

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-527375

(P2017-527375A)

(43) 公表日 平成29年9月21日 (2017.9.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	4 C 6 0 1
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 2	5 D 0 1 9

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2017-512993 (P2017-512993) (86) (22) 出願日 平成27年7月27日 (2015.7.27) (85) 翻訳文提出日 平成29年3月1日 (2017.3.1) (86) 国際出願番号 PCT/EP2015/067151 (87) 国際公開番号 W02016/034335 (87) 国際公開日 平成28年3月10日 (2016.3.10) (31) 優先権主張番号 14183233.7 (32) 優先日 平成26年9月2日 (2014.9.2) (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)	(71) 出願人 517073683 エサオテ ソシエタ ベル アチオニ イタリア国 イ ー 1 6 1 5 2 ジェノ ヴァ、ヴィア エンリコ メレン、77 (74) 代理人 110000855 特許業務法人浅村特許事務所 (72) 発明者 スピッチ、ロレンツォ イタリア国、フィレンツェ、ヴィア ナツ イオーニ ユニテ、25 (72) 発明者 パルケッティ、パオロ イタリア国、フィレンツェ、ヴィア チ. フランチェスキ フェルッチ、41 (72) 発明者 ガンビネリ、フランチェスカ イタリア国、ピサ、ヴィア レナト フチ ーニ、26 最終頁に続く
---	--

(54) 【発明の名称】 熱管理が最適化された超音波プローブ

(57) 【要約】

超音波プローブ (1) であって、筐体 (6) と、対象となる物体またはエリアに音響的に結合されるように構成されるプローブのゾーン (801) に対して、超音波エネルギーを伝播させるように操作可能なトランスデューサアセンブリ (301) と、そのようなトランスデューサアセンブリの外側に位置する1つ以上の領域またはエリア (103、7) に、トランスデューサアセンブリにより生成された熱を伝達するように配設された熱伝達デバイス (2、5) を備える冷却システムとを備える、超音波プローブ (1)。熱伝達デバイスは、グラフェンを備える。

【選択図】 図6

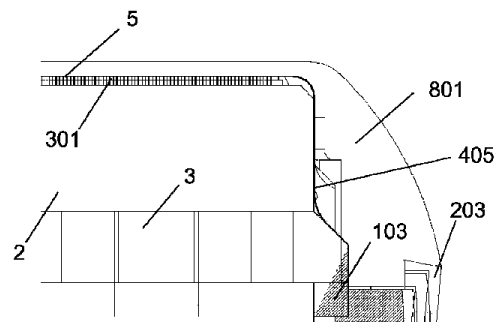


Fig. 6

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波プローブであって、

a) 筐体 (6) と;

b) 対象となる物体またはエリアに音響的に結合されるように構成される前記プローブのゾーンに対して、超音波エネルギーを伝播させるように操作可能なトランスデューサアセンブリ (1) と;

c) そのようなトランスデューサアセンブリ (1) の外側に位置する 1 つ以上の領域またはエリア (103、7) に、前記トランスデューサアセンブリにより生成された熱を伝達するように配設された熱伝達デバイス (2、5) を備える冷却システムと、

を備え、そのような熱伝達デバイス (2、5) が、グラフェンを備えることを特徴とする超音波プローブ。

10

【請求項 2】

前記トランスデューサアセンブリ (1) は、超音波を生成するように動作可能な 1 つ以上のトランスデューサ素子 (301) を備え、前記熱伝達デバイス (2、5) は、そのようなトランスデューサ素子 (301) と前記プローブ (801) の前記結合ゾーンとの間に設置された熱伝達層 (5) を形成するように配設されるグラフェンの 1 つ以上の層を備える、請求項 1 に記載のプローブ。

【請求項 3】

前記トランスデューサアセンブリ (1) は、1 つ以上の音響整合層 (601、701) を備え、前記熱伝達層 (5) は、そのような整合層の 1 つである請求項 2 に記載のプローブ。

20

【請求項 4】

前記層は、前記トランスデューサ素子から始まるスタックとして配設され、前記熱伝達層 (5) は、前記トランスデューサ素子から前記プローブ (801) の前記結合ゾーンに向かって最も遠くにある、請求項 3 に記載のプローブ。

【請求項 5】

前記熱伝達層 (5) は、前記プローブが生成するように構成される前記超音波の波長の 1/4 以下の厚さを有する、請求項 3 または 4 に記載のプローブ。

【請求項 6】

前記熱伝達デバイス (2、5) は、樹脂のストライプ (205) と交互したグラフェンのストライプ (105) の形態、または樹脂で満たされた穴 (305) を有するグラフェンの層の形態の、グラフェンおよび樹脂から得られる複合材を備える、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のプローブ。

30

【請求項 7】

前記冷却システムは、前記熱伝達デバイス (2、5) と熱的に連通した放熱および / または貯熱デバイス (3、103) を備える、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のプローブ。

【請求項 8】

前記トランスデューサアセンブリ (1) は、放射表面と反対のトランスデューサ素子の後ろ側に位置するバックング素子 (2) を備え、前記バックング素子 (2) は、前記放熱および / または貯熱デバイス (3、103) との熱交換を改善するために、グラフェン、特にグラフェンが投入された樹脂を備える、請求項 7 に記載のプローブ。

40

【請求項 9】

前記トランスデューサアセンブリは、前放射表面と前記プローブの前記結合ゾーンとの間に位置する整合 / 熱伝達層 (5) と、前記放射表面と反対のトランスデューサ素子の前記後ろ側に位置するバックング素子 (2) とを備え、放熱および / または貯熱デバイス (3、103) は、前記熱伝達層 (5) および / または前記バックング素子 (2) からの熱を受容するために、前記バックング素子 (2) と前記プローブの前記結合ゾーンと反対の前記筐体 (6) との間に位置する、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のプローブ。

50

【請求項 10】

前記放熱および／または貯熱デバイス(3、103)は、前記筐体(6)に位置する伝導性材料を備える熱伝達回路(405)を介して前記熱伝達層(5)と熱的に連通する、請求項9に記載のプロープ。

【請求項 11】

前記熱伝達層(5)および前記熱伝達回路(405)は、グラフェンで形成される、請求項10に記載のプロープ。

【請求項 12】

前記熱伝達デバイスは、前記トランスデューサ素子(301)と前記プロープ(801)の前記結合ゾーンとの間に位置するグラフェンの層(5)を備え、前記層は、周縁部で屈曲して前記プロープの前から後ろに横方向に延在する長手方向経路を形成する、請求項1から11のいずれか一項に記載のプロープ。

10

【請求項 13】

前記貯熱デバイス(7、103)は、熱を吸収して温度を一定に維持することができる、相変化物質(PCM)に基づくサーモスタットデバイスである、請求項7から12のいずれか一項に記載のプロープ。

【請求項 14】

前記貯熱デバイス(7、103)は、グラフェンを備え、そのような貯熱デバイスは、前記トランスデューサアセンブリ(1)から排出された熱を一時的に貯蔵するために、前記プロープ筐体(6)の内側の利用可能空間を満たすように配設される、請求項7から13のいずれか一項に記載のプロープ。

20

【請求項 15】

前記貯熱デバイス(7、103)は、PCMおよびグラフェンが投入された充填剤を含む複合材料を備える、請求項7から14のいずれか一項に記載のプロープ。

【請求項 16】

前記充填剤は、グラフェンが投入された樹脂、例えばエポキシ樹脂であり、前記PDMは、そのようなグラフェン投入樹脂によりマイクロカプセル化されている、請求項15に記載のプロープ。

【請求項 17】

前記貯熱デバイス(7、103)は、固体から液体に相変化する間に潜熱の形態で熱を蓄積し、液体から固体に相変化する際に蓄積された熱を放出する、有機可逆PCMである、請求項7から16のいずれか一項に記載のプロープ。

30

【請求項 18】

プロープであって、筐体(6)と、音響レンズ(801)を備える接触面を介して、対象となる標的物体またはエリアに音響的に結合されるように構成される前記プロープの前記筐体(6)のゾーンに対して、超音波エネルギーを伝播させるように操作可能なトランスデューサアセンブリ(1)とを備え、前記トランスデューサアセンブリは、トランスデューサ素子(301)と、前記トランスデューサ素子(301)と前記音響レンズ(801)との間に位置する1つ以上の整合層(601、701)とを備え、前記プロープは、前記音響レンズ(801)と反対の方向に前記トランスデューサアセンブリ(1)の後方に位置するバッキング材料(2)と、前記バッキング材料(2)の支持体(3)と、前記トランスデューサアセンブリから前記バッキング材料(2)の前記支持体(3)に、ならびに／または前記トランスデューサアセンブリ(1)の外側の筐体(6)内に位置し、放熱および／もしくは貯熱するように配設された任意の他のゾーン(3、103)に熱を運搬するための熱経路(405)とを備え、前記熱経路(405)は、前記整合層(601、701)の少なくとも1つと熱的に連通し、そのような前記整合層(601、701)の少なくとも1つは、グラフェンを備える、プロープ。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、特に医療分野における超音波プローブの技術分野に関するが、これはまた非破壊試験分野においても適用され得る。

【背景技術】

【0002】

超音波診断技術は、一般に、超音波トランスデューサプローブを使用した生物組織の画像化に関する。プローブは、超音波を伝播させ、組織から反射された超音波エコーを受信するトランスデューサを含む。トランスデューサは、典型的には、選択された画像化領域における患者の体表に、または体腔内に設置される。超音波トランスデューサは、超音波を生成し、画像化領域に方向付ける。次いで、トランスデューサは、領域から反射された超音波を受信し、受信した超音波を電気信号に変換し、これが処理されて診断画像が形成される。

10

【0003】

超音波処理の場合、高強度集束超音波エネルギーが適用されて、疾患または損傷組織を局所的に加熱および破壊する。その例は、超音波誘導発熱を使用して疾患を処置する臨床治療のクラスである、HIFU（高強度集束超音波）である。別の応用は、石、典型的には腎臓結石を破壊するために音響エネルギーが使用される碎石術である。

【0004】

画像化および治療用途の両方において、音響損失が熱に変換されることにより、伝播中にプローブにおいて望ましくない熱集積が生じる。プローブの表面上で集積するのが許容され得る熱の量に関して、規定限度が所管官庁により設定または規定されており、典型的には、プローブ先端の表面温度を、所定の温度または室温から上の所定の増加量に制限しており、したがって音響出力を制限している。最適なトランスデューサ性能は、音響出力とは無関係にプローブ先端の表面温度が室温などの指定温度で維持されている場合に得られる。

20

【0005】

音響プローブにおける熱管理に関して、様々な方法が提案されている。従来の方法は、源からプローブの本体およびハンドル内に熱を伝達することによるトランスデューサ構造の受動的冷却を規定している。

【0006】

米国特許第5,545,942号は、熱がトランスデューサ面からプローブの後ろ／内部に向けて排出され得るように、トランスデューサパッケージの周縁であるがプローブ筐体内に設置される熱伝導体の使用を提案している。熱伝導体は、圧電トランスデューサ素子の発振中に熱ポッティング材料中に集積する熱を排出するための導管として機能する。熱伝導体は、プローブ筐体の内側の空間を満たし、トランスデューサパッケージを取り囲む熱ポッティング材料の熱伝導率よりも高い熱伝導率を有する金属箔、典型的にはアルミニウムから形成される。

30

【0007】

米国特許第5,721,463号は、プローブハンドルから外に熱を伝導する熱伝導体としてのケーブル部品の使用方法を教示している。これらの熱パイプは、トランスデューサパレットと熱伝導関係にある内部熱伝導体に結合される。したがって、トランスデューサアレイにより生成された熱は、内部熱伝導体プレートおよびケーブル熱伝導体を介して、患者に接触するプローブ表面から離れるように伝達され得る。代替として、冷却流体用の入口および返送流路が、ケーブルに組み込まれる。ケーブルの内側の入口および返送流路は、それぞれ、プローブハンドル内の内部熱伝導体と熱伝導関係にある流路の入口および出口に接続される。

40

【0008】

WO2012156886では、トランスデューサスタック内に発生した熱が、プローブのハンドルの内側の金属フレームに結合される。金属ヒートスプレッドは、プローブフレームに熱的に結合されて、フレームから離れるように熱を運搬する。ヒートスプレッドは、プローブハンドルの内側を取り囲み、プローブ筐体の内側表面に熱的に結合される外

50

側表面を有する。これにより、音波検査者の手に不快となり得る高温点が筐体内で発生することなく、熱がヒートスプレッドから筐体内に均一に結合される。

【0009】

米国特許第7,105,986号および同第7,694,406号は、トランスデューサにおける使用のための向上した伝導性を有するバッキング材料の複合構造を開示している。複合構造は、複数の熱伝導素子と交互に配設されたバッキング材料の複数の層を含み、複数の熱伝導素子は、トランスデューサの中心部からバッキング材料の複合構造上の複数の点に熱を伝達するように構成される。

【0010】

米国特許第5,560,362号は、開ループ冷却システム、閉ループ循環冷却システム、熱電冷却システム、および蒸発器/凝縮器システムを使用することによる能動冷却を教示している。米国特許第5,961,465号は、プローブの筐体内に位置し、トランスデューサに近接する集積回路から熱を伝達することを教示しており、熱の伝達は、循環冷却システムにより提供される。

10

【0011】

上述の方法は、プローブの内部にあるトランスデューサ構造の部分から離れるように、したがって画像化されている生物組織から遠方に熱を伝達、またはそれを冷却する。しかしながら、発熱の主な源は、生物組織に最も近いプローブのエリア、すなわち、生物組織に向けて音響エネルギーが伝播されるトランスデューサのエリア、および、それを通して音響エネルギーが集束されて生物組織内に方向付けられる、生物組織に接触する隣接レンズである。

20

【0012】

米国特許第7,052,463号は、冷媒を循環させるための導管と、循環する冷媒と流体連通し、循環する冷媒から熱を除去するための手段を有する熱交換器とを含む能動冷却システムを開示しており、導管の少なくとも一部は、プローブ先端の外側表面に近接または接触している。

【0013】

このシステムは、効率的ではあるが、トランスデューサの外部の能動デバイスを必要とし、これは、特に受動冷却手法を基準として、プローブを扱いにくくすると共に幾分複雑化する。

30

【0014】

プローブの先端から受動的に熱を排出する初の試みは、既に言及した米国特許第5,721,463号において見出すことができる。この文献は、様々な実施形態の中でも、プローブの遠位端の音響部品上に形成された、高熱伝導性のダイヤモンドまたはダイヤモンド状炭素系材料のフィルムからなる熱的増強層を教示している。

【0015】

米国特許第5,402,793号および米国特許出願公開第2010/016727号においては、グラファイトの使用が想定されている。

【0016】

これらの解決策は、適切な方向に進展しているが、ダイヤモンドは音響特性が低い。したがって、許容される音響結合には、極めて薄いフィルムが必要であり、これは、熱排出デバイスとして機能するその能力を制限する。さらに、ダイヤモンドの典型的な三次元構造に起因して、層の達成可能な最小厚さに限界があり、これがこの解決策を非実用的としている。グラファイトも同様であるが、この材料における炭素は、より平面的な構造をもたらす異なるイブリデーション (i b r i d a t i o n) を有する。したがって、改善された音響および熱的結合を提供するために、超音波プローブの先端から熱を伝達することが依然として必要とされている。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

50

したがって、本発明の目的は、熱管理が最適化された扱いやすく極めて操作性のあるプローブを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明は、超音波プローブであって、

a) 筐体と；

b) 対象となる物体またはエリアに音響的に結合されるように構成されるプローブのゾーンに対して、超音波エネルギーを伝播させるように操作可能なトランスデューサアセンブリと；

c) そのようなトランスデューサアセンブリの外側に位置する1つ以上の領域またはエリアに、トランスデューサアセンブリにより生成された熱を伝達するように配設された熱伝達デバイスを備える冷却システムと、

を備え、そのような熱伝達デバイスは、グラフェン系材料、特に純グラフェン、または複合材を得るために樹脂等の他の成分が投入されたグラフェンを備える、超音波プローブにより目標を達成する。

【0019】

グラフェンは、二次元結晶炭素系材料である。これは、1947年、P. R. Wallace - Physical Review 71, 476 (1947)により理論的に研究されていたが、この興味深い材料は、2004年10月のK. S. Novoselov, A. K. GeimらによるScience 306, 666 (2004)における発表によって初めて大きな科学的関心を刺激し始めた。

【0020】

Class for Physics of the Royal Swedish Academy of Sciencesにより編纂された出版物「Scientific Background on the Nobel Prize in Physics 2010」(2010年10月5日)において大々的に指摘されているように、グラフェンは、いくつかの異なる用途に興味深いものとするいくつかの特性を有する。グラフェンは、究極的に薄く、機械的に非常に強靱であり、光学的に透明で柔軟な伝導体である。その伝導率は、化学的ドーピングまたは電場により、広範囲にわたり改変され得る。グラフェンの移動度は非常に高く、これによってこの材料は、電子の高周波用途に非常に興味深いものとなっている。最近、大型グラフェンシートを製造することが可能となった。準工業的な方法を使用して、70cmの幅を有するシートが生成されている。グラフェンは透明な伝導体であるため、タッチスクリーン、光パネルおよび太陽電池等の用途において使用することができ、幾分壊れやすく高価であるインジウムスズ酸化物(ITO)に置き換えることができる。柔軟な電子機器およびガスセンサが、他の潜在的用途である。グラフェンにおける量子ホール効果もまた、計測学におけるさらにより正確な抵抗標準に寄与し得る。高強度および低重量を有するグラフェンに基づく新たな種類の複合材料もまた、衛星および航空機における使用に興味深いものとなり得る。

【0021】

本発明者は、向上した熱伝導率の点でのグラフェンの特性を認識していることから、超音波プローブの熱管理の問題の可能な解決策を研究する中でこの材料を考慮し始めた。最初の試験の後、本発明者は、この材料が非常に良好な熱伝導率だけでなく、非常に低い音響インピーダンスを示すことに驚くに至った。特に、そのような音響インピーダンスは、皮膚に接触して設置される音響レンズとして機能する、トランスデューサアセンブリの最終段階として一般に使用されるシリコンゴムの音響インピーダンスに十分近い。これにより、プローブの全体的音響結合に大きく影響することなく、グラフェンをほぼトランスデューサアセンブリの上に設置することができる。

【0022】

さらに、その高強度に起因して、グラフェンは、カプトンに匹敵する結果を伴ってアルコールに対する良好な化学的バリアとして機能するようであり、したがって、この材料の

10

20

30

40

50

層をトランスデューサアセンブリに設置することにより、この追加的な利益ももたらされる。

【0023】

そのような程度まで、一実施形態によれば、トランスデューサアセンブリは、超音波を生成するように動作可能な1つ以上のトランスデューサ素子を備え、熱伝達デバイスは、そのようなトランスデューサ素子とプローブの結合ゾーンとの間に設置されたグラフェン系材料の1つ以上の層を備える。特に、トランスデューサアセンブリは、典型的には1つ以上の音響整合層を備えるため、グラフェン系材料は、そのような整合層の少なくとも1つの代替として、またはそれに加えて、トランスデューサアセンブリ内に設置された熱伝達層を形成するように配設され得る。

10

【0024】

好ましい解決策によれば、熱伝達層は、その非常に低い音響インピーダンスに起因して、トランスデューサ素子からプローブの結合ゾーンに向かって最も遠くにある。熱伝達層は、整合層とみなすことができ、したがって、その厚さは、有利には、プローブが生成するように構成される超音波の波長の $1/4$ 以下となるように選択される。

【0025】

グラフェン系材料は、純グラフェン、または例えばグラフェンおよびエポキシ樹脂から得られる複合材であってもよい。この場合、グラフェン系材料は、好ましくは、より機械的に安定な構造を実現するために、樹脂のストライプと交互したグラフェンのストライプの形態、または樹脂で満たされた穴を有するグラフェンの層の形態である。実際に、グラフェンは剥離する傾向があり、樹脂が捕捉されるための穴またはスロットをそれに提供することによって、より信頼性のある化合物が実現され得ることが可能となる。

20

【0026】

一実施形態によれば、冷却システムは、熱伝達デバイスと熱的に連通した筐体内に位置する放熱および/または貯熱デバイスを備える。放熱および/または貯熱デバイスは、好ましくは、典型的には同じグラフェン系材料で形成された伝導性材料を備える熱伝達回路を介して熱伝達層と熱的に連通している。熱伝達デバイスは、例えば、トランスデューサ素子とプローブの結合ゾーンとの間に位置し、周縁部で屈曲してプローブの前から後ろに横方向に延在する長手方向経路を形成するグラフェンの層である。

【0027】

放熱デバイスは、例えば、プローブケースまたは取り付けられたケーブル内のバッキングまたは任意の他の金属部分を支持する典型的な金属ブロックであってもよく、一方、貯熱デバイスは、有利には、熱を吸収して温度を一定に維持することができる任意のサーモスタットシステム、例えばPCM（相変化物質）に基づくものであってもよい。

30

【0028】

1つの改良によれば、放射表面と反対のトランスデューサ素子の後ろ側に位置するバッキング素子には、その熱伝導性を改善するために、グラフェンが投入される。これは、本発明者が、望ましくない振動の減衰の点でのグラフェンの音響特性がまた驚くほど良好であることを発見したためである。グラフェンを投入することにより熱伝導性となったバッキング材料は、明らかに、プローブの前部に設置されたグラフェンの層とは独立して存在し得る。

40

【0029】

一実施形態によれば、トランスデューサアセンブリは、前放射表面とプローブの結合ゾーンとの間に位置する整合/熱伝達層と、放射表面と反対のトランスデューサ素子の後ろ側に位置するバッキング素子とを備え、放熱材料は、熱伝達層および/またはバッキング素子からの熱を受容するために、バッキング素子とプローブの結合ゾーンと反対の筐体との間に位置する。

【0030】

放熱デバイスと少なくとも部分的に置き換わってもよい、またはそれに追加的であってもよい貯熱デバイスは、典型的には、熱を吸収して、典型的には温度を一定に維持するこ

50

とができるサーモスタット素子として機能する相変化物質（PCM）を備える。PCMは、好ましくは、固体から液体に相変化する間に潜熱の形態で熱を貯蔵し、液体から固体に相変化する際に貯蔵された熱を放出する、有機可逆遷移材料である。

【0031】

貯熱デバイスは、有利には、グラフェン、より具体的にはPCMおよびグラフェンが投入された充填剤を含む複合材料を備えてもよい。充填剤は、典型的には、グラフェンが投入された樹脂、例えばエポキシ樹脂であり、PCMは、そのようなグラフェン投入樹脂によりマイクロカプセル化されている。

【0032】

貯熱デバイスは、有利には、トランスデューサアセンブリから排出された熱を一時的に貯蔵するために、プローブ筐体の内側の利用可能空間を満たすように配設される。これは、明らかに、筐体の外側、例えばケーブル内にも位置し得る。

10

【0033】

本発明のさらなる改善は、従属請求項の主題を形成する。

【図面の簡単な説明】

【0034】

本発明の特徴、およびそれから得られる利点は、付属の図面において例示される非限定的な実施形態の以下の説明からより明らかとなる。

【0035】

【図1】最新技術による従来のプローブの斜視図である。

20

【図2】図1によるプローブのヘッドの拡大図である。

【図3】同じ行のトランスデューサ素子に接触するように配設される接地線接続を有するプローブヘッドの概略図である。

【図4】本発明によるプローブヘッドを示す概略図である。

【図5】本発明の実施形態によるプローブの断面図である。

【図6】図5によるプローブのヘッドの拡大図である。

【図7】本発明における使用に好適なグラフェンの構造を示す図である。

【図8】本発明における使用に好適なグラフェンの構造を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

30

図1から3を参照すると、従来のプローブが例示されている。プローブは、検査中の身体等の標的に対する方向に超音波が放射され、反射超音波または入射超音波が衝突して感知される前面側を有する超音波放射および受信ヘッド1を備える。超音波ヘッド1は、前記前面側と反対側にあり、プローブケーシングの内側に向かって、およびプローブケーシングの内側に提供されるプローブヘッドを支持するための手段に向かって配向した背面側3を有する。

【0037】

プローブヘッド1は、前記ヘッドの背面側から開始して前記ヘッドの前面側に向かう順番で（この順番は、放射された超音波の伝搬方向にも対応する）、接触電極のアレイにより形成される第1の層101を備える。接触電極のこの層101の各接触電極は、接触電極の層の少なくとも1つの縁部に沿って提供され、201で示される接触終端部上の対応する接触ピンへの別個の電気接続線を有する。接触電極のそれぞれは、衝突する超音波により関連したトランスデューサが機械的に励起された際に電氣的励起信号を関連したトランスデューサに供給し、前記トランスデューサからの電気受信信号を収集する機能を有するため、前記接触電極の層101は、典型的には、少なくとも電氣的に分離された接触電極のアレイの形態である。いくつかの電極は、1、25D、1.5Dまたは1.75Dプローブの場合のように、短絡されてもよい。

40

【0038】

接触電極のアレイにより形成される層上に、圧電素子301のアレイが配置される。圧電素子のそれぞれは、放射および受信トランスデューサを形成する。圧電素子は、典型的

50

には、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）、PZT-樹脂複合材、または単結晶材料から製造される。単トランスデューサは、それぞれ、層101の接触電極の1つと一致および電気接触している。可能な構成において、伝導性材料のさらなる層401が、トランスデューサのアレイにより形成される層301上に配置される。層401の伝導性材料は、前記圧電素子のそれぞれと電気接触しており、接触終端部501により接地電位に接続されている。伝導性材料の層401は、層301のトランスデューサの接地電極を形成する。層401は、接地電極のアレイの形態であってもよいが、接地電位は層301のトランスデューサの全てに共通しているため、各トランスデューサに対して別個の接地電極を提供する必要はなく、したがって前記層401は、伝導性材料の連続層によって容易に形成され得る。代替として、接地接続は、図3に示されるように、同じ行に属する素子に接触する微小部分線401'により形成されてもよい。

10

【0039】

圧電材料素子301のアレイ上には、図1および図2中で数字601および701で示される整合層が提供される。これらの層（図2の例では2つ、図3では1つ）は、圧電素子の音響インピーダンスを標的の音響インピーダンスに適応させる機能を有する。通常、超音波を通過させるのに十分大きな帯域幅を維持することも可能にする、漸進的な段階的適応を提供するために、2つまたは3つの層が使用される。各材料において、音響インピーダンスは、密度と音の速度との積により与えられ、多くの電力伝達段を有する電気回路に対する電気インピーダンスと等価であるとみなすことができる。各整合層の厚さは、一般に $\lambda/4$ 則に従うため、それらはその動作周波数（一般に標準的画像化プローブに対して2MHzから12MHz）および各材料中の音の速度に依存する。整合層は、一般に、金属粉末が投入されたエポキシ樹脂から製造される。接地された伝導層401（図1および2を参照されたい）を有する構成において、第1の整合層601は、一般に、そのような接地された層401の上に設置される。図3中のような配線接続401'の場合、第1の整合層601は、圧電素子301と直接接触している。

20

【0040】

典型的には、第1の整合層601は、約5から12M Raylの音響インピーダンスを有する材料で作製され、最後の整合層701は、約2M Raylの音響インピーダンスを有する。

【0041】

最後の素子として、整合層701上に、典型的にはシリコーンゴムの音響レンズ801が設置され、これがプローブ1のヘッドと標的体の表面との間の接触面を形成する。そのようなレントの目標は、標高面において超音波ビームを集束することである。

30

【0042】

接触電極のアレイにより形成される層101、および接地された伝導性材料により形成される層401またはワイヤ401'の接触終端部201および501は、コネクタ8を介してプローブ接続ケーブル（図示せず）に接続される必要な伝導トラックを提供するプリント基板4に、電気的および機械的に接続され、このケーブルは、プローブを、例えば超音波画像化装置としての超音波装置と接続する。

【0043】

プローブヘッド1は、一般に、残響および反響（ringiness）を最小限にするために、支持体、および後進音響波の減衰デバイスの両方として機能するバックギング材料2上にスタックされる。バックギング材料は、一般に、熱伝導率の低い特殊な硬質ゴム化合物である。金属、典型的にはアルミニウムのブロック3は、バックギング材料2の支持体として機能する。「バックギング」という用語が使用される場合、これは、圧電素子が載置される好適な幾何構造の固体塊を意味するものとして理解され、この部品が電圧パルスにより励起された場合、振動が減衰され、連続する振動間の振幅の低減は、その部品が組み合わされる材料に依存する。したがって、このベースは、所望のレベルの減弱を得るために、インピーダンスおよび吸収に関する特定の音響特性を有さなければならない。

40

【0044】

50

発熱プロセスに入ると、使用中、プローブに接続されたシステムは、コネクタおよびケーブルを通して電気信号を音響スタックに送信する。圧電素子 301 は、電気信号を、シリコーンゴムレンズ 801 から検査中の標的内に放射する音響出力エネルギーに変換する。エコー音響信号の受信時、圧電素子 301 は、標的（診断デバイスの場合患者内部組織）から跳ね返りトランスデューサ内に反射した音響エネルギーにより生成された電氣的擾乱を感知する。発熱の原因となるのは、主にプロセスの伝播部分である。これは、電気音響エネルギー変換が 100% 未満の効率であるためである。したがって、圧電素子は、意図されない加熱器として機能する。さらに、超音波エネルギーは圧電素子により生成されるため、これは部分的に整合層 601、701、レンズ 801 およびバックリング 2 により吸収され、これらは全て、通常は完全に無損失ではない。したがって、熱は、圧電素子 301 およびプローブヘッド 1 の他の材料の両方において生成される。

10

【0045】

本発明の第 1 の態様によれば、熱は、図 4 に例示的に示されるように、音響レンズ 801 の直前の最後の整合層 601 の正面に設置されたグラフェン、またはより一般的にはグラフェンを含む化合物の層 5 を使用して排出される。グラフェン化合物は、単に、グラフェン、またはグラフェンおよびエポキシ樹脂等の樹脂から得られる複合材の層等のより複雑な化合物の 1 つ以上のシートであってもよい。図 7 を参照すると、化合物は、エポキシのストライプ 205 のそばのグラフェンのストライプ 105 に存在してもよい。幅の値は、例えば、それぞれ 1 mm および 0.1 mm であり、厚さは、整合層であるように、いわゆる $\lambda/4$ 則に従ってプローブ周波数に依存して変動する。構造は、プローブアレイ製造に使用されるものに類似した標準的なボンド・ダイス・フィル (bond-dice-fill) 手順により製造され得、または、グラフェン層合成プロセス中に構築され得る。別の例が図 8 に示される。この場合、グラフェンの層は、より機械的に安定な構造を実現するために、樹脂が留まり得る穴 305 を有する。実際に、グラフェンは剥離する傾向があり、樹脂が捕捉されるための穴またはスロットをそれに提供することによって、より信頼性のある化合物が実現され得ることが可能となる。

20

【0046】

グラフェンまたはグラフェン系化合物の層は、トランスデューサアレイ 301 から開始する任意の位置に、例えば、第 1 の整合層 601 の前または後、第 2 の整合層 701 の前または後に設置され得る。グラフェン化合物の音響インピーダンスが測定され、実験的測定近似内でシリコーンゴムの値に近く、驚くほど低いことが判明した。そのような特性により、特に有利な実施形態において、無視できるプローブ性能損失を伴いながら、圧電素子 301 とシリコーンレンズ 801 との間にグラフェンを使用することができる。

30

【0047】

代替として、または組み合わせて、熱はまた、バックリング 2 にグラフェンを投入し、そのようにして同様の熱伝導性とすることにより伝達され得る。

【0048】

図 5 において、本発明によるプローブが例示されている。グラフェン系材料の層 5 は、共通のプローブの音響シリコーンレンズ 2 の下に位置付けられ、次いでトランスデューサスタックの後ろの部分に向かって折れて延在する。厚さは、音響設計に一致して、その音速の $\lambda/4$ 値に対応する、またはそれ未満となるように選択された。層 5 は、バックリング材料 2 とシリコーンレンズ 801 との間に横方向に延在し、金属、典型的にはアルミニウムのブロック 3 に達し、そこで熱が運搬される。代替として、または組み合わせて、層 5 により実現される熱経路 405 は、プローブヘッド 1 と外部人間工学的ケース 6 との間に位置するゾーン 103 上で閉鎖される。このゾーン 103 は、アルミニウムブロック 3 と、またはプローブの後ろの部分、すなわち音響レンズ 801 に対して反対側に位置するケース 6 の任意のエリアと直接接触して位置し、ヒートシンクとして機能し得る。また、バックリング 2 は、グラフェンを投入することにより熱伝導性とされた場合、排熱部として機能し得る。その位置に起因して、この場合、熱は、アルミニウムブロック 3 への優先的な経路を見出す。

40

50

【 0 0 4 9 】

プローブの後ろの部分からの排熱部として機能する、グラフェンの層と組み合わせられたグラフェン投入パッキングは、超音波プローブの熱管理の問題に対する好ましい解決策を提供するが、両方の解決策（グラフェン層およびグラフェン投入パッキング）は、独立した用途が見出され得る。

【 0 0 5 0 】

ヒートシンク 1 0 3 は、熱を環境に拡散するプローブの能力が主にプローブの外部表面からの熱の受動的自由対流により決定付けられるように、熱伝導性充填剤 6 によりプローブケース 6 に熱的に接続され得る。当然ながら、空気の自然対流により外部プローブ表面から熱を除去する能力には限界があり、設計される熱経路の効率および放散有効表面積の10スパンにより依存する。改善は、受動的対流表面積を拡大するために、取り付けられたケーブルの長さにより熱の一部を拡散することにある可能性がある。

【 0 0 5 1 】

より良い選択肢は、相転移プロセスにより一定の温度で熱を取り去る貯熱デバイスとして機能し得る内部充填材料 6 を考慮することである。そのような材料は、改良された熱特性を有する相変化物質（PCM）化合物であってもよい。

【 0 0 5 2 】

超音波プローブにおけるPCMの使用は、例えば米国特許第 7, 3 0 8, 8 2 8 号から知られているが、高効率熱回路として機能するグラフェン化合物と組み合わせられていない。PCMの例は、参照により本明細書に組み込まれるものとみなされる、Kenisari20in, M. Mahkamov, K (2007), 「Solar energy storage using phase change materials」、Renewable and Sustainable Energy Reviews 11 (9): 1913 - 1965 および 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 - 345 に見出すことができる。

【 0 0 5 3 】30

PCMは、以下の主要なカテゴリーに分類され得る。

- パラフィン（ $C_n H_{2n+2}$ ）および脂肪酸（ $CH_3 (CH_2)_{2n} COOH$ ）等の有機物質；
- 含水塩（ $M_n H_2 O$ ）等の無機物質；
- ラウリン酸およびステアリン酸等の共晶混合物；
- 吸湿材。

【 0 0 5 4 】

遷移温度および潜熱 / 質量に関して多くの種類のPCMが本発明者により研究されたが、可逆性の相変化効率および特殊化合物中の相互作用等の他の重要な特徴に関しても研究された。いくつかの試験の後、有機可逆PCMは、以下の特性のために、本発明における40用途に最も好適であることが判明した。

- 著しい過冷却のない凍結；
 - 調和して溶融する能力；
 - 自己核形成特性；
 - 従来の構造材料との適合性；
 - 偏析がないこと；
 - 化学的に安定であること；
 - 高い融解熱；
 - 安全で非反応性であること；
 - リサイクル可能であること。
- 50

【 0 0 5 5 】

試験された有機 P C M の 1 つは、例えば以下の特性を有する。

遷移温度：27 ~ 35

潜熱：155 ~ 175 J / K g

【 0 0 5 6 】

P C M の作用メカニズムは単純であり、主に、物質自体の潜熱に等しい熱の量が交換されるまで状態を変化させて温度を一定に維持する、物質の物理的特性に関連する。したがって、P C M を使用して過剰の熱を蓄積し、単に融解または凝固温度に近い温度の範囲内でそれを作用させることが可能である。しかしながら、これは、非固体状態にある場合に P C M を含有するために適切な収容部が必要であることを意味し、これはその使用を扱いにくくし、幾分複雑化する。この問題の解決策は、好ましくは有機型の P C M に基づく熱複合材である。熱複合材は、相変化物質 (P C M) と他の (通常は固体の) 構造との組合せに与えられる用語である。単純な例は、パラフィンワックス中に含浸された銅メッシュである。パラフィンワックス中の銅メッシュは、熱複合材料とみなすことができる。

10

【 0 0 5 7 】

P C M を結合させるために、例えばエポキシ樹脂、ポリウレタン、ケイ素等の充填剤を使用することにより、特定の容器を使用する必要なく、液体状態となったときのその分散を回避することが可能である。

【 0 0 5 8 】

しかしながら、本発明者は、P C M 材料が、充填剤の重合のプロセスに干渉し、P C M が厳密には結合せず、複合材中で高い移動性を維持する結果となる可能性がある。さらに、充填剤、特にエポキシ樹脂は、典型的には熱伝導性ではなく、ヒートシンクとして機能するグラフェンの存在により熱伝達回路が極めて効率的であるにもかかわらず、P C M に基づく熱変換デバイスがそれほど効率的ではない結果となる。

20

【 0 0 5 9 】

したがって、改善によれば、本発明は、特に超音波プローブにおいて貯熱デバイスとして使用される P C M 複合材の新たなカテゴリーを提供する。これらの複合材は、高熱伝導性の樹脂であってもよく、または、これは充填剤の使用によって、グラフェンの投入により熱伝導性となる。このようにして、極めて効率的である新たな P C M 化合物が実現され得、プローブにおける、特にその後ろ部分における利用可能な任意の隙間 7 に分散され得る。

30

【 0 0 6 0 】

要約すると、グラフェンは、超音波プローブの熱管理に有用となり得る非常に特殊な物質である。これは、プローブの前から熱を排出するための整合層の形態で、またはプローブの背面から熱を排出するためのバックングの充填剤として使用され得る。これはまた、前放射表面から遠く離れたプローブのゾーンにおいて一時的に熱を貯蔵するために熱変換体として使用される P C M をカプセル化する充填剤の投入材料としての用途を見出すことができる。熱変換体は、結合剤中のマイクロカプセル化により材料を収容することができる特定のサイトまたは収容部を提供する必要なく、任意の位置でプローブ内に散在してもよい。ヒートシンクとしての P C M およびグラフェンを含む熱複合材の使用は、厳密に本発明による排熱部と組み合わせて考慮されているわけではなく、超音波プローブの分野において、例えば既に引用された米国特許第 7, 308, 828 号において開示されているデバイスの代替または改善としてだけでなく、最適化された熱管理を必要とする任意の他の分野において、一時的な貯熱デバイスの問題の独立した解決策となり得る。

40

【 0 0 6 1 】

グラフェンは、非常に薄くほぼ透明に近い、1 原子の厚さのシートの形態の純粋な炭素である。これは、その非常に低い重量の割に著しく強く (鋼よりも 100 倍強い)、高い効率をもって熱および電気を伝導する。科学者は何十年にもわたってグラフェンに関する理論を立ててきたが、研究室において 2004 年に初めて生成された。

【 0 0 6 2 】

50

専門的には、グラフェンは、2次元特性を有する炭素の結晶性同素体である。グラフェン内では、炭素原子は規則的な sp^2 結合原子規模金網（六角形）パターンで密に充填されている。グラフェンは、グラファイトの1原子の厚さの層として説明され得る。これは、グラファイト、炭、炭素ナノチューブおよびフラーレンを含む他の同素体の基本的な構造要素である。これはまた、平坦な多環式芳香族炭化水素のファミリーの極端な形である、無限に広がる芳香族分子と考えることもできる。

【0063】

グラフェンは、各単一原子が（2D構造に起因して）2つの側からの化学反応に曝される、炭素（および一般的に全ての固体材料）の唯一の形態である。グラフェンシートの縁部の炭素原子は、特殊な化学反応性を有し、グラフェンは（炭素ナノチューブ等の類似の材料と比較して）最も高い割合の縁部炭素を有することが知られている。さらに、非常に一般的であるシート内の様々な種類の欠陥が、化学反応性を増加させる。単層グラフェンの基底面と酸素ガスとの間の反応の開始温度は260 未満であり、グラフェンは、非常に低い温度（例えば350 ）で燃焼する。実際に、グラフェンは、炭素原子の側方の利用可能性に起因して、化学的に最も反応性の形態の炭素である。グラフェンは、一般に、酸素および窒素含有官能基で修飾され、赤外分光法およびX線光電子分光法により分析される。

10

【0064】

側方サイズの増加によるフォノン密度の急速な増加が2D結晶子を第3の次元に湾曲させるため、隔絶された2D結晶は、原理的にも、化学合成により微小サイズを超えて成長させることができない。しかしながら、2d材料の他の経路が存在する。

20

基本的な力は、2D結晶の形成に対して一見乗り越えられない障壁を形成する。発生期の2D結晶子は、その表面エネルギーを最小化しようとして、不可避にも、煤中で生じる実に様々な安定3D構造の1つに変化する。

【0065】

しかしながら、問題を回避する方法がある。成長中、3D構造との相互作用が、2D結晶を安定化する。したがって、バルク結晶の原子面の間に挟まれた、またはその上に載置された2D結晶を作製することができる。それに関して、グラフェンは既にグラファイト内に存在する。したがって、自然に反して、元のより高い温度の3D成長により規定されたクエンチ状態が維持される十分に低い温度で、単原子の厚さの結晶子を取り出したいと考えることができる。

30

【0066】

グラフェン生成の2つの基本的手法は、複数層グラファイトを単層に劈開すること、または炭素の1つの層を別の材料に堆積させることによりエピタキシャルに成長させることである。前者は、まず接着テープを使用して単一層を引き剥がすことにより開発された。いずれの場合でも、グラファイトは次いでその2d形状を保持するためにある基板に結合されなければならない。以下に報告するように、他の技術もまた開発されている。

【0067】

剥離

2014 現在、剥離は、欠陥数が最も低く、電子移動度が最も高いグラフェンを生成した。

40

【0068】

接着テープ

劈開はまた、剥離としても知られる。単層を達成するには、典型的には、ただ1つの層が残るまで、それぞれより少ない層を有する薄片を生成する複数の剥離ステップが必要である。GeimおよびNovosolovは、グラフェンを分割するために接着テープを使用した。

【0069】

剥離後、「乾式堆積」を使用してフレイクがシリコンウエハ上に堆積される。この技術により、1mm超の肉眼で視認され得る結晶子を得ることができる。これはしばしば、「

50

スコッチテープ」または「引き出し」法とも呼ばれる。後者の名前は、乾式堆積が、グラファイトの片を用いて引き出すことに似ているためと思われる。

【0070】

ウェッジに基づく機械的剥離

グラフェンのいくつかの層を生成するための別の制御された技術は、接着テープ法の問題に対応するためにウェッジ型のツールを使用する。この方法では、鋭い単結晶ダイヤモンドウェッジが、グラファイト源上を突き抜けて層を剥離する。この方法は、出発材料として高配向熱分解グラファイト(HOPG)を使用する。実験は、分子力学シミュレーションにより裏付けられた。

【0071】

酸化グラファイトの還元

酸化グラファイトの還元は、おそらくグラフェン合成の最初の方法である。P. Boehmは、1962年に還元された酸化グラフェンの単一層フレークの生成を報告した。Geimは、Boehmの貢献を認めた。酸化グラファイトの急速加熱および剥離は、数パーセントのグラフェンフレークを有する高分散炭素粉末を生成する。例えば、アルゴン/水素中での焼成を伴うヒドラジンによる酸化グラファイト単一層フィルムの還元は、グラフェンフィルムを生成することが報告された。しかしながら、品質は、官能基の不完全な除去に起因して、スコッチテープ法によるグラフェンと比較して低い。さらに、酸化プロトコルは、過酸化に起因して永久的欠陥を導入する。酸化プロトコルは、官能基の効率的な除去を可能にするほぼ無傷の炭素フレームワークを有する酸化グラフェンを生成するように改良された。

【0072】

超音波処理

DVDに酸化グラファイトの層を適用し、DVDライターでそれを焼き付けることにより、極めて抵抗性および可鍛性の、高い電気伝導率(1738ジーメンズ毎メートル)および比表面積(1520平方メートル毎グラム)を有する薄いグラフェンフィルムが生成された。

【0073】

溶媒補助

適切な液体媒体中にグラファイトを分散させることで、超音波処理によりグラフェンを生成することができる。グラフェンは、遠心分離によりグラファイトから分離され、初めはN-メチルピロリドン(NMP)中0.01mg/mlまで、その後NMP中2.1mg/mlまでのグラフェン濃度が得られる。分散液体媒体として好適なイオン性液体を使用することにより、5.33mg/mlの濃度が得られた。この方法により得られるグラフェン濃度は、ファンデルワールス力によるシートの再積層が妨げられないため、非常に低い。達成される最大濃度は、ファンデルワールス力がグラフェンシートと溶媒分子との間の相互作用力に打ち勝つ点である。

【0074】

溶媒/界面活性剤補助

超音波処理の前に溶媒に界面活性剤を添加することで、グラフェン表面への吸着により再積層が防止される。これにより、より高いグラフェン濃度が得られるが、界面活性剤を除去するには化学的処理が必要である。

【0075】

非混和性液体

2つの非混和性液体、中でも注目すべきはヘプタンおよび水の界面においてグラファイトを超音波処理することにより、巨視的なグラフェンフィルムが生成される。グラフェンは、ヘプタンと水との間の高エネルギー界面に吸着し、再積層が回避される。グラフェンは、300,000gを超える力に曝露された場合でも界面に留まる。次いで、溶媒が蒸発され得る。シートは、約95%まで透明であり、伝導性である。

【0076】

10

20

30

40

50

エピタキシー

エピタキシーは、結晶基板上の結晶性被覆層の堆積を指し、2つの間には整合性 (registry) が存在する。いくつかの場合において、エピタキシャルグラフェン層は、隔絶されたグラフェンの二次元電子帯構造を保持するのに十分に弱く (ファンデルワールス力による) 表面に結合している。弱く結合したエピタキシャルグラフェンの例は、SiC上に成長させたものである。

【0077】

炭化ケイ素およびイリジウム上に成長させたグラフェン単一層は、これらの基板に弱く結合しており (どれほど弱いかは議論中である)、グラフェン-基板相互作用はさらに不動態化され得る。

【0078】

炭化ケイ素

炭化ケイ素 (SiC) を低圧下 (約 10 ~ 6 トル) で高温 (> 1100) に加熱することにより、炭化ケイ素はグラフェンに還元される。このプロセスは、エピタキシャルグラフェンを生成し、寸法は、ウエハのサイズに依存する。ケイ素または炭素で終端化された、グラフェン形成に使用される SiC の面は、得られるグラフェンの厚さ、移動度およびキャリア密度に大きく影響する。

【0079】

グラフェンの電子帯構造 (いわゆるディラックコーン構造) は、この材料において初めて可視化された。この材料において弱い非局在化が観察されるが、引き出し法により生成される剥離グラフェンにおいては観察されない。大きな温度依存的移動度は、酸化ケイ素上に配置された剥離グラフェンにおける移動度に近いが、引き出し法により生成された懸濁グラフェンにおける移動より低い。移動がなくても、SiC上のグラフェンは、無質量ディラックフェルミ粒子を示す。

【0080】

複数層グラフェンスタックの密着をもたらす弱いファンデルワールス力は、個々の層の電子特性に必ずしも影響するとは限らない。すなわち、ある特定の多層エピタキシャルグラフェンの電子特性は単層の電子特性と同一であるが、他の場合では、それらがバルクグラファイト中にあるため特性が影響される。この効果は、理論的に十分理解されており、層間相互作用の対称性に関連する。

【0081】

SiC上のエピタキシャルグラフェンは、標準的なマイクロエレクトロニクス法を使用してパターン化され得る。レーザ照射によりバンドギャップが形成および調整され得る。

【0082】

金属基板

金属基板の原子構造は、グラフェン成長の種となり得る。

【0083】

ルテニウム

ルテニウム上に成長させたグラフェンは、典型的には、均一な層厚を生成しない。底部グラフェン層と基板との間の結合が、層特性に影響し得る。

【0084】

イリジウム

イリジウム上に成長させたグラフェンは、非常に弱く結合しており、厚さが均一で、極めて秩序的となり得る。多くの他の基板上の場合のように、イリジウム上のグラフェンは、若干波打っている。これらの波形の長距離秩序に起因して、電子帯構造 (ディラックコーン) におけるミニギャップが明らかとなる。

【0085】

ニッケル

1 cm² (0.2 平方インチ) を超える面積を有する数層グラフェンの高品質シートが、複数の技術を使用して、薄いニッケルフィルム上への化学気相堆積により合成されてい

10

20

30

40

50

る。

【0086】

化学気相堆積によるニッケルフィルム上のグラフェンの成長は、いくつかのステップで生じる。まず、薄いニッケルフィルムが、900～1000 でアルゴンガスに曝露される。次いで、メタンがガスに混合され、メタンからの炭素がニッケルフィルムに吸収される。次いで、ニッケル-炭素固溶体がアルゴンガス中で冷却される。冷却プロセスの間、炭素がニッケルから拡散してグラフェンフィルムを形成する。

【0087】

他では、触媒として金を用いたニッケル系合金を使用して、従来のCMOS処理に適合する温度が使用された。このプロセスは、ある特定の温度で溶融した遷移金属中に炭素原子を溶解させ、次いで溶解した炭素をより低い温度で単層グラフェン(SLG)として析出させる。

【0088】

金属は、まず炭素源と、恐らくはその中で溶融が行われるグラファイトのるつぼ、または溶融物中に入れられるグラファイトの粉末/塊と接触して溶融する。溶融物を特定の温度で炭素と接触させ続けることにより、炭素原子が溶解し、金属-炭素二元状態図に基づいて溶融物中で飽和する。温度を低下させると、炭素の溶解度が低下し、溶融物上に過剰の炭素が析出する。浮動層は、すくい取られるか、または後の除去のために凍結され得る。厚いグラファイトを含む異なる形態を使用して、数層グラフェン(FLG)およびSLGが金属基板上に観察される。ラマン分光法では、SLGがニッケル基板上に成長したことが証明された。SLGラマンスペクトルは、DおよびD'バンドを特徴とせず、これはその純粋性を示している。ニッケルはラマン活性ではないため、ニッケル上のグラフェン層の直接ラマン分光法が達成可能である。

【0089】

別の手法は、二酸化ケイ素ガラス(基板)のシートの片側にニッケルフィルムを被覆した。化学気相堆積により堆積されたグラフェンは、フィルムの両側に、すなわち一方は露出する上面側、一方は下面側にニッケルとガラスとの間に挟まれる層として形成した。ニッケルおよびグラフェンの上部層を剥離すると、ガラス上に残されたグラフェンの介在層が得られた。上部グラフェン層は、以前の方法のように箔から回収することができたが、底部層は既にガラス上に配置されていた。付着した層の品質および純度は評価されなかった。

【0090】

銅

この技術の改善型は銅箔を使用し、非常に低い圧力においては、グラフェンの成長は単一のグラフェン層が形成した後に自動的に停止する。任意に大きなフィルムが形成され得る。単層成長はまた、メタンにおける低濃度の炭素に起因する。エタンおよびプロパン等のより大きな炭化水素は、二層コーティングを生成する。大気圧CVD成長は、銅の上に複数層グラフェンを生成する(ニッケルと同様)。銅の上に成長させたグラフェンにおいては、弾道輸送もまた観察されている。

【0091】

ナトリウムエトキシド熱分解

金属ナトリウムによるエタノールの還元続く、エトキシド生成物の熱分解およびナトリウム塩を除去するための水での洗浄により、グラム量のグラフェンが生成された。

【0092】

ケイ素/ゲルマニウム/水素

希薄フッ化水素酸中に浸漬されたゲルマニウム(Ge)の層でコーティングされた通常のシリコンウエハは、自然に形成する酸化ゲルマニウム基を除去し、水素で終端化されたゲルマニウムを形成する。化学気相堆積により、その上にグラフェンの層が堆積される。グラフェンは、乾式プロセスを用いてウエハから剥がすことができ、次いですぐに使用可能となる。ウエハは再利用され得る。グラフェンは、皺がなく、高品質で欠陥が少ない。

【 0 0 9 3 】

ナノチューブ薄片化

グラフェンは、炭素ナノチューブを切り開くことにより形成され得る。1つのそのような方法において、多層炭素ナノチューブが、溶液中で過マンガン酸カリウムおよび硫酸の作用により切り開かれる。別の方法において、一部ポリマーフィルム内に埋設されたナノチューブのプラズマエッチングにより、グラフェンナノリボンが生成された。

【 0 0 9 4 】

二酸化炭素還元

二酸化炭素との酸化還元反応において、極めて発熱性の反応がマグネシウムを燃焼し、グラフェンおよびフラーレンを含む様々な炭素ナノ粒子を生成する。二酸化炭素反応物質は、固相（ドライアイス）または気相であってもよい。この反応の生成物は、炭素および酸化マグネシウムである。このプロセスに関して、米国特許第 8, 377, 408 号が発行された。

10

【 0 0 9 5 】

スピコーティング

2014年、炭素ナノチューブ強化グラフェンが、官能化炭素ナノチューブのスピコーティングおよび焼結により作製された。得られた材料は、従来のグラフェンよりも強く、柔軟で、より伝導性であった。

【 0 0 9 6 】

超音波スプレー

ラバルノズルを通した液滴の超音波加速を使用して、懸濁液中の還元された酸化グラフェンの微小液滴を基板上に堆積させた。液滴は均一に分散し、急速に蒸発し、還元フレーク凝集体を示す。さらに、フレーク中に元々存在する位相欠陥（Stone-Wales欠陥およびC2空孔）が消失した。その結果、より高品質のグラフェン層が得られた。衝撃のエネルギーがグラフェンを引っ張り、炭素原子を欠陥のない六角形グラフェンに再配列させ、後処理を必要としない。

20

【 0 0 9 7 】

以下の表は、本発明者により試験された、グラフェン化合物の例示的特性を示す。

【表 1】

密度 (Kg/m ³)	1900
音速 (m/s、縦波)	700
音響インピーダンス (メガレイリー)	1.3
面内の熱伝導率 (W/m*°K)	600~1000
25°Cでの比熱 (J/g*°K)	0.7
1.0GHzでのEMIシールドdB	50
表面電気抵抗率 (Ω/sq)	0.06
厚さ (μm)	20~50

30

【 0 0 9 8 】

グラフェンに関する総合的な文献については、ウィキペディアに見ることができる引用を参照することができる。また、K. S. Novoselov, A. K. Geim et al. による Science 306, 666 (2004) および Nature 438, 197 (2005), 「Scientific Background on the Nobel Prize in Physics 2010」(Class for Physics of the Royal Swedish Academy of Sciencesにより編纂、2010年10月5日)、「Introduction to the Physical Properties of Graphene」, Jean-Noel Fuchs, Mark Oliver Goerbig, Lecture Notes 2008 (<http://user>

40

50

s.lps.u-psud.fr/GOERBIG/CoursGraphene2008.pdfのアドレスでインターネット上で自由に利用可能)、*「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, 1-19も参照されたい。

【0099】

グラフェンは、現在、電子デバイスおよび回路の熱管理および高流束冷却に使用されている（例えば、米国特許出願公開第20100085713号を参照されたい）が、その音響特性は、これまで考慮されなかった。これらの特性は、発明者により研究され、超音波アレイトランスデューサ構造内の排熱デバイスを実現するのに特に好適であることが判明した。低い音響インピーダンスが、グラフェンの層を従来の整合層の1つのように使用することを可能にするだけでなく、良好な音響減衰材料としてのその挙動が、一般的に使用されているバッキング材料の充填剤としてのその使用を可能にする。プローブのバッキングは、使用される材料が適切に選択されない場合、音響インピーダンスの不整合または内部反射および散乱に起因する画像アーチファクトの原因となるため、非常に重要である。本発明は、これらの側面を研究した。例えば、グラファイト-ポリウレタン化合物を試験したところ、これは良好な排熱性能を示したが、画像アーチファクトを生成した。グラフェンは、驚くべきことに、熱伝導体および音響インピーダンス整合素子の両方として信じ難いほどの改善を示した。

10

20

【0100】

グラフェンはまた、その化学的および物理的特性に起因して、液体に対するバリアとして特に有用であることが判明した。実際に、本発明者は、この材料がカプトンに匹敵する結果を伴ってアルコールに対する良好な化学的バリアとして機能することを発見した。アルコール、および一般的には消毒剤は、音響スタックを貫通して整合層を攻撃し、性能の漸進的な損失を伴うため、超音波プローブにおいて深刻な問題を引き起こす。したがって、第1の整合層としてグラフェンを使用することは、この点に関しても有益である。

【0101】

主に診断プローブを参照して本発明を開示したが、当業者には、本発明の教示が、治療およびより一般的な非破壊試験分野においても適用され得ることが理解される。特に、HIFU等の治療分野において、アレスタックの構造は、主に環状素子により形成されるため異なるが、この場合においても、グラフェン系層をそのような素子の前および/または後ろ、ならびに横方向に、またより一般的には熱が蓄積し、したがって排出され得る任意の位置に設置することができる。また、この場合、単独で、または能動的冷却システムと組み合わせて、PCMを一時的に熱を貯蔵するための熱変換体として使用することができる。

30

【0102】

全ては、上に開示され以下で請求される本発明の指針から逸脱しない。

【 図 1 】

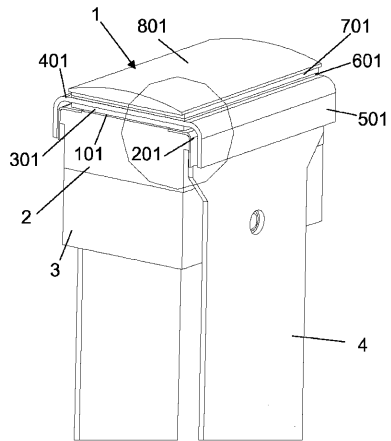


Fig. 1

【 図 2 】

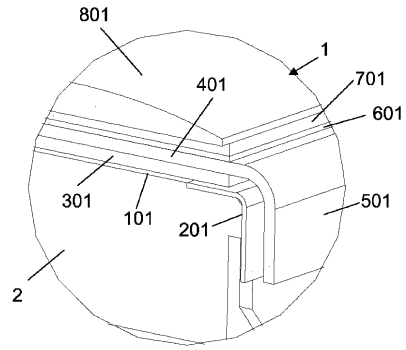


Fig. 2

【 図 3 】

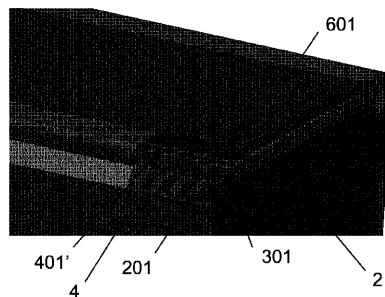


Fig. 3

【 図 4 】

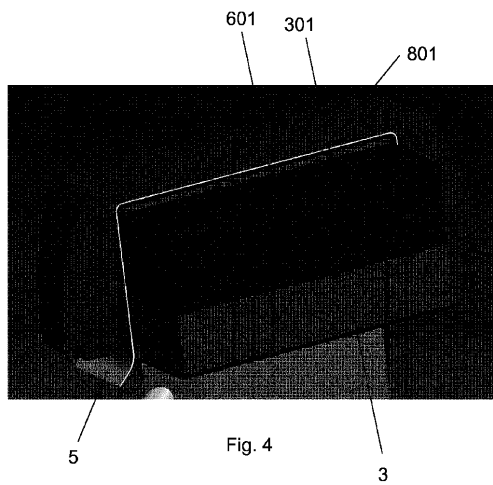


Fig. 4

【 図 5 】

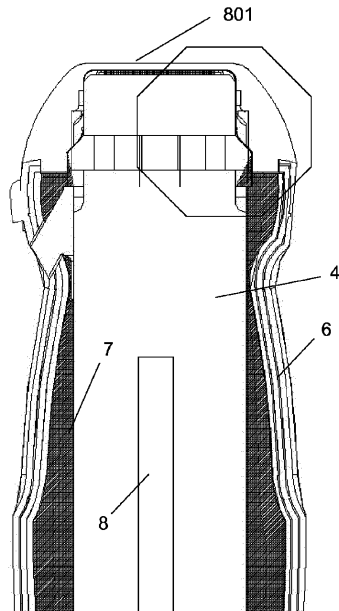


Fig. 5

【 図 6 】

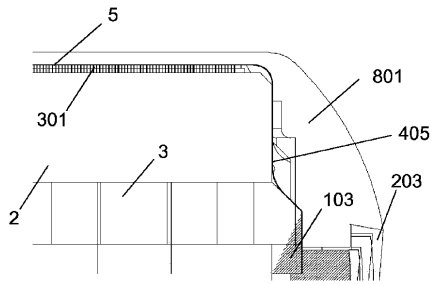


Fig. 6

【 図 7 】



Fig. 7

【 図 8 】

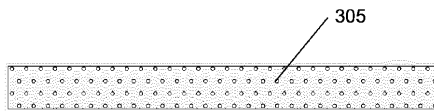


Fig. 8

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/067151

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. A61B8/00 G10K11/02
ADD. B06B1/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B A61N B06B G10K H05K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	EP 2 845 541 A1 (SAMSUNG MEDISON CO LTD [KR]) 11 March 2015 (2015-03-11) paragraphs [0028], [0032], [0043], [0045] figure 2	1
X,P	EP 2 842 642 A2 (SAMSUNG MEDISON CO LTD [KR]) 4 March 2015 (2015-03-04) paragraphs [0023], [0036], [0037] figure 1	1
Y	US 5 402 793 A (GRUNER GEORGE P [US] ET AL) 4 April 1995 (1995-04-04) column 3, paragraph 1 column 4, paragraph 4 - column 5, paragraph 5 figure 2a;7a;7b	1-18
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 October 2015

Date of mailing of the international search report

26/10/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hemb, Björn

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/067151

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2014/033822 A1 (YOON YONG-SEOP [KR] ET AL) 6 February 2014 (2014-02-06) paragraph [0047] -----	1-18
Y	US 2012/007471 A1 (TAI ALAN CHI-CHUNG [US]) 12 January 2012 (2012-01-12) paragraphs [0047], [0050] figure 2B -----	5
Y	US 2012/238880 A1 (DAVIDSEN RICHARD EDWARD [US]) 20 September 2012 (2012-09-20) paragraph [0018] -----	8
Y	US 2006/191344 A1 (HASHIMOTO SHINICHI [JP]) 31 August 2006 (2006-08-31) paragraph [0058] -----	13
A	US 2010/016727 A1 (ROSENBERG AVNER [IL]) 21 January 2010 (2010-01-21) paragraph [0018] - paragraph [0036] figure 1 -----	1-18
A	BELÉN ZALBA ET AL: "Review on thermal energy storage with phase change: materials, heat transfer analysis and applications", APPLIED THERMAL ENGINEERING, PERGAMON, OXFORD, GB, vol. 23, no. 3, 1 February 2003 (2003-02-01), pages 251-283, XP008149082, ISSN: 1359-4311, DOI: 10.1016/S1359-4311(02)00192-8 [retrieved on 2002-12-06] page 269 - page 269 -----	13-18
A	Anonymous: "List of thermal conductivities - Wikipedia, the free encyclopedia", 29 December 2013 (2013-12-29), XP055219638, Retrieved from the Internet: URL:https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=List_of_thermal_conductivities&oldid=588284515 [retrieved on 2015-10-09] see entry for graphene -----	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/067151

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2845541	A1	11-03-2015	EP 2845541 A1 11-03-2015
		KR 20150025383 A	10-03-2015
		US 2015065883 A1	05-03-2015
EP 2842642	A2	04-03-2015	EP 2842642 A2 04-03-2015
		KR 20150025066 A	10-03-2015
		US 2015061465 A1	05-03-2015
US 5402793	A	04-04-1995	AT 250890 T 15-10-2003
		CA 2135692 A1	20-05-1995
		DE 69433198 D1	06-11-2003
		DE 69433198 T2	09-09-2004
		EP 0654245 A1	24-05-1995
		EP 1350471 A1	08-10-2003
		JP 3923489 B2	30-05-2007
		JP H07250836 A	03-10-1995
		JP 2005040619 A	17-02-2005
		US 5402793 A	04-04-1995
		US 5479930 A	02-01-1996
		US 5555887 A	17-09-1996
		US 5634466 A	03-06-1997
US 2014033822	A1	06-02-2014	KR 20140017879 A 12-02-2014
		US 2014033822 A1	06-02-2014
US 2012007471	A1	12-01-2012	CN 102371243 A 14-03-2012
		FR 2962533 A1	13-01-2012
		JP 2012019520 A	26-01-2012
		KR 20120005975 A	17-01-2012
		US 2012007471 A1	12-01-2012
US 2012238880	A1	20-09-2012	CN 103429359 A 04-12-2013
		CN 103443850 A	11-12-2013
		EP 2686116 A2	22-01-2014
		EP 2686117 A2	22-01-2014
		JP 2014508022 A	03-04-2014
		JP 2014512899 A	29-05-2014
		US 2012238880 A1	20-09-2012
		US 2013345567 A1	26-12-2013
		WO 2012123906 A2	20-09-2012
		WO 2012123908 A2	20-09-2012
US 2006191344	A1	31-08-2006	CN 1897877 A 17-01-2007
		EP 1707122 A1	04-10-2006
		US 2006191344 A1	31-08-2006
		WO 2006033281 A1	30-03-2006
US 2010016727	A1	21-01-2010	AU 2009286350 A1 04-03-2010
		CN 102131464 A	20-07-2011
		EP 2317928 A1	11-05-2011
		IL 210601 A	30-01-2014
		JP 5484466 B2	07-05-2014
		JP 2012511938 A	31-05-2012
		KR 20110047187 A	06-05-2011
		US 2010016727 A1	21-01-2010
		WO 2010023653 A1	04-03-2010

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

F ターム(参考) 4C601 EE19 GB03 GB25 GB31 GB33 GB41
5D019 AA17 BB03 BB19 EE01 FF04 GG02

专利名称(译)	超声波探头，具有优化的热管理功能		
公开(公告)号	JP2017527375A	公开(公告)日	2017-09-21
申请号	JP2017512993	申请日	2015-07-27
[标]申请(专利权)人(译)	百胜集团		
[标]发明人	スピッチロレンツォ パルケッティパオロ ガンビネリフランチェスカ		
发明人	スピッチ、ロレンツォ パルケッティ、パオロ ガンビネリ、フランチェスカ		
IPC分类号	A61B8/14 H04R17/00		
CPC分类号	A61B8/4281 A61B8/4483 A61B8/546 B06B1/06 G10K11/02 A61B8/4444 A61N7/00		
FI分类号	A61B8/14 H04R17/00.332		
F-TERM分类号	4C601/EE19 4C601/GB03 4C601/GB25 4C601/GB31 4C601/GB33 4C601/GB41 5D019/AA17 5D019/BB03 5D019/BB19 5D019/EE01 5D019/FF04 5D019/GG02		
优先权	2014183233 2014-09-02 EP		
其他公开文献	JP6628790B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种超声探头，包括壳体，可操作以朝向探头区域传输超声能量的换能器组件，其适于声学耦合到感兴趣的物体或区域，冷却系统包括传热装置，该传热装置设置成传递由换能器产生的热量组装到位于这种换能器组件外部的一个或多个区域或区域。传热装置包括石墨烯基材料。

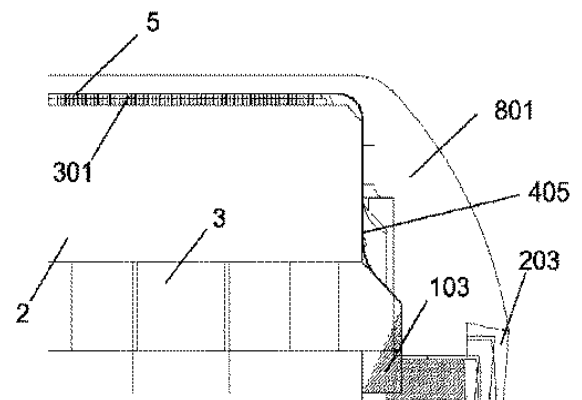


Fig. 6