 특히 의료 분야의 초음파 프로브에 관한 것으로서 또한 비파괴 검사 분야에도 적용될 수 있다.

배경 기술

[0002] 초음파 진단 기술은 일반적으로 초음파 트랜스듀서 프로브를 사용하는 생물학적 조직의 이미지(image)를 다룬다. 프로브는 초음파를 전송하고 조직으로부터 반사된 초음파 반향을 수신하는 트랜스듀서를 포함한다. 통상, 트랜스듀서는 선택된 이미지 영역(image region)에서 환자의 신체 표면에 또는 체강(body lumen) 내부에 위치된다. 초음파 트랜스듀서는 초음파를 발생시켜 초음파를 이미지 영역으로 전송한다. 그 뒤, 트랜스듀서는 이미지 영역으로부터 반사된 초음파를 수신하고 수신된 초음파를 전기 신호를 변환시키며, 이 전기 신호를 처리하여 진단 이미지를 형성한다.

[0003] 초음파 치료의 경우, 질환이 있는 조직 또는 손상된 조직에 국부적으로 열을 가하여 파괴하기 위해 집중 초음파 치료(High-Intensity Focused Ultrasound: HIFU)가 제공된다. 한 예가 HIFU인데, 이러한 HIFU는 질병을 치료하기 위해 초음파-유도 열 치료법(hyperthermia)을 사용하는 임상 테라피(clinical therapy)의 한 클래스이다. 또 다른 예는 음향 에너지가 결석 통상 신장 결석을 파괴하도록 사용되는 쇄석술(lithotripsy)이다.

[0004] 이러한 이미지 및 테라피 분야에서, 열로 변환되는 음향 손실로 인해 전송 동안, 바람직하지 못하게 열이 프로브 내에서 발생되어 축적된다. 일정량의 열이 프로브의 표면에 축적될 수 있도록 처방 한계(prescribed limit)가 설정되거나 또는 조절 기관에 의해 처방되는데, 보통 프로브 끝단(tip)의 표면 온도를 미리결정된 온도로 제한하거나 상기 미리결정된 온도가 실온을 초과하여 증가되는 것을 제한하여, 따라서 음향 출력(acoustic output)을 제한한다. 프로브 끝단의 표면 온도가 특정 온도, 가령, 실온에 유지될 때, 음향 출력에 상관없이, 최적의 트랜스듀서 성능이 얻어진다.

[0005] 초음파 프로브에서 열 조절(thermal management)을 위해 다양한 방법들이 제안되어 왔다. 종래의 방법들은, 열 공급원으로부터 프로브의 본체 및 핸들로 열을 전달함으로써, 트랜스듀서 구조를 수동 냉각(passive cooling)하는 방법을 제안하고 있다.

[0006] 미국 특허번호 5,545,942호는 열 컨덕터(heat conductor)가 트랜스듀서 패키지의 외주(periphery) 주위에 배열되지만 프로브 하우징 내에 위치되어 열이 트랜스듀서 면(face)으로부터 프로브의 후방/내부로 이동될 수 있는 열 컨덕터 사용 방법에 대해 기술하고 있다. 이러한 열 컨덕터는 압전 트랜스듀서 요소가 진동되는 동안 열 수용 재료 내에 축적되는 열을 배출하기 위한 도관(conduit)으로서 기능한다. 열 컨덕터는 금속, 통상, 알루미늄 포일로 형성되는데, 이러한 금속 포일은 트랜스듀서 패키지를 둘러싸고 프로브 하우징 내부의 공간을 채우는 열 수용 재료의 열 전도성보다 더 큰 열 전도성을 가진다.

[0007] 미국 특허번호 5,721,463호는 프로브 핸들로부터 열을 전달하는 열 컨덕터로서 케이블 요소를 사용하는 방법에 대해 기술하고 있다. 이러한 열 파이프(heat pipe)는 내부 열 컨덕터에 결합되며 상기 내부 열 컨덕터는 트랜스듀서 팻렛(pallet)과 열 전달된다. 따라서, 트랜스듀서 어레이에 의해 생성된 열은 내부 열 컨덕터 플레이트와 케이블 열 컨덕터를 통해 환자와 접촉되는 프로브 표면으로부터 전달될 수 있다. 대안으로, 냉각유를 위한 입구 및 회수 흐름(return flow) 경로가 케이블에 일체로 구성된다. 이러한 입구 및 회수 흐름 경로는 케이블 내부에서 각각 프로브 핸들 내의 내부 열 컨덕터와 열 전달되는 입구 및 출구 흐름 경로에 연결된다.

[0008] 국제특허출원번호 WO 2012156886호에서, 트랜스듀서 스택 내에 생성된 열은 프로브의 핸들 내부의 금속성 프레임에 결합된다. 프레임으로부터 열을 배출하기 위해 금속성 열 분산기(heat spreader)가 프로브 프레임에 열 결합된다(thermally coupled). 열 분산기는 프로브 핸들의 내부를 둘러싸며 프로브 하우징의 내측 표면에 열 결합되는 외측 표면을 가진다. 이때, 열은, 하우징 내에 초음파검사자(sonographer)의 손을 불편하게 할 수 있는 핫스팟(hotspot)을 형성하지 않고도, 열 분산기로부터 하우징에 균일하게 결합된다.

[0009] 미국 특허번호 7,105,986호 및 7,694,406호는 트랜스듀서 내에서 사용하기 위해 우수한 전도성을 가진 백킹 재

료(backing material)의 복합 구조(composite structure)를 기술하고 있다. 이러한 복합 구조는 복수의 열 전도 요소들과 교대로 배열된 백킹 재료의 복수의 층들을 포함하되, 상기 복수의 열 전도 요소들은 트랜스듀서의 중심으로부터 백킹 재료의 복합 구조 상의 복수의 지점들로 열을 전달하도록 구성된다.

[0010] 미국 특허번호 5,560,362호는 개회로 냉각 시스템, 폐회로 순환 냉각 시스템, 열전기 냉각 시스템 및 증발기/응축기 시스템을 이용하는 능동 냉각법(active cooling)에 대해 기술하고 있다. 미국 특허번호 5,961,465호는 프로브의 하우징 내에 위치한 집적 회로로부터 트랜스듀서로 열을 전달하는 방법에 대해 기술하고 있는데, 열은 순환 냉각 시스템에 의해 전달된다.

[0011] 상기 방법들은 열을 프로브 내에 위치한 트랜스듀서 구조 부분으로부터 이동시키고, 따라서, 촬영되는(imaged) 생물학적 조직으로부터 열을 제거하여 냉각하는 방법들이다. 하지만, 열의 주된 발생원은 생물학적 조직에 가장 가까이 위치한 프로브 영역 즉 음향 에너지(acoustic energy)가 생물학적 조직을 향해 전달되는 트랜스듀서 영역 및 음향 에너지가 집중되고 생물학적 조직 안으로 안내되며 생물학적 조직과 접촉되는 서로 인접한 렌즈이다.

[0012] 미국 특허번호 7,052,463호는 순환 냉각 매질을 위한 도관 및 상기 순환 냉각 매질과 유체 소통되는 열 교환기를 포함하며 순환 냉각 매질로부터 열을 제거하기 위한 수단을 가진 능동 냉각 시스템에 대해 기술하고 있는데, 여기서 상기 도관의 적어도 한 부분은 프로브 끝단의 외측 표면에 인접하게 배열되거나 외측 표면과 접촉된다.

[0013] 이러한 시스템은 효율적이기는 하지만 트랜스듀서 외부에 위치한 능동 장치를 필요로 하여, 프로브가 특히 수동 냉각 방법(passive cooling method)에 비해 다소 번거롭고 복잡하다.

[0014] 프로브의 끝단으로부터 수동으로 열을 제거하기 위한 첫 번째 방법은 미국 특허번호 5,721,463호에서 이미 언급된 것을 볼 수 있다. 이 문헌은, 다른 실시예들 중에서, 다이아몬드 또는 다이아몬드와 유사한 탄소-계 재료로 구성된 열 향상 층(thermal enhancement layer)에 대해 기술하고 있는데, 이러한 재료는 프로브의 원위 단부의 음향 구성요소들 상에 형성되고 열 전도성이 매우 높다.

[0015] 미국 특허번호 5,402,793호 및 미국특허출원번호 2010/016727호는 그래파이트 사용 방법에 대해 기술하고 있다.

[0016] 이러한 해결책은 올바른 방향으로 가고는 있지만, 다이아몬드는 열악한 음향 특성을 가진다. 따라서, 허용할 수 있는 음향 결합(acoustic coupling)은 현저하게 얇은 필름을 필요로 하며, 이는 열 배출 장치로서의 기능을 제한할 것이다. 게다가, 다이아몬드의 통상적인 3-차원 구조로 인해 최소로 구현할 수 있는 층의 두께에 한계가 존재하며 이에 따라 상기 해결책은 실용적이지 못하게 된다. 이는, 상기 재료에서 탄소가 상이한 형태를 가져 그에 따라 보다 평면 구조를 형성하게 되기는 하지만, 그래파이트에도 똑같이 적용된다. 따라서, 향상된 음향 및 열 결합을 제공하기 위해 초음파 프로브의 끝단으로부터 열을 전달할 필요성이 여전히 존재한다.

발명의 내용

[0017] 따라서, 본 발명의 목적은, 최적으로 열 조절할 수 있으며 휴대가 간편하고 조작성이 우수한 프로브를 제공하기 위한 것이다.

[0018] 상기 목적을 위해, 본 발명에 따른 초음파 프로브는:

[0019] a) 하우징;

[0020] b) 표적 물체 또는 관심 영역에 음향적으로 결합된(acoustically coupled) 프로브 영역을 향해 초음파 에너지를 전달하도록 작동가능한 트랜스듀서 조립체;

[0021] c) 상기 트랜스듀서 조립체에 의해 발생된 열을 트랜스듀서 조립체 외부에 위치한 하나 또는 그 이상의 영역들에 전달하도록 배열된 열 전달 장치를 포함하는 냉각 시스템을 포함하되, 상기 열 전달 장치는 그래핀-계 재료, 특히, 순수 그래핀 또는 그 외의 다른 요소들, 가령, 예를 들어, 복합재(composite)를 얻기 위해 수지로 충전된(charged) 그래핀을 포함한다.

[0022] 그래핀은 2-차원 결정질의 탄소-계 재료이다. 그래핀은 P. R. Wallace에 의해 Physical Review 71, 476 (1947)에서 1947년에 이론적으로 연구되었지만, 2004년 10월이 되어서야 K. S. Novoselov, A. K. Geim 등이 Science 306, 666 (2004)에 발표하여, 이제 상기 재료는 엄청난 과학적 관심을 받기 시작하였다.

[0023] 2010년 10월 5일에, 로얄 스웨덴 과학 아카데미의 물리 클래스에 컴파일된 "Scientific Background on the Nobel Prize in Physics 2010"의 문헌에서 광범위하게 다뤄졌던 것과 같이, 그래핀은 여러 상이한 분야에서 관

심을 받을만한 다수의 특성을 가지고 있다. 그래핀은 근본적으로 얇으며, 기계적으로 매우 단단하고, 광학적으로 투명하며 가요성이 좋은 컨덕터(conductor)이다. 그래핀의 전도성은 화학적 도핑(chemical doping) 또는 전기장에 의해 상당히 변형될 수 있다. 그래핀의 운동성은 매우 높아서 이에 따라 매우 높은 전자 주파수 분야에 상기 재료가 사용될 수 있게 된다. 최근에는, 대형의 그래핀 시트를 제작하는 것도 가능하게 되었다. 근접-산업 방법(near-industrial method)을 이용하여, 폭이 70cm인 시트도 제조하였다. 그래핀이 투명 컨덕터이기 때문에, 그래핀은 가령, 터치 스크린, 광 패널 및 태양 전지 분야에도 사용될 수 있으며, 상대적으로 파손되기 쉬우며 값비싼 인듐-주석-옥사이드(Indium-Tin-Oxide: ITO)를 대체할 수 있다. 가요성의 전자기기 및 가스 센서들도 그 외의 적용 분야이다. 그래핀에서의 쿼텀 홀 효과로 인해 계측학에서 보다 정밀한 저항 표준이 가능하게 되었다. 강도가 우수하며 무게가 가벼운 새로운 타입의 그래핀-계 복합재도 위성 및 항공기에 사용될 수 있게 되었다.

[0024] 본 발명의 발명자들은, 열 전도성을 향상시키는 데 있어서 그래핀의 특성을 이미 알고 있었지만, 초음파 프로브의 열 조절 문제에 대해 연구하면서 해결책으로서 그래핀을 고려하기 시작하였다. 첫 번째 테스트 후에, 본 발명의 발명자들은 상기 재료가 열 전도성이 매우 우수할 뿐만 아니라 음향 임피던스(acoustic impedance)가 매우 낮다는 것을 발견하였다. 특히 이러한 음향 임피던스는 피부와 접촉하도록 배열되는 음향 렌즈(acoustic lens)로서 기능하는 트랜스듀서 조립의 최종 단계에서 통상적으로 사용되는 실리콘 고무의 음향 임피던스에 가까웠다. 이에 따라, 프로브의 전체 음향 결합에 상당히 영향을 끼치지 않고도, 그래핀을 트랜스듀서 조립체의 상부에 위치시킬 수 있게 되었다.

[0025] 게다가, 그래핀은, 높은 강도로 인해, 캡톤(Kapton)에 비해 상기 재료가 알콜에 대한 우수한 화학적 배리어(chemical barrier)로서 기능하여 상기 재료의 한 층을 트랜스듀서 조립체 내에 배열하면 이러한 추가적인 이점도 있다.

[0026] 본 발명의 한 실시예에 따르면, 트랜스듀서 조립체는 초음파를 생성하도록 작동되는 하나 또는 그 이상의 트랜스듀서 요소(transducer element)를 포함하되, 열 전달 장치는 프로브의 결합 영역과 이러한 트랜스듀서 요소들 사이에 위치한 그래핀-계 재료의 하나 또는 그 이상의 층을 포함한다. 특히, 트랜스듀서 조립체가 통상 하나 또는 그 이상의 음향 매칭 층(acoustic matching layer)을 포함하되, 그래핀-계 재료는 이러한 매칭 층들 중 하나 이상을 대체하는 대체재로서 또는 이 매칭 층들에 추가하여 트랜스듀서 조립체 내에 위치한 열 전달 층을 형성하도록 배열될 수 있다.

[0027] 본 발명의 한 바람직한 실시예에 따르면, 열 전달 층은 매우 낮은 음향 임피던스로 인해 트랜스듀서 요소들로부터 프로브의 결합 영역을 향해 가장 멀리 배열된다. 열 전달 층은 프로브가 형성되도록 구성되는 초음파의 파장의 1/4보다 더 크지 않은 두께를 매칭 층이 가지도록 선택되는 것이 바람직하다.

[0028] 그래핀-계 재료는 순수 그래핀 또는 복합재, 예를 들어, 그래핀과 에폭시 수지로부터 얻어지는 복합재일 수 있다. 이 경우, 기계적으로 보다 안정적인 구조를 구현하기 위해 수지로 채워진 홀(hole)을 가진 그래핀의 층 또는 수지의 스트라이프(stripe)로 삽입된 그래핀의 스트라이프 형태로 형성되는 것이 바람직하다. 사실, 그래핀은 박리되고(exfoliate) 수지가 수용될 수 있는 홀 또는 슬롯(slot)이 제공하여 보다 신뢰성 있는 화합물을 구현할 수 있게 한다.

[0029] 한 실시예에 따르면, 냉각 시스템은 열 전달 장치와 열 소통(thermal communication)하는 하우징 내에 위치한 열 분산 및/또는 저장 장치를 포함한다. 열 분산 및/또는 저장 장치는 전도성 재료, 통상, 똑같은 그래핀-계 재료로 형성된 전도성 재료를 포함하는 열 전달 회로에 의해 열 전달 층과 열 소통되는 것이 바람직하다. 열 전달 장치는 예를 들어 프로브의 결합 영역과 트랜스듀서 요소들 사이에 위치한 그래핀 층으로서, 프로브의 전면으로부터 뒷면으로 가로 방향으로 연장되는 세로방향 경로(longitudinal path)를 형성하기 위해 주변 방향으로 구부러진다(peripherally bended).

[0030] 열 분산 장치는, 예를 들어, 백킹 재료를 지지하는 통상적인 금속성 블록 또는 프로브 케이스 혹은 결부된 케이스 내에 있는 그 밖의 임의의 금속성 부분일 수 있으며, 열 저장 장치는 가령, 예를 들어, 상 변화 재료(Phase Change Material: PCM)와 같이, 열을 흡수하여 온도를 균일하게 유지하는 임의의 온도조절 시스템일 수 있다.

[0031] 한 개선예에 따르면, 발산 표면(emitting surface)의 맞은편에 있는 트랜스듀서 요소들의 뒷면에 위치한 백킹 요소(backing element)는 열 전도성을 향상시키기 위해 그래핀으로 충전된다(charged). 이는 본 발명의 발명자들이 바람직하지 못한 진동(oscillation)을 제거하는(dumping) 데 있어서 그래핀의 음향 특성이 놀랄 정도로 우수하다는 사실을 밝혀냈기 때문이다. 그래핀으로 충전시킴으로써 열이 전달되는 백킹 재료는 프로브의 전면에 위치한 그래핀의 층과 독립적으로 존재할 수 있다.

- [0032] 한 실시예에 따르면, 트랜스듀서 조립체는 발산 표면의 맞은편에 있는 트랜스듀서 요소들의 뒷면에 위치한 백킹 요소와 프로브의 결합 영역과 전면 발산 표면 사이에 위치한 매칭/열 전달 층을 포함하되, 열 분산 재료가 열 전달 층 및/또는 백킹 요소로부터 열을 수용하기 위해 프로브의 결합 영역의 맞은편에 있는 하우징과 백킹 요소 사이에 위치된다.
- [0033] 열 저장 장치는 열 분산 장치를 적어도 부분적으로 대체할 수 있거나 열 분산 장치에 추가될 수 있는데, 통상, 열을 흡수하여 온도를 균일하게 유지하는 온도조절 요소로서 기능하는 상 변화 재료(PCM)를 포함한다. PCM은 고체로부터 액체로 상 변화 동안 잠열(latent heat) 형태로 열을 저장하며 액체로부터 고체로 상 변화되면 저장된 열을 배출하는 가역성 유기 변환 재료(organic reversible transition material)인 것이 바람직하다.
- [0034] 열 저장 장치는 그래핀을 포함하되, 보다 구체적으로는, 그래핀으로 충전된 필러(filler)와 PCM을 포함하는 복합재를 포함할 수 있다. 필러는, 통상, 수지, 가령, 그래핀으로 충전된 에폭시 수지이며, PCM은 이러한 그래핀으로 충전된 수지에 의해 미세하게 둘러싸인다(micro-encapsulated).
- [0035] 열 저장 장치는 트랜스듀서 조립체로부터 배출된 열을 일시적으로 저장하기 위해 프로브 하우징 내의 유효 공간(available space)을 채우도록 배열되는 것이 바람직하다. 또한, 열 저장 장치는 하우징 외부에, 예를 들어, 케이ابل 내에 위치될 수 있다.
- [0036] 본 발명의 추가적인 변형예들은 종속항들의 주제를 형성한다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 본 발명의 특징들과 그로부터 야기된 이점들은 첨부도면들을 참조하여 하기 비-제한적인 실시예들을 기술한 설명으로부터 보다 자명해질 것이다:
- 도 1은 종래 기술에 따른 통상적인 프로브의 투시도;
- 도 2는 도 1에 따른 프로브의 헤드의 확대도;
- 도 3은 트랜스듀서 요소와 접촉하도록 배열된 접지선 연결부를 가진 프로브 헤드를 개략적으로 도시한 도면;
- 도 4는 본 발명에 따른 프로브 헤드의 개략적인 도면;
- 도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 프로브의 단면도;
- 도 6은 도 5에 따른 프로브의 헤드의 확대도;
- 도 7 및 8은 본 발명에 사용되는 그래핀의 구조를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 도 1 내지 3에는 종래의 프로브가 예시된다. 프로브는 전면(front side)을 가진 초음파 발산 및 수신 헤드(1)를 포함하되, 그로부터 초음파가 표적, 가령, 검사 중인 물체에 반대 방향(against direction)으로 발산되고 반사되는 초음파 또는 유입 초음파가 들어오고(impinge) 감지된다. 초음파 헤드(1)는 상기 전면의 맞은편에 있는 뒷면(3)을 가지며, 상기 뒷면(3)은 프로브 케이싱의 내부를 향해 배열되고 프로브 케이싱 내부에 제공된 프로브 헤드를 지지하기 위한 수단을 향해 배열된다.
- [0039] 프로브 헤드(1)는, 헤드의 뒷면으로부터 시작하여 헤드의 전면을 향하는 순서로, 접촉 전극(contact electrode)의 어레이(array)에 의해 형성된 제1 층(101)을 포함하되, 상기 순서는 발산된 초음파의 전파 방향에 상응한다. 접촉 전극들 중 상기 층(101)의 각각의 접촉 전극은 접촉 전극들의 층의 하나 이상의 에지(edge)를 따라 제공되고 도면부호 201로 표시된 접촉 단말부(contact termination) 상에서 상응하는 접촉 핀에 연결된 개별 전기 연결선을 가진다. 접촉 전극의 층(101)은 통상 적어도 전기적으로 분리된 접촉 전극의 어레이 형태로 구성되며, 상기 접촉 전극들 중 각각의 접촉 전극은 전기적 자극 신호(electric excitation signal)를 트랜스듀서에 공급하고, 상기 트랜스듀서가 유입 초음파에 의해 기계적으로 여기될 때(excited) 트랜스듀서로부터 전기적 수신 신호를 수거하는 기능을 가진다. 몇몇 전극들은 1.25D, 1.5D 또는 1.75D 프로브에서와 같이 합선될 수 있다(short circuited).
- [0040] 접촉 전극들의 어레이에 의해 형성된 층에, 압전 소자(301) 어레이가 배열된다. 각각의 압전 소자들은 발산 및 수신 트랜스듀서를 형성한다. 압전 소자는 일반적으로 티탄산 지르콘산 연(lead zirconate titanate: PZT), PZT-수지 복합체 또는 단결정 재료로 제조된다. 단일의 트랜스듀서는 서로 일치하며(coincident) 층(101)의 접

축 전극들 중 하나와 전기적으로 접촉한다. 한 가능한 형상(configuration)에서, 전도성 재료의 추가 층(401)이 트랜스듀서들의 어레이에 의해 형성된 층(301)에 배열된다. 전도성 재료의 추가 층(401)은 각각의 압전 소자들과 전기 접촉하며 접촉 단말부(501)에 의해 접지 포텐셜(ground potential)에 연결된다. 전도성 재료의 추가 층(401)은 층(301)의 트랜스듀서의 접지 전극(ground electrode)을 형성한다. 추가 층(401)은 접지 전극들의 어레이 형태로 구성될 수 있지만, 접지 포텐셜이 층(301)의 트랜스듀서에 공통적이기 때문에 각각의 트랜스듀서를 위하여 개별의 접지 전극을 제공할 필요가 없으며, 층(401)은 전도성 재료의 연속 층(continuous layer)에 의해 쉽게 형성될 수 있다. 대안으로, 접지 연결부는, 도 3에 도시된 것과 똑같은 도면에 예시된, 현미경적 섹션 와이어(401') 접촉 요소들에 의해 형성될 수 있다.

[0041] 압전 재료 요소(3010)의 어레이에서 매칭 층(matching layer)들이 제공되는데, 상기 제공된 매칭 층들은 도 1과 2에서 도면부호 601 및 701로 표시된다. 이 층(도 2의 예에서는 2개가 제공되고 도 3에서는 1개가 제공됨)들은 압전 소자의 음향 임피던스(acoustic impedance)를 표적의 음향 임피던스에 맞추는(adapting) 기능을 가진다. 점진적인 스텝(progressive step) 형태로 맞추기 위하여 보통 2개 또는 3개의 층들이 사용되는데, 이에 따라 초음파를 통과시키기 위해 충분히 큰 대역폭을 유지할 수 있다. 각각의 재료에서, 음향 임피던스는 음속(speed of sound)과 밀도의 곱으로 제공되며, 다수의 전력 전달 단계(power transfer stage)를 가진 전기 회로를 위한 전기 임피던스(electrical impedance)와 동일한 것으로 간주될 수 있다. 각각의 매칭 층의 두께는 $\lambda/4$ 법칙에 따르며, 이에 따라 각각의 재료에서 동작 주파수(operating frequency)(표준 이미징 프로브(standard imaging probe)에 대해 일반적으로, 2 MHz 내지 12 MHz)와 음속에 좌우된다. 매칭 층은 일반적으로 금속성 분말로 로딩된(loaded) 에폭시 수지로 제조된다. 접지된 전도 층(401)을 가진 형상에서(도 1 및 2 참조), 제1 매칭 층(601)은 일반적으로 이러한 접지 층(401) 위에 배열된다. 도 3에서와 같이, 와이어 연결부(401') 경우에서, 제1 매칭 층(601)은 압전 소자(301)와 직접 접촉된다.

[0042] 일반적으로, 첫 번째 매칭 층(601)은 약 5 내지 12 MRayl의 음향 임피던스를 가진 재료로 제조되는데 마지막 매칭 층(701)은 약 2 MRayl의 음향 임피던스를 가진다.

[0043] 마지막 요소로서, 통상 실리콘 고무의 음향 렌즈(801)이 매칭 층(701) 위에 배열되는데, 상기 음향 렌즈(801)는 표적 몸체의 표면과 프로브(1)의 헤드 사이의 인터페이스(interface)를 형성한다. 이러한 렌즈의 목적은 초음파 빔(ultrasound beam)을 경사면(elevation plane)에 초점을 맞추기 위한 것이다.

[0044] 접지된 전도성 재료에 의해 형성된 와이어(401') 또는 층(401)의 어레이와 접촉 전극들의 어레이에 의해 형성된 층(101)의 접촉 단말부(201 및 501)는 인쇄회로기판(4)에 전기적으로 그리고 기계적으로 연결되는데, 인쇄회로기판(4)은 커넥터(8)를 통해 프로브 연결 케이블(도시되지 않음)에 연결된 필요한 전도 트랙(conductive track)을 제공하며, 상기 케이블은 프로브를 초음파 기기, 예를 들어, 초음파 이미징 기기(ultrasound imaging apparatus)와 연결한다.

[0045] 프로브 헤드(1)는 반향 및 울림을 최소화하기 위하여 일반적으로 지지부(support)로서 기능하고 백-트래블링하는(back-travelling) 음파를 위한 댐핑 장치로서 기능하는 백킹 재료(backing material)(2)에 고정된다. 백킹 재료는 일반적으로 좋지 못한 열전도율을 가진 특성의 경질 고무 화합물이다. 금속성 블록(3), 통상 알루미늄 블록(3)이 백킹 재료(2)를 위한 지지부로서 기능한다. 용어 "백킹(backing)"은 상부에 압전 소자가 장착되는 적절한 기하학적 형상(geometry)으로 구성된 고체 덩어리(solid mass)로 이해하면 되는데, 이 구성요소가 전압 펄스(voltage pulse)에 의해 여기될 때, 요동(oscillation)은 댐핑되고 일련의 요동 사이의 진폭에서의 감소는 상기 구성요소가 조합되는 재료에 따른다고 이해하면 된다. 따라서 상기 베이스는 원하는 감쇠(attenuation) 수준을 얻기 위해 흡수 및 임피던스에 있어서 특성의 음향 특성(acoustic property)을 가져야 한다.

[0046] 열 생성 공정(heat generation process)으로 들어가면, 사용 동안, 프로브에 연결된 시스템은 커넥터 및 케이블을 통해 음향 스택(acoustic stack)에 전기 신호를 전송한다. 압전 소자(301)는 전기 신호를 음향 출력 에너지로 변환시키는데, 이 음향 출력 에너지는 실리콘 고무 렌즈(801)로부터 검사 중인 표적으로 발산된다. 반향 음향 신호의 수신 동안, 압전 소자(301)는 표적(진단 장치의 경우 내부 환자 조직)의 튕겨진 음향 에너지에 의해 생성되고 다시 트랜스듀서로 반사되는 전기 교란(electrical disturbance)을 감지한다. 이는 열 생성을 발생시키는 공정의 전달 부분(transmit portion)이다. 이는 전기음향 에너지 변환 공정이 100% 효율적이지 않기 때문이다. 따라서, 압전 소자는 비의도적인 히터(unintended heater)로서 기능한다. 게다가, 초음파 에너지가 압전 소자에 의해 생성되기 때문에, 초음파 에너지는 백킹 재료(2)와 매칭 층(601, 701)에 의해 부분적으로 흡수되고, 이러한 에너지는 모두 완전히 손실되는 것은 아니다. 따라서, 열이 압전 소자(301) 내에 발생되고 프로브 헤드(1)의 그 밖의 재료 내에 발생된다.

- [0047] 본 발명의 제1 실시예에 따르면, 그래핀, 또는, 보다 일반적으로는, 그래핀을 포함하는 화합물의 층(5)을 이용하여 열이 배출되는데(drained away), 상기 층(5)은 도 4에 도시된 것과 같이 음향 렌즈(801)의 바로 앞에 마지막 매칭 층(601)의 앞에 배열된다. 그래핀 화합물은 단순히 하나 또는 그 이상의 그래핀 시트일 수 있거나 보다 복잡한 화합물, 가령, 그래핀 및 및 수지, 가령, 에폭시 수지로부터 수득된 복합체의 층일 수 있다. 도 7을 보면, 상기 화합물은 에폭시 스트라이프(stripe)(205) 외에도 그래핀 스트라이프(105)로 구성될 수 있다. 폭의 값은, 예를 들어, 각각, 1mm 및 0.1mm이며, 매칭 층의 경우, 두께는 소위, $\lambda/4$ 법칙에 의해 프로브 주파수에 따라 변경된다. 상기 구조는 프로브 어레이 제조에 사용되는 공정과 비슷한 표준 결합-다이소-충전 공정(bond-dice-fill procedure)에 의해 제조될 수 있거나 그래핀 층 합성 공정(graphene layer synthesizing process) 동안 발전될 수 있다. 또 다른 예가 도 8에 도시된다. 이 경우, 그래핀의 층은 홀(305)을 가져, 수지가 기계적으로 보다 안정적인 구조를 구현하도록 배열될 수 있다. 사실, 그래핀은 박리하려는 경향이 있으며 수지가 고정될 수 있도록 홀 또는 슬롯이 제공되어 보다 안정적인 화합물을 구현할 수 있다.
- [0048] 그래핀 혹은 그래핀-계 화합물의 층은 트랜스듀서 어레이(301)로부터 시작하여 임의의 위치, 예를 들어, 제1 매칭 층(601) 앞 또는 뒤, 제2 매칭 층(701) 앞 또는 뒤에 위치될 수 있다. 그래핀-화합물의 음향 임피던스를 측정하였더니 상당히 낮아서, 이 값이 실험적인 측정 근사값(experimental measurement approximation) 내에서 실리콘 고무의 값에 근접한 것을 발견하였다. 이러한 성질로 인해, 특히 바람직한 실시예에서, 압전 어레이(301)와 실리콘 렌즈(801) 사이에서 그래핀을 사용하면, 프로브 성능 손실이 거의 무시할 만하다.
- [0049] 대안으로 또는 그 외에도, 그래핀을 가진 백킹 재료(2)를 충전시킴으로써(charging) 열이 전달될 수 있으며 따라서 똑같은 열전도성을 가진다.
- [0050] 도 5에서, 본 발명에 따른 프로브가 예시된다. 그래핀-계 재료(5)의 층은 공통의 프로브의 음향 실리콘 렌즈(2) 밑에 위치되며, 그 뒤, 접혀서 트랜스듀서 스택(stack)의 뒷면 부분으로 연장된다. 두께를 음향 디자인(acoustic design)과 일치하여 음속을 위해 $\lambda/4$ 값과 상응하거나 이보다 작도록 선택하였다. 층(5)은 실리콘 렌즈(801)와 백킹 재료(2) 사이에서 가로 방향으로 연장되어 금속 블록(3), 통상, 알루미늄 블록(3)에 도달하는데 상기 금속 블록(3)에 열이 전달된다. 대안으로 또는 그 외에도, 층(5)에 의해 구현된 열 경로(405)가 인체공학 외부 케이스(6)와 프로브 헤드(1) 사이에 위치한 영역(103) 상에서 닫힌다(closed). 상기 영역(103)은 알루미늄 블록(3)과 직접 접촉하도록 위치될 수 있거나 프로브의 뒷면 부분에 위치한 케이스(6)의 임의의 영역에 위치될 수 있으며 즉 음향 렌즈(801)에 대해 맞은편에 위치될 수 있어서 히트 싱크(heat sink)로서 기능할 수 있다. 또한, 백킹 재료(2)는 그래핀으로 충전시킴으로써 열전도성을 가지게 되면 열 배출부(heat drain)로서 기능할 수 있다. 그 위치로 인해, 이 경우, 열이 알루미늄 블록(3)으로의 바람직한 경로를 찾는다.
- [0051] 프로브의 전면 부분으로부터 열 배출부로서 기능하는 그래핀의 한 층과 조합하여 그래핀을 백킹-충전하면(backing charged), 초음파 프로브의 열 조절(thermal management) 문제에 대한 바람직한 해결책을 제공하게 되지만, 두 해결책(그래핀 층과 그래핀-충전된 백킹 재료)은 모두 독립적으로 적용될 수도 있다.
- [0052] 히트 싱크(103)는 열전도성 필러(filler)(6)에 의해 프로브 케이스(6)에 열적으로 연결될 수 있으며(thermally connected), 주변(environment)으로 열을 분산시키기 위한 프로브의 기능은 주로 프로브의 외측 표면으로부터 나온 수동식 자유 대류(passive free convection)에 의해 조절된다. 물론, 프로브의 외측 표면으로부터 공기의 자연 대류(natural convection)에 의해 열을 제거하는 용량(capacity)에는 제한이 있는데, 원하는 열 경로의 효율성 및 분산(dissipation) 유효 표면적의 넓이(span)에 따른다. 한 개선예는 수동식 대류 표면적을 확장시키기 위해 결부된 케이블의 길이를 줄여서 열의 일부를 분산시키는 방법으로 구성된다.
- [0053] 이보다 더 좋은 선택 방법은 열 저장 장치로서 기능할 수 있는 내부 충전 재료(6)를 고려하여 상 변환 공정(phase transition process)에 의해 고정 온도에서 열을 제거하는 방법이다. 이러한 재료는 개선된 열 특성을 가진 상 변화 재료(Phase Changing Material: PCM) 화합물일 수 있다.
- [0054] 초음파 프로브에 PCM을 사용하는 방법은, 예를 들어, 미국 특허번호 7,308,828에 기술되어 있는데, 고효율 열 회로(thermal circuit)로서 기능하는 그래핀-화합물과 조합되지는 않는다. PCM의 예는 Kenisarin, M. Mahkamov, K(2007), "Solar energy storage using phase change materials", Renewable and Sustainable Energy Reviews 11(9): 1913-1965 및 Sharma, Atul; Tyagi, V.V.; Chen, C.R.; Buddhi, D.(2009), "Review on thermal energy storage with phase change materials and applications", Renewable and Sustainable Energy Reviews 13(2): 318-345에서 찾아볼 수 있으며, 이 문헌들은 본 명세서에서 참조문헌들로 간주될 수 있다.
- [0055] PCM은 다음과 같이 주된 카테고리로 분류할 수 있다:

- [0056] - 유기물, 가령, 파라핀(C_nH_{2n+2}) 및 지방산($CH_3(CH_2)_{2n}COOH$);
- [0057] - 무기물, 가령, 염수화물(M_nH_2O);
- [0058] - 공융물(eutectic), 가령, 라우르산 및 스테아르산;
- [0059] - 검습 재료.
- [0060] 본 발명의 발명자들은 전이 온도 및 잠열/덩어리의 관점에서 많은 타입의 PCM을 연구하였을 뿐만 아니라, 그 밖의 중요한 특성, 가령, 특정 화합물 내에서 가역성(reversibility) 및 상호작용의 상 변화 효율성에 대해 연구하였다. 수차례의 테스트 후에, 다음과 같은 성질로 인해, 가역성 유기 PCM(organic, reversible PCM)이 본 발명에 가장 적합한 것으로 밝혀졌다:
- [0061] - 과냉각할 필요 없이 동결(freeze);
- [0062] - 동일하게 용융시킬 수 있는 성능;
- [0063] - 자가-결정 특성;
- [0064] - 일반적인 구성을 가진 재료와의 호환성;
- [0065] - 박리(segregation) 없음;
- [0066] - 화학적으로 안정적임;
- [0067] - 높은 용합 열;
- [0068] - 안전하고 비-반응성;
- [0069] - 재활용성.
- [0070] 테스트를 거친 유기 PCM 중 하나는, 예를 들어, 다음과 같은 성질을 가진다:
- [0071] - 전이 온도: 27-35° ;
- [0072] - 잠열: 155-175 J/Kg.
- [0073] PCM의 작동 메커니즘은 간단하며 물질 자체의 잠열과 똑같은 양의 열이 교환될 때까지 온도를 일정하게 유지시키는 상태를 변화시키는 물질의 물리적 특성에 관한 것이다. 따라서, 초과 열(excess heat)을 축적시키기 위해 PCM을 사용하여 용합 또는 경화 온도에 근접한 온도 범위에서 작업하는 것이 가능하다. 하지만, 이는 비-고체 상태(non-solid state)에서 간단하지 않고 다소 복잡하게 사용될 때에도 PCM을 담기 위해 적절한 용기(receptacle)이 필요하다는 것을 의미한다. 이러한 문제에 대한 해결책은 PCM에 따른 열-복합재(thermal-composite), 바람직하게는 유기물 타입의 열-복합재이다. 열-복합재는 상 변화 재료(PCM)와 그 밖의 구조물(보통, 고체)의 조합으로 제공된다. 한 간단한 예는 파라핀-왁스 내에 잠긴 구리-메시(copper-mesh)이다. 파라핀-왁스 내의 구리-메시는 열-복합재로 간주될 수 있다.
- [0074] PCM을 결합시키기 위해 필러, 가령, 에폭시 수지, 폴리우레탄, 실리콘 등을 사용함으로써, 액체 상태에서 특정 용기를 사용할 필요 없이도 분산을 피할 수 있다.
- [0075] 하지만, 본 발명의 발명자들은 PCM 재료가 PCM이 강하게 결합되지 않고 복합재 내에서 많이 움직일 수 있다는 점에서 필러의 중합 공정과 간섭될 수 있다는 사실을 밝혀내었다. 게다가 필러, 특히 에폭시 수지는, 히트 싱크로서 기능하는 그래핀으로 인해 열 전달 회로가 매우 효율적이기는 하지만 PCM에 따른 열 변환 장치는 효율적이지 않기 때문에, 일반적으로 열전도성을 가지지 않는다.
- [0076] 한 개선예에 따르면, 본 발명은 특히 초음파 프로브에서 열 저장 장치로서 사용될 수 있는 새로운 PCM 복합재 카테고리를 제공한다. 이러한 복합재들은 높은 열전도성 수지에 따르거나 그래핀으로 충전될 수 있는 필러를 사용하는 방법에 따를 수 있다. 이런 방식으로, 고효율이면서 프로브 내에, 특히, 프로브의 뒷면 부분에 제공된 임의의 공간(7) 내에 분산될 수 있는 새로운 PCM 화합물이 구현될 수 있다.
- [0077] 요약하면, 그래핀은 초음파 프로브를 열적으로 조절하기 위해 사용할 수 있는 매우 특별한 물질이다. 그래핀은 프로브의 전면으로부터 열을 배출하기 위한 매칭 층 형태로 사용될 수 있거나 프로브의 뒷면으로부터 열을 배출하기 위한 백킹 필러(backing filler)로서 사용될 수 있다. 또한, 그래핀은, 전면의 발산 표면(emitting 표면)

으로부터 멀리 떨어져 있는 프로브 영역에 일시적으로 열을 저장하기 위해, 열 변환기(heat converter)로서 사용될 수 있도록 PCM을 둘러싸고 있는(encapsulating) 필러의 충전 재료로서 적용될 수 있다. 열 변환기는 결합제로 미세하게 둘러쌀 수 있기 때문에(microencapsulation) 재료를 호스팅(hosting)할 수 있는 용기 또는 특정 장소(specific site)를 제공할 필요 없이 임의의 위치에서 프로브에 삽입될 수 있다. 히트 싱크로서 그래핀 및 PCM을 포함하는 열-복합재를 사용하는 것은 본 발명에 따른 열 배출부와 조합된 것으로 볼 수 없지만, 예를 들어, 미국 특허번호 7,308,828에 기술된 장치의 대안에 또는 개선예로서, 초음파 프로브 분야에서 뿐만 아니라 최적화된 열 조절을 필요로 하는 그 밖의 임의의 분야에서 일시적 열 저장 장치의 문제에 대한 독립적인 해결책일 수 있다.

[0078] 그래핀은 매우 얇고 거의 투명하며 한 원자(atom) 두께의 시트 형태의 순수 탄소이다. 그래핀은 중량이 매우 작으며 상당히 강하며(철보다 100배 더 강함) 열 및 전기 전도 효율이 매우 우수하다. 과학자들이 수십년 동안 그래핀에 대해 연구해 왔는데, 2004년에 실험실에서 첫 번째로 제조하였다.

[0079] 기술적으로는, 그래핀은 2-차원 특성을 가진 탄소의 결정질 동소체(crystalline allotrope)이다. 그래핀에서, 탄소 원자는 정상적인 sp^2 -결합된 원자-단위 치킨 와이어(6각형) 패턴으로 조밀하게 꼭 차있다(packed). 그래핀은 그래파이트의 1-원자의 두꺼운 층으로서 기술될 수 있다. 그래핀은 그 밖의 동소체, 가령, 그래파이트, charcoal, 탄소 나노튜브 및 풀러렌(fullerene)의 기본 구성 요소이다. 또한, 그래핀은 무한으로 커다란 방향성 분자(aromatic molecule)로서 간주될 수 있으며, 제한적인 경우에는 평범한 다환 방향족 탄화수소기(polycyclic aromatic hydrocarbon family)일 수도 있다.

[0080] 그래핀은 각각의 단일 원자가 화학반응을 위해 2면으로부터 노출되어 있는(2차원 구조로 인해) 탄소의 유일한 형태(및, 일반적으로는, 모든 고체 재료)이다. 그래핀 시트의 에지에서 탄소 원자는 특별한 화학 반응성을 가지며, 그래핀은 (유사 재료, 가령, 탄소 나노튜브에 비해) 가장 높은 비율의 에지 카본(edge carbon)을 가지는 것으로 알려져 있다. 또한, 시트 내에 있는 다양한 타입의 결함(defect)은 화학 반응성을 높이는데, 이러한 시트 내의 결함은 매우 일반적이다. 산소 gas와 단일-층 그래핀의 기저면(basal plane) 사이의 반응 개시 온도는 260° 보다 작으며 그래핀은 매우 낮은 온도(예컨대, 350°)에서 태워진다. 사실, 그래핀은 탄소 원자의 가로방향 유효성(lateral availability)으로 인해 화학적으로 가장 활발한 탄소 형태이다. 그래핀은 통상 산소-함유 및 질소-함유 작용기와 변형되고(modified) 적외선 분광법(infrared spectroscopy) 및 X-레이 광전자 분광법(photoelectron spectroscopy)으로 분석된다.

[0081] 분리된 2D 결정(crystal)은 화학 합성(chemical synthesis)을 통해 기본적으로 작은 크기도 초과하여 성장할 수 없는데, 그 이유는 포논(phonon) 밀도가 급속히 성장하여 가로방향 크기(lateral size)가 증가되면 2D 결정이 구부러져서 3D가 되기 때문이다. 하지만, 2D 재료에 대한 그 밖의 형태도 존재한다.

[0082] 기본 힘(Fundamental force)들은 2D 결정을 생성하는 데 있어서 대처할 수 없는 방어벽(insurmountable barrier)을 형성한다. 초기의 2D 결정은 표면 에너지를 최소화시키고 숏(soot)에 발생하는 안정적이고 다양한 3D 구조중 하나로 필연적으로 변경된다.

[0083] 하지만, 문제를 회피하는 한 방법이 있다. 3D 구조와 상호작용하면 성장 동안 2D 결정이 안정된다. 따라서, 2D 결정이 덩어리 결정(bulk crystal)의 원자 평면(atomic plane)들의 상부에 위치되거나 원자 평면들 사이에 배열되도록 형성할 수 있다. 이 점에 있어서, 그래핀은 그래파이트 내에 이미 존재한다. 그렇다면, 이는 자연법칙을 위배하여 원래의 고온 3D 성장에 의해 처리되는 담금질 상태(quenched state)에 유지되도록 충분히 낮은 온도에서 단일 원자 두께의 결정을 추출하기를 바라는 것이다.

[0084] 그래핀을 제조하는 2가지 기본적인 접근법은 다-층 그래파이트를 단일 층들로 클리빙하거나(cleave) 한 탄소 층을 또 다른 재료에 증착시킴으로써(depositing) 에피택셜 방식으로(epitaxially) 성장시키는 방법이다. 접착 테이프를 사용하여 단분자층(monolayer)을 분리시키기 위해 처음의 방법이 우선적으로 개발되었다. 두 경우에서, 그래파이트는 2D 형태를 유지하기 위해 특정 기판(substrate)에 결합되어야 한다. 밑에 기술된 것과 같이 그 외의 기술도 개발되었다.

[0085] 박리법(Exfoliation)

[0086] 2014년까지, 박리법으로 제조된 그래핀이 최소의 결함 개수를 가지고 최고의 전자 활동성(electron mobility)을 가진다.

[0087] 접착 테이프(Adhesive tape)

- [0088] 난할(cleavage)도 박리법으로 알려져 있다. 단일 층을 구현하는 것은 통상 다수의 박리 단계를 필요로 하는데, 각각의 단계는 오직 하나만 남을 때까지 적은 수의 층을 가진 박편(slice)을 형성한다. Geim 및 Novosolev가 접착 테이프를 사용하여 그래핀을 분리하였다.
- [0089] 박리 후에는, "건식 증착법(dry deposition)"을 이용하여 실리콘 웨이퍼 상에 플레이크(flake)가 증착된다. 이 기술에 의해 1 mm보다 더 크고 육안으로도 볼 수 있는 결정이 얻어질 수 있다. 이는 종종 "스카치 테이프(scotch tape)" 또는 "드로잉(drawing)" 방법으로도 지칭된다. "드로잉" 방법은 건식 증착법이 그래파이트의 한 조각(piece)을 드로잉하는 것과 유사하기 때문에 지칭된 것으로 보인다.
- [0090] 웨이-계의 기계적 박리법(Wedge-based mechanical exfoliation)
- [0091] 층이 거의 없는 그래핀을 제조하기 위한 또 다른 기술은, 접착 테이프 방법의 문제를 해결하기 위해 웨지 타입의 공구를 사용한다. 상기 방법에서, 날카로운 단일-결정질 다이아몬드 웨지를 그래파이트 원료(source) 상에 침투시켜 층들을 박리한다. 상기 방법은 개시 재료로서 고정렬 열분해 그래파이트(Highly Ordered Pyrolytic Graphite: HOPG)를 사용한다. 이러한 실험들은 분자역학 시뮬레이션에 의해 뒷받침되었다.
- [0092] 그래파이트 옥사이드 환원법(Reduction of graphite oxide)
- [0093] 그래파이트 옥사이드 환원법이 아마도 그래핀 합성의 제1 방법이였다. P. Boehm은 1962년에 환원된 그래핀 옥사이드의 단분자층 플레이크 제조법을 보고하였다. Geim은 Boehm의 업적을 인정하였다. 그래파이트 옥사이드를 급속하게 가열하고 박리하면, 그래핀 플레이크 함량이 적고 우수하게 분산된 탄소 분말을 얻게 된다. 그래핀 필름을 제조하기 위해, 예컨대, 아르곤/수소에서 어닐링과 함께 하이드라진(hydrazine)에 의한 그래파이트 옥사이드 단분자층 필름을 환원하는 방법이 보고되었다. 하지만, 작용기를 불완전하게 제거했기 때문에 스카치-테이프 그래핀에 비해 품질이 낮았다. 게다가, 산화 프로토콜(oxidation protocol)은 과-산화(over-oxidation)로 인해 영구 결함을 수반한다. 산화 프로토콜을 향상시켜, 효율적으로 작용기를 제거할 수 있게 하는 거의 접촉된 탄소 프레임워크(carbon framework)와 함께 그래핀 옥사이드를 제조하였다.
- [0094] 음파처리(Sonication)
- [0095] 그래파이트 옥사이드 필름의 한 층을 DVD에 제공하고 DVD 라이터에 태워서, 높은 전기 전도성(미터당 1738 지멘스)과 비표면적(그램당 1520 m^2)을 가지며 따라서 높은 저장성과 전성을 가진 얇은 그래핀 필름을 제조하였다.
- [0096] 용매-보조법(Solvent-aided)
- [0097] 그래파이트를 적절한 액체 매질 내에 분산시키면, 용매-보조법을 이용하여 그래핀을 제조할 수 있다. 그래핀은 원심분리에 의해 그래파이트로부터 분리되고, 처음에 그래핀 농도가 N-메틸프롤리돈(NMP)에서 최대 0.01 mg/ml 이고 후에 NMP에서 2.1 mg/ml가 되는 그래핀을 제조하였다. 액체 매질을 분산시키면서 적절한 이온 액체를 사용하여 5.33 mg/ml 농도의 그래핀을 제조하였다. 상기 방법에 의해 구현된 그래핀 농도는 매우 낮았는데, 그 이유는 어떤 것도 반데르발스 힘으로 인해 시트가 재적층(restacking)되는 것을 막지 못했기 때문이다. 구현된 최대 농도는 반데르발스 힘이 용매 분자들과 그래핀 시트들 사이의 상호작용력을 뛰어넘는 지점들이다.
- [0098] 용매/계면활성제-보조법(Solvent/surfactant-aided)
- [0099] 음파처리 이전에 계면활성제를 용매에 추가하면, 그래핀 표면에 흡착됨으로써 재적층되는 것이 방지된다. 이에 따라 높은 농도의 그래핀이 제조되지만, 계면활성제를 제거하기 위해서는 화학 처리를 필요로 한다.
- [0100] 불혼합 액체(Immiscible liquids)
- [0101] 두 불혼합 액체, 가장 바람직하게는, 헵탄과 물의 경계면(interface)에서 그래파이트를 음파처리하면, 대형(macro-scale) 그래핀 필름이 제조된다. 그래핀 시트는 헵탄과 물 사이 경계면에서 높은 에너지로 흡착되고, 그 경계면에서 그래핀 시트는 재적층되는 것이 방지된다. 그래핀은 300,000 g을 초과하는 힘까지 노출될 때에도 상기 경계면에 유지된다. 그 뒤, 용매가 증발될 수 있다. 시트는 최대 ~95%까지 투명하고 전도성을 지닐 수 있다.
- [0102] 에피택시(Epitaxy)
- [0103] 에피택시는 결정질 기판 상에 결정질 상부층(overlayer)을 증착시키는 방법으로서, 둘 사이에는 레지스트리(registry)가 존재한다. 몇몇 경우, 에피택시 그래핀 층들은 분리된 그래핀의 2차원 전자 밴드 구조(electronic band structure)를 보유하기 위해 (반데르발스 힘에 의해) 표면에 충분히 약하게 결합된다. 약하게 결합된 에피택시 그래핀의 한 예는 SiC 상에 성장된 그래핀이다.

- [0104] 이리듐과 실리콘 카바이드 상에 성장된 그래핀 단분자층들은 이러한 기판들에 약하게 결합되며(얼마나 약하게 유지되는 지는 논의 중임) 그래핀-기판 상호작용은 추가로 부동태화될 수 있다(passivated).
- [0105] 실리콘 카바이드(Silicon carbide)
- [0106] 실리콘 카바이드(SiC)를 낮은 압력(~10-6 토르) 하에서 높은 온도(>1100°)까지 가열하면 그래핀으로 환원된다. 이러한 공정으로 웨이퍼의 크기에 따른 수치들을 가진 에피택시 그래핀이 제조된다. 그래핀 제조를 위해 사용되는 SiC의 면(face)은 실리콘-말단(silicon-terminated) 또는 탄소-말단이며, 최종 그래핀의 캐리어 밀도, 운동성 및 두께에 매우 큰 영향을 끼친다.
- [0107] 상기 재료에서 처음에 그래핀의 전자 밴드 구조(소위, 디랙 콘 구조)를 볼 수 있었다. 상기 재료에서 약한 항-국지화(anti-localization)를 관찰할 수 있지만, 드로잉 방법에 의해 제조된 박리 그래핀에서는 이러한 현상을 관찰할 수 없다. 대형의, 온도에 무관한 운동성은 실리콘 옥사이드 상에 위치한 박리 그래핀에서의 운동성에 근접하지만, 드로잉 방법에 의해 제조된 현탁 그래핀(suspended graphene)에서의 운동성보다는 낮다. 심지어 전달(transfer) 없이는, SiC 상의 그래핀은 질량-없는 디랙 페르미온(Dirac Fermion)을 보여준다.
- [0108] 다층 그래핀 스택의 응집력(cohesion)을 제공하는 약한 반데르발스 힘은 개별 층들의 전자적 특성에 항상 영향을 끼치는 것은 아니다. 이는 즉 특정의 다층 에피택시 그래핀의 전자적 특성이 단일 층의 전자적 특성과 동일하지만, 다른 경우에는, 덩어리 그래파이트 내에 있을 때 이러한 특성들이 영향을 받는다는 의미이다. 이러한 영향은 이론적으로는 잘 이해가 되며 층간 상호작용(interlayer interaction)의 대칭성과 연관된다.
- [0109] SiC 상의 에피택시 그래핀은 표준 마이크로일렉트로닉스 방법들을 이용하여 패터닝될 수 있다. 밴드 틈(band gap)이 형성될 수 있으며 레이저 조사(laser irradiation)에 의해 튜닝될 수 있다(tuned).
- [0110] 금속 기판(Metal substrates)
- [0111] 금속 기판의 원자 구조는 그래핀의 성장의 발판이 될 수 있다.
- [0112] 루테튬(Ruthenium)
- [0113] 루테튬 상에서 성장된 그래핀은 통상 균일한 층 두께를 형성하지 않는다. 기판과 바닥 그래핀 층 사이의 결합은 층 특성에 영향을 끼칠 수 있다.
- [0114] 이리듐(Iridium)
- [0115] 이리듐 상에서 성장된 그래핀은 매우 약하게 결합되고, 두께가 균일하며 고정렬될 수 있다(highly ordered). 그 밖의 다수의 기판 상에서와 같이, 이리듐 상에서 성장된 그래핀은 다소 물결 형태로 형성된다(rippled). 기다란-범위의 이러한 물결 형태의 정렬 때문에, 전자 밴드 구조(디랙 콘) 내의 작은 틈(minigap)을 볼 수 있다.
- [0116] 니켈(Nickel)
- [0117] 표면적이 1 cm^2 (0.2 인치^2)를 초과하는 소수 층(few layer)의 그래핀의 고품질 시트가 다수의 기술을 이용하여 얇은 니켈 필름 상에서 화학적 증기 증착법을 통해 합성되었다.
- [0118] 화학적 증기 증착법을 통해 니켈 필름 상에 그래핀을 성장시키는 것은 몇몇 단계들로 수행된다. 우선, 얇은 니켈 필름이 섭씨 900-1000°에서 아르곤 가스에 노출된다. 그 뒤, 메탄이 아르곤 가스 안에 혼합되며, 메탄으로부터 나온 탄소가 니켈 필름 내에 흡수된다. 그 뒤, 니켈-탄소 용액이 아르곤 가스 내에서 냉각된다. 이 냉각 공정 동안, 탄소는 니켈로부터 확산되어(diffuse) 그래핀 필름을 형성한다.
- [0119] 종래의 CMOS 공정과 호환가능한(compatible) 또 다른 온도가 사용되는데, 촉매로서 금을 포함하는 니켈-계 합금을 이용한다. 상기 공정은 특정 온도에서 변이 금속 용융물 내에 탄소 원자를 용해시키고, 이 용해된 탄소를 단일 층 그래핀(single layer graphene: SLG)과 같이 그보다 낮은 온도에서 침전시킨다(precipitate).
- [0120] 상기 금속은 처음에 용융되어 탄소 공급원(carbon source), 가능하게는, 내부에서 용융되는 그래파이트 도가니(crucible) 혹은 용융물 내에 배열되는 그래파이트 분말/덩어리와 접촉한다. 탄소와 접촉하는 용융물을 특정 온도에 유지하면 탄소 원자가 용해되고, 금속-탄소 2상 다이어그램(binary phase diagram)에 따른 용융물을 포화시킨다. 온도를 낮추면 탄소의 용해도가 감소되고 초과 탄소는 용융물 위에 침전된다. 부유 층(floating layer)은 추후에 제거하기 위해 걷어내거나(skimmed) 또는 동결될 수 있다(frozen). 상이한 형태, 가령, 두꺼운 그래파이트를 사용하여, 금속 기판 상에서 소수 층 그래핀(few layer graphene: FLG) 및 SLG를 관찰하였다. 라만 분광법(Raman spectroscopy)으로 SLG가 니켈 기판 상에서 성장하는 것을 증명하였다. SLG 라만 스펙트럼은 어떠

한 D 및 D' 밴드도 가지지 않으며, 이는 즉 순수한 성질(pristine nature)을 나타낸다. 니켈이 라만 활성(Raman active)이 아니기 때문에, 니켈의 상부 위에 그래핀 층의 직접 라만 분광법이 구현될 수 있다.

[0121] 또 다른 접근법으로는, 한쪽에 니켈 필름을 가진 실리콘 디옥사이드 유리(기판)의 시트를 다루고 있다. 화학적 증기 증착법에 의해 증착된 그래핀이 필름의 양쪽에서 층 내에 형성되는데, 한 층은 노출된 상부 쪽에 형성되고 다른 층은 하측 즉 유리와 니켈 사이에 끼워진 상태로 형성된다. 그래핀의 상부 층과 니켈을 벗겨내면(peeling) 그래핀의 삽입 층(intervening layer)을 유리 뒤에 남기게 된다. 상부 그래핀 층이 이전의 방법들에서와 같이 포일(foil)로 제조될 수 있지만, 바닥 층은 이미 유리 상에서 제자리에 배열되었다. 결부된 층의 순도(purity)와 품질을 평가하지는 않았다.

[0122] 구리(Copper)

[0123] 이 기술의 개선된 점은 구리 포일(copper foil)을 사용한다는 점인데, 매우 낮은 압력에서, 그래핀의 성장(growth)은 단일의 그래핀 층이 형성되고 난 뒤 자동으로 중지된다. 임의적으로, 대형 필름이 생성될 수 있다. 단일 층 성장은 메탄 내의 탄소의 낮은 농도 때문이다. 큰 탄화수소, 가령, 에탄 및 프로판은 이중층 코팅(bilayer coating)을 형성한다. 대기압 CVD 성장은 구리 상에서 다층 그래핀을 형성한다(니켈과 유사하게). 구리 상에서 성장된 그래핀에서 총알 전송(ballistic transport)도 관찰되었다.

[0124] 소듐 에톡시드 열분해(Sodium ethoxide pyrolysis)

[0125] 에탄올을 소듐 금속으로 환원시키고, 에톡시드 제품을 열분해시키고, 물로 세척하여 소듐 염을 제거함으로써 그램 단위의 그래핀을 제조하였다.

[0126] 실리콘/게르마늄/수소(Silicon/germanium/hydrogen)

[0127] 회석된 불산에 적셔진(dipped) 게르마늄(Ge)의 층으로 코팅된 정상적인 실리콘 웨이퍼가 자연적으로 형성된 게르마늄 옥사이드 기를 벗겨내고(strip) 수소-말단 게르마늄을 생성하였다. 화학적 증기 증착법은 상부에 그래핀의 층을 증착시켰다. 그래핀은 건식 공정(dry process)을 이용하여 웨이퍼로부터 벗겨낼 수 있으며 그 뒤 사용 준비가 되었다. 웨이퍼는 재사용할 수 있다. 그래핀은 주름이 없으며, 고품질로서 결합이 매우 작다.

[0128] 나노튜브 절단(Nanotube slicing)

[0129] 개방된 탄소 나노튜브를 절단시켜 그래핀을 생성할 수 있다. 이러한 한 방법에서, 다중-벽 탄소 나노튜브를 절단하여 황산과 과망간산칼륨의 작용에 의해 용액 내에 개방시켰다. 또 다른 방법에서, 폴리머 필름 내에 부분적으로 내장된(embedded) 나노튜브를 플라즈마 에칭(plasma etching)시켜 그래핀 나노리본(graphene nanoribbon)을 제조하였다.

[0130] 탄소 디옥사이드 환원(Carbon dioxide reduction)

[0131] 높은 발열 반응(exothermic reaction)은 탄소 디옥사이드와 산화-환원 반응으로 마그네슘을 연소시켜, 다양한 탄소 나노입자, 가령, 그래핀 및 풀러렌을 형성한다. 탄소 디옥사이드 반응물질(reactant)은 고체(드라이아이스) 또는 가스일 수 있다. 상기 반응의 생성물은 탄소와 마그네슘 옥사이드이다. 이 공정 방법은 US 특허공보 8,377,408호에 허여되었다.

[0132] 스핀 코팅(Spin coating)

[0133] 2014년에, 스핀 코팅 및 어닐링 기능화(functionalized) 탄소 나노튜브를 통해 탄소 나노튜브-강화 그래핀을 제조하였다. 이 재료는 더 강력했고, 가요성을 지녔으며 종래의 그래핀보다 더 전도성이 우수하였다.

[0134] 초음속 스프레이(Supersonic spray)

[0135] 환원된 그래핀-옥사이드의 작은 방울을 기판 상에서 현탁 상태로(suspension) 증착시키기 위하여, 라발 노즐(Laval nozzle)을 통해 방울(droplet)의 초음속 가속(supersonic acceleration)을 사용하였다. 방울들은 균일하게 분산되고 급속하게 증발되어 환원된 플레이크 응집(reduced flake aggregation)을 보여주었다. 또한, 위상 결합(스톤-웨일즈 결합 및 C₂ 결원)은 원래 플레이크 내에서 없어졌다. 그 결과, 그래핀 층의 품질이 높아졌다. 충돌 에너지(impact energy)는 그래핀을 연신시키고(stretch) 탄소 원자를 결합없는 6각형 그래핀으로 재배열하여 후처리가 필요없게 된다.

[0136] 하기 표는 본 발명가들이 실험한 그래핀 화합물의 대표 특징들을 제공한다.

표 1

밀도 (Kg/m ³)	1900
음속 (m/s, 종파)	700
음향 임피던스 (MRayl)	1.3
평면 상에서 열전도성 (W/m*° K)	600-1000
25° 에서 비열 (J/g° K)	0.7
EMI 실드 dB@1.0 GHz	50
표면 전기저항 (Ω /sq)	0.06
두께 (μ m)	20-50

[0137]

그래핀에 대한 포괄적 사항을 대해서는, 위키피디아에 기재된 내용을 참조하면 된다. 또한, K. S. Novoselov, A. K. Geim 등의 Science 306, 666 (2004) 및 Nature 438, 197 (2005), 2010년 10월 5일에 로얄 스웨덴 과학 아카데미의 물리 클래스에 컴파일된 "Scientific Background on the Nobel Prize in Physics 2010", Jean-Noel Fuchs, Mark Oliver Goerbig의 인터넷의 홈페이지 <http://users.lps.upsud.fr/GOERBIG/CoursGraphene2008.pdf>에서 자유로이 이용가능한 2008년 강의노트 "Introduction to the Physical Properties of Graphene", "Graphene and Graphene Oxide: Synthesis, Properties and Applications", Y. Zhu, S. Murali, W. Cai, X. Li, JiWon Suk, J. R. Potts, R. Ruoff, Advanced Materials, 2010, XX, 1-19을 참조하면 된다.

[0138]

그래핀은 현재 전자 장치 및 회로의 하이-플렉스 냉각 및 열조절을 위해 사용되지만(예를 들어, 미국 특허출원 공보 US 20100085713호 참조), 음향 특성은 현재까지도 고려되지 않고 있다. 이러한 특성들은 본 발명의 발명자들이 연구하고 있으며 초음파 어레이 트랜스듀서 구조 내에 열 배출부 장치를 구현하기에 특히 적합한 것으로 밝혀졌다. 통상적인 매칭 층들 중 하나인 것처럼 그래핀의 층을 사용할 수 있는 낮은 음향 임피던스일 뿐만 아니라 그 거동은 음향 제거 재료(acoustical dumping material)와 같이 우수하여 보통 사용되는 백킹 재료의 필러로서 사용될 수 있다. 프로브의 백킹은, 사용 재료가 적절하게 선택되지 못하면, 음향 임피던스 불일치 또는 내부 반사 및 산란으로 인해 이미지 허상(image artifact)의 주 원인이 될 수 있기 때문에 매우 중요하다. 본 발명자들은 이러한 양태들을 연구하였다. 예를 들어, 그래파이트-폴리우레탄 화합물을 테스트하였는데, 이러한 그래파이트-폴리우레탄 화합물은 우수한 열 배출 성능을 보여주기는 하지만 이미지 허상을 생성하였다. 그래핀은 열 전도체 및 음향 임피던스 매칭 요소(matching element)로서 현저히 개선된 것을 보여주었다.

[0139]

또한, 그래핀은 화학적 및 물리적 특성으로 인해 액체에 대한 배리어(barrier)로서 특히 유용한 것으로 밝혀졌다. 실제로, 본 발명자들은 캡톤(Kapton)에 비해 상기 재료가 알콜에 대한 우수한 화학적 배리어로서 기능한다는 것을 밝혀냈다. 알콜, 및 일반적으로 살균제(disinfectant)는 초음파 프로브에서 심각한 문제를 나타내고 있는데, 그 이유는 음향 스택(acoustic stack)에 침투하여 매칭 층들을 공격하여 성능이 점진적으로 손실되기 때문이다. 따라서, 제1 매칭 층으로 그래핀을 사용하는 것은 이러한 양태를 위해 바람직할 수 있다.

[0140]

본 발명이 주로 진단 프로브(diagnostic probe)에 관해 기술하고 있지만, 당업자들은 본 특허출원이 테라피(therapy) 분야, 보다 일반적으로는, 비파괴 검사 분야에 유용하다는 것을 이해할 것이다. 특히, 집속 초음파 치료(High-Intensity Focused Ultrasound: HIFU)와 같은 테라피 분야에서, 어레이 스택(array stack)의 구조는 환형 요소(annular element)에 의해 주로 형성되는 구조와 상이하지만, 이 경우, 그래핀-계 층은 이러한 요소들의 앞에 및/또는 뒤에 배열될 수 있을 뿐만 아니라 가로 방향으로(laterally) 배열될 수도 있으며, 보다 일반적으로는, 임의의 위치에 열이 축적되며 따라서 임의의 위치에서 열이 배출될 수도 있다. 또한, 이 경우, 단독으로 또는 활성 냉각 시스템(active cooling system)과 함께, 일시적으로 열을 저장하기 위한 열 변환기로서 PCM이 사용될 수도 있다.

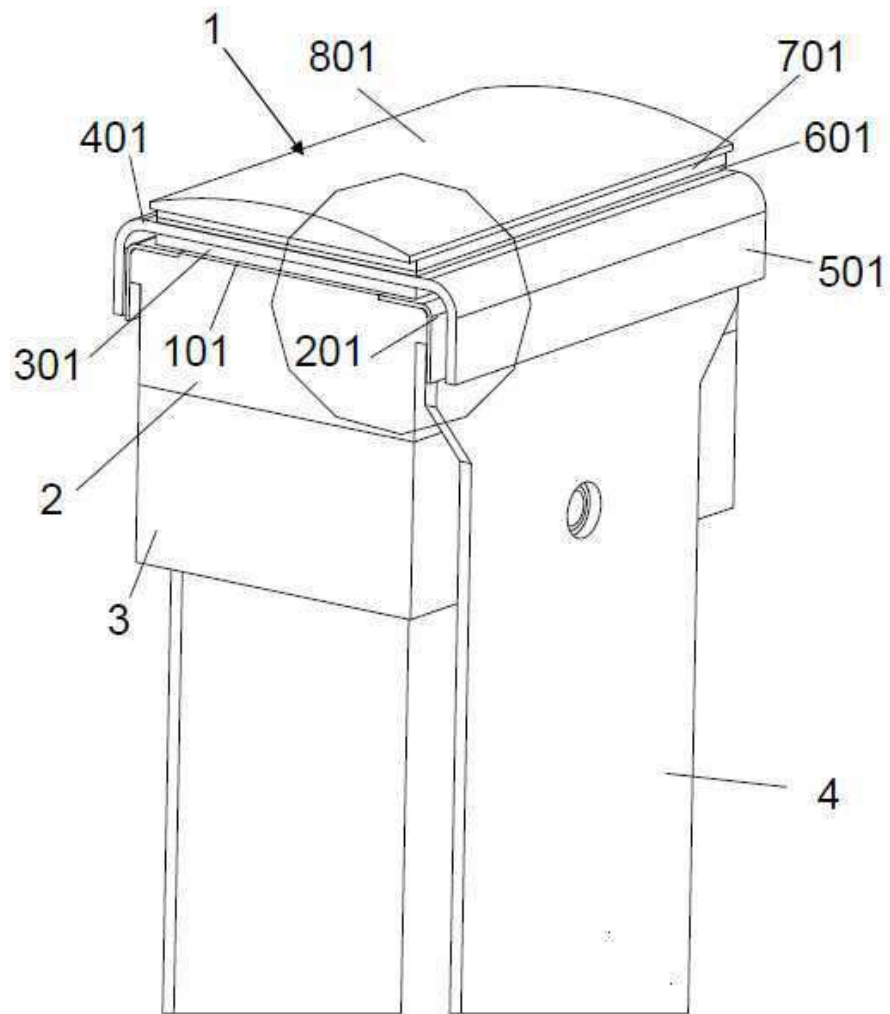
[0141]

위에 기재되고 하기 청구범위에 기술된 내용은 본 발명의 범위를 벗어나지 않는다.

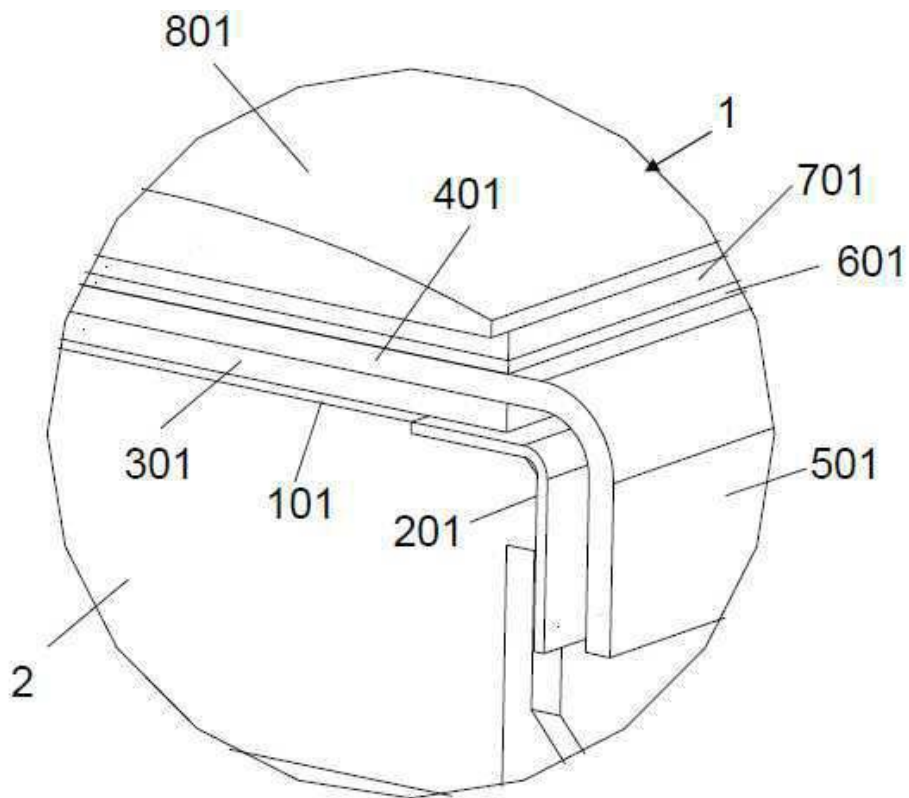
[0142]

도면

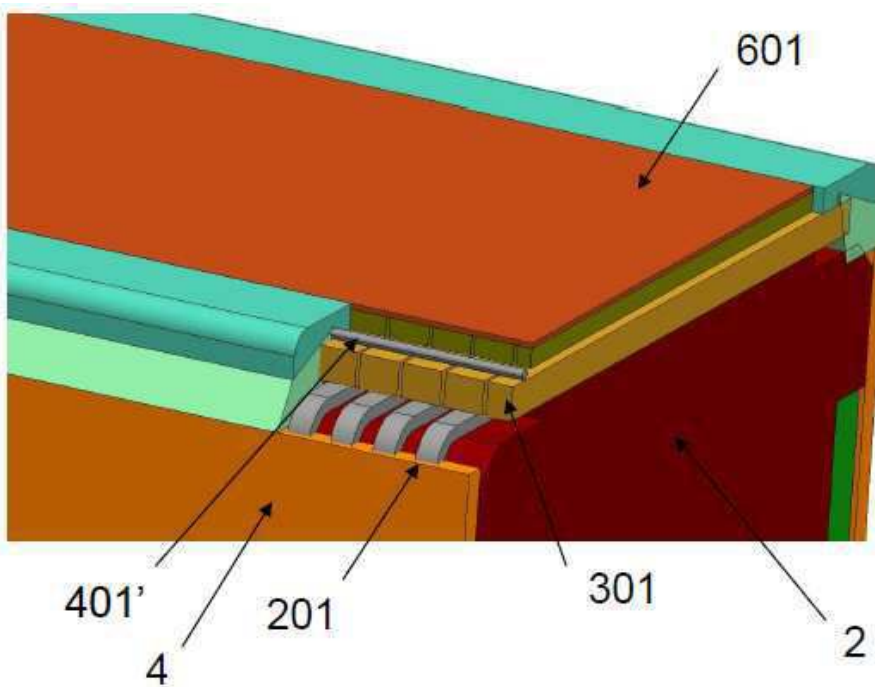
도면1



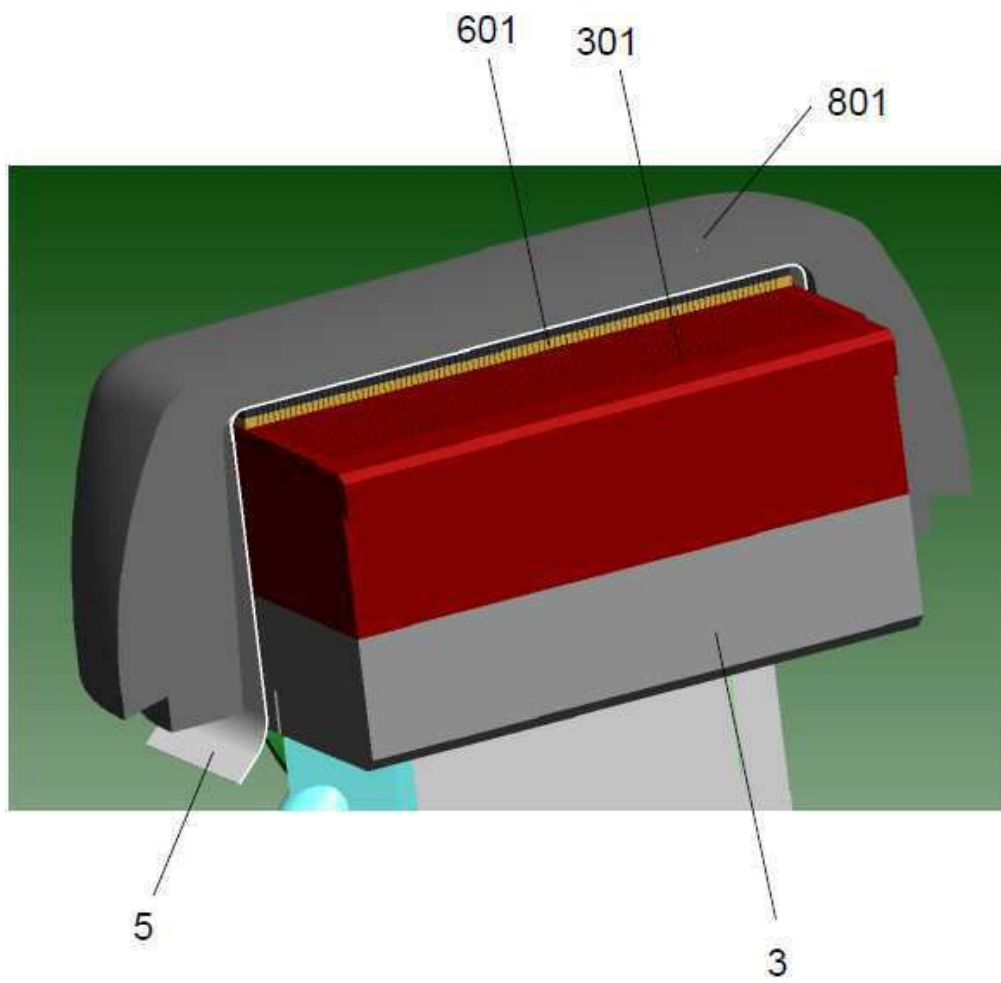
도면2



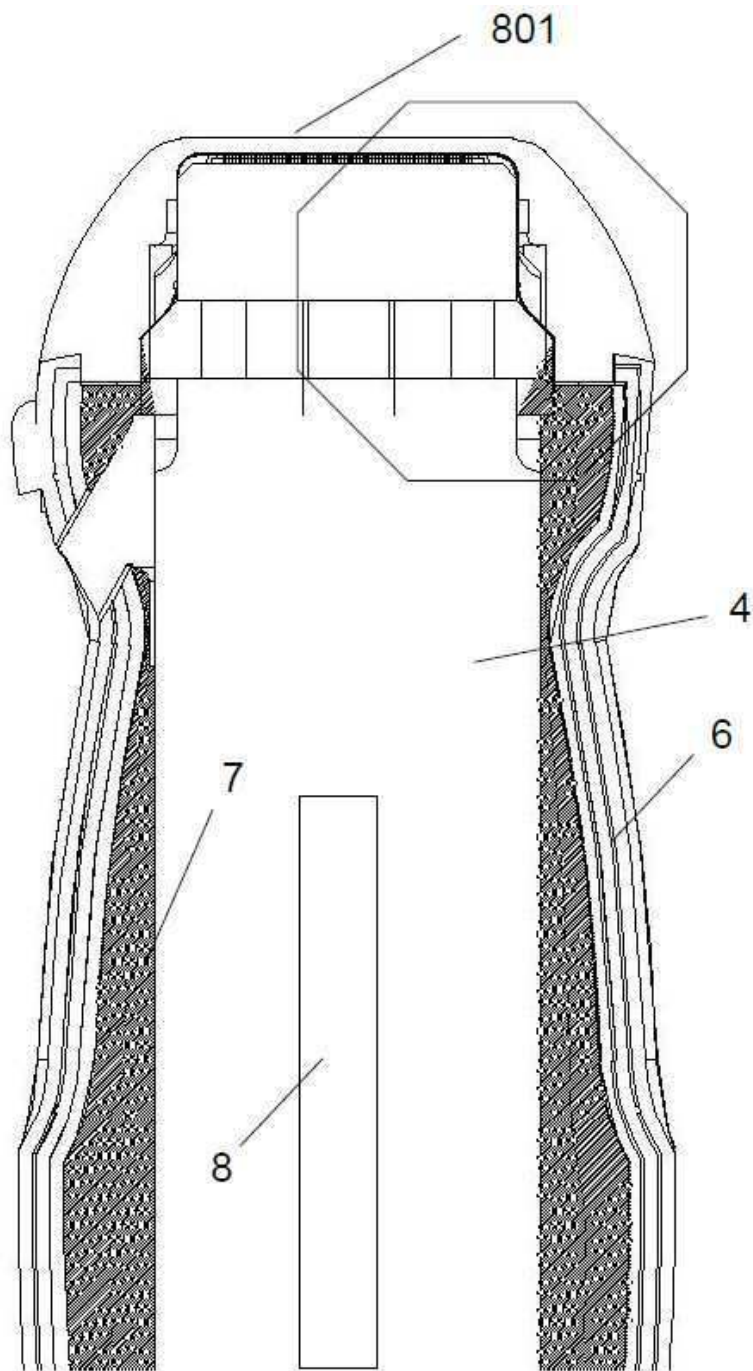
도면3



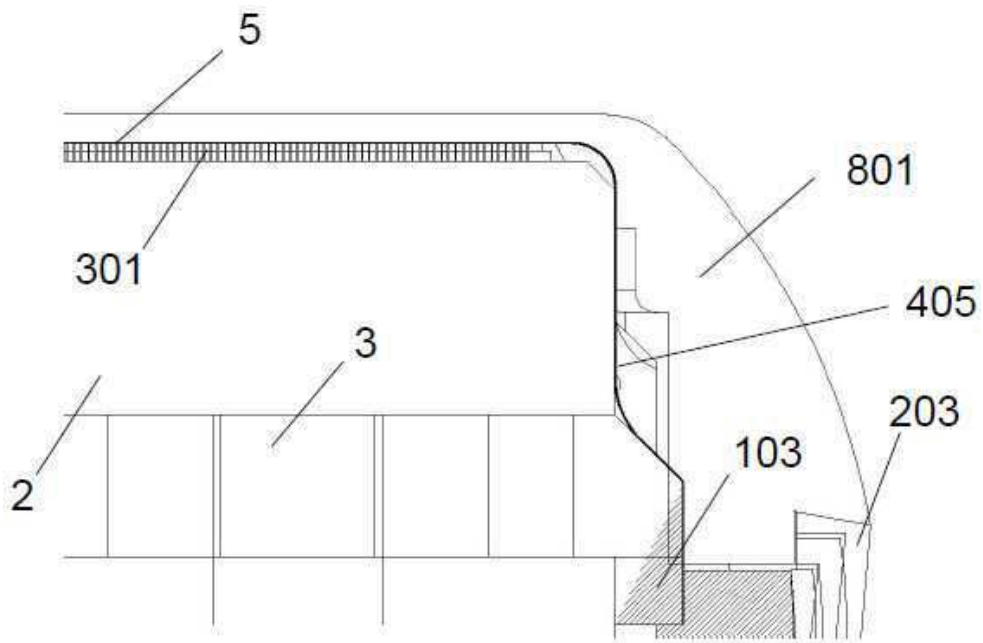
도면4



도면5



도면6



도면7



도면8



专利名称(译)	标题：最佳的热调节超声波探头		
公开(公告)号	KR1020170099833A	公开(公告)日	2017-09-01
申请号	KR1020177008387	申请日	2015-07-27
[标]申请(专利权)人(译)	百胜集团		
[标]发明人	SPICCI LORENZO 스피치로렌조 PALCHETTI PAOLO 팔체티파올로 GAMBINERI FRANCESCA 감비네리프란체스카		
发明人	스피치로렌조 팔체티파올로 감비네리프란체스카		
IPC分类号	A61B8/00 A61N7/00 B06B1/06 G10K11/02		
CPC分类号	A61B8/4444 A61B8/4281 G10K11/02 A61B8/546 A61B8/4483 A61N7/00 B06B1/06		
代理人(译)	강명구		
优先权	2014183233 2014-09-02 EP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及包括冷却系统的超声波探头(1)，该冷却系统包括换能器组件(301)，其可操作地将超声能量传递到壳体(6)中声学组合的探头的区域(801)，以及目标物体或感兴趣区域和传热装置(2,5)布置成将换能器组件产生的热量传递到位于换能器组件(1)外部的一个或多个区域(103,7)。传热装置(2,5)包括石墨烯。

