

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6149100号
(P6149100)

(45) 発行日 平成29年6月14日 (2017. 6. 14)

(24) 登録日 平成29年5月26日 (2017. 5. 26)

(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14

請求項の数 16 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-501008 (P2015-501008)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成25年3月1日 (2013. 3. 1)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2015-510805 (P2015-510805A)		KONINKLIJKE PHILIPS N. V.
(43) 公表日	平成27年4月13日 (2015. 4. 13)		オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(86) 国際出願番号	PCT/IB2013/051639		High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven
(87) 国際公開番号	W02013/140283		
(87) 国際公開日	平成25年9月26日 (2013. 9. 26)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	平成28年2月26日 (2016. 2. 26)		弁理士 伊東 忠重
(31) 優先権主張番号	61/613, 114	(74) 代理人	100070150
(32) 優先日	平成24年3月20日 (2012. 3. 20)		弁理士 伊東 忠彦
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサプローブアセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プローブケースと、

前記プローブケースの中で音響ウィンドウの背後に設けられ、前記音響ウィンドウを介して超音波エネルギーを送受信するように形成されたトランスデューサ要素のアレイと、

前記プローブケースの中で前記トランスデューサ要素に結合され、前記アレイにより送信又は受信される信号を処理するように形成された集積回路と、

前記トランスデューサ要素のアレイ及び前記集積回路に熱的及び音響的に結合され、前記トランスデューサ要素から受けた超音波エネルギーを減衰又は散乱させ、多孔質構造を有する熱伝導支持ブロックと、

トランスデューサプローブを超音波システムに接続するように形成されたプローブコネクタと、

前記プローブケースと前記プローブコネクタとの間に接続されたケーブルであって、前記プローブケースと前記プローブコネクタとの間に結合された複数の導電体を含むケーブルと、

流体閉ループ冷却システムと

を有し、前記流体閉ループ冷却システムは、

前記ケーブルを介して前記プローブケースから前記プローブコネクタに伸びる流体閉ループ部と、

前記流体閉ループ部に結合され、前記流体閉ループ部を介して流体をくみ上げるポン

10

20

ブと、

前記トランスデューサ要素のアレイ及び集積回路から生じた熱を取り出し、前記流体閉ループ部の外部に放熱する熱交換部と

を有し、前記熱交換部は、前記流体閉ループ部に結合されかつ前記熱伝導支持ブロックの前記多孔質構造を前記流体が流れて通るように形成された流体経路を有する、超音波トランスデューサプローブアセンブリ。

【請求項 2】

前記流体閉ループ部は、インバウンド流体管及びアウトバウンド流体管を有し、前記インバウンド流体管及びアウトバウンド流体管は、前記熱伝導支持ブロックの前記流体経路に結合されている、請求項 1 に記載の超音波トランスデューサプローブアセンブリ。

10

【請求項 3】

前記熱伝導支持ブロックの前記流体経路に結合された第 1 及び第 2 の流体ポートを更に有し、前記インバウンド流体管は前記第 1 の流体ポートに結合され、前記アウトバウンド流体管は前記第 2 の流体ポートに結合される、請求項 2 に記載の超音波トランスデューサプローブアセンブリ。

【請求項 4】

前記熱伝導支持ブロックは、グラファイトと少なくとも同程度の熱伝導性を有する材料により形成され、かつ、前記熱伝導支持ブロックの中に位置する音響減衰材料の複合構造を有する、請求項 1 に記載の超音波トランスデューサプローブアセンブリ。

【請求項 5】

20

前記複合構造は、前記熱伝導支持ブロック内において、音響減衰材料が充填された複数の孔を有する、請求項 4 に記載の超音波トランスデューサプローブアセンブリ。

【請求項 6】

前記複数の孔は、前記熱伝導支持ブロック内に形成された複数の円筒状の孔をなし、前記熱伝導支持ブロックの上面から前記熱伝導支持ブロックの底面へ延在し、

前記上面の前記孔における前記音響減衰材料は前記上面の領域の大部分を占める、請求項 5 に記載の超音波トランスデューサプローブアセンブリ。

【請求項 7】

前記複数の孔は、前記トランスデューサ要素のアレイを含む面の法線方向に対して非平行に傾斜している、請求項 6 に記載の超音波トランスデューサプローブアセンブリ。

30

【請求項 8】

前記複数の孔は、ある方向に伝播するエネルギーが、前記トランスデューサ要素のアレイから遠ざかるように散乱されるような角度に傾斜している、請求項 7 に記載の超音波トランスデューサプローブアセンブリ。

【請求項 9】

前記熱伝導支持ブロックはグラファイトにより形成されている、請求項 4 に記載の超音波トランスデューサプローブアセンブリ。

【請求項 10】

前記熱伝導支持ブロックは、前記プローブケースの中で、前記トランスデューサ要素のアレイ及び集積回路の後方に設けられた複合発泡支持ブロックにより形成され、前記複合発泡支持ブロックは多孔質構造を有する発泡材料により形成されており、前記複合発泡支持ブロックのうち少なくともいくつかの多孔質構造にはエポキシ樹脂が充填されている、請求項 1 に記載の超音波トランスデューサプローブアセンブリ。

40

【請求項 11】

前記発泡材料は発泡グラファイトを有する、請求項 10 に記載の超音波トランスデューサプローブアセンブリ。

【請求項 12】

前記複合発泡支持ブロックは外部表面を有し、前記エポキシ樹脂は、前記外部表面に隣接する前記複合発泡支持ブロックの前記多孔質構造を充填する、請求項 10 に記載の超音波トランスデューサプローブアセンブリ。

50

【請求項 1 3】

前記複合発泡支持ブロックの前記流体経路に結合された第 1 及び第 2 の流体ポートを更に有し、

前記流体ポートは、エポキシ樹脂が充填された前記複合発泡支持ブロックの外部を介して延在し、

インバウンド流体管は前記第 1 の流体ポートに結合され、アウトバウンド流体管は前記第 2 の流体ポートに結合される、請求項 1 2 に記載の超音波トランスデューサプロブアセンブリ。

【請求項 1 4】

前記集積回路は、前記トランスデューサ要素のアレイの後部側に結合されたビームフォーマASICを有し、

前記複合発泡支持ブロックは前記ビームフォーマASICに熱的に結合している、請求項 1 0 に記載の超音波トランスデューサプロブアセンブリ。

【請求項 1 5】

前記複合発泡支持ブロックは、エポキシボンドにより前記ビームフォーマASICに結合される、請求項 1 4 に記載の超音波トランスデューサプロブアセンブリ。

【請求項 1 6】

プロブケースと、

前記プロブケースの中で音響ウィンドウの背後に設けられ、前記音響ウィンドウを介して超音波エネルギーを送受信するように形成されたトランスデューサ要素のアレイと、

前記プロブケースの中で前記トランスデューサ要素に結合され、前記アレイにより送信又は受信される信号を処理するように形成された集積回路と、

前記トランスデューサ要素のアレイ及び前記集積回路に熱的及び音響的に結合され、前記トランスデューサ要素から受けた超音波エネルギーを減衰又は散乱させる熱伝導支持ブロックと、

トランスデューサプロブを超音波システムに接続するように形成されたプロブコネクタと、

前記プロブケースと前記プロブコネクタとの間に接続されたケーブルであって、前記プロブケースと前記プロブコネクタとの間に結合された複数の導電体を含むケーブルと、

流体閉ループ冷却システムと

を有し、前記流体閉ループ冷却システムは、

前記ケーブルを介して前記プロブケースから前記プロブコネクタに伸びる流体閉ループ部と、

前記流体閉ループ部に結合され、前記流体閉ループ部を介して流体をくみ上げるポンプと、

前記トランスデューサ要素のアレイ及び集積回路から生じた熱を取り出し、前記流体閉ループ部の外部に放熱する熱交換部と

を有し、前記熱交換部は、前記流体閉ループ部に結合されかつ前記熱伝導支持ブロックを貫通する流体経路を有し、

前記熱伝導支持ブロックは、グラファイトと少なくとも同程度の熱伝導性を有する材料により形成され、かつ、前記熱伝導支持ブロックの中に位置する音響減衰材料の複合構造を有し、

前記複合構造は、前記熱伝導支持ブロック内において、音響減衰材料が充填された複数の孔を有し、

前記複数の孔は、前記トランスデューサ要素のアレイを含む面の法線方向に対して非平行に傾斜している、超音波トランスデューサプロブアセンブリ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

【0 0 0 1】

10

20

30

40

50

本発明は、医療診断用超音波システム等に関連し、特にプローブASICにより生じた熱をプローブケーブルを介して散逸させる超音波マトリクスプローブに関連する。

【背景技術】

【0002】

2次元アレイトランスデューサは、超音波画像処理において3次元空間をスキャンするために使用される。2次元アレイは、方位角方向及び仰角方向の双方向に関する多数のトランスデューサ要素の行列(複数行及び複数列のトランスデューサ要素)を有し、プローブとメインフレーム超音波システムとの間で信号を流すために多数のケーブル導体を必要とする。プローブケーブルにおける信号導体の数を減らすための好ましい技術は、マイクロビームフォーマASIC(特定用途向け集積回路)によりプローブにおいて少なくとも何らかのビームフォーミングを実行することである。この技術は、部分的にビームフォーミングされる比較的少数の信号しか、メインフレーム超音波システムに流す必要がないので、ケーブル内で必要な信号導体数を減らすことができる。しかしながら、2次元アレイとマイクロビームフォーマASICとの間に多数の信号導体が存在しなければならない。これらの接続を効率的に行うには、トランスデューサアレイとASICとの間にフリップフロップ相互接続を持たせるように設計することであり、この場合、トランスデューサアレイの導体パッドは、ASICの対応する導体パッドに直接的にバンプで結合される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【特許文献1】 欧州特許出願公開第0782125号明細書

【特許文献2】 独国特許出願公開第10350021号明細書

【特許文献3】 米国特許出願公開第2006/186765号明細書

【特許文献4】 米国特許出願公開第2008/098816号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、マイクロビームフォーマASICの高密度電子回路は、非常に小さなICパッケージの中に非常に多くの熱を発生し、そのような熱は逃がさなければならない。こうした熱を逃がすことが可能な方向は主に2つある。方向の1つは、音響積層体を経由して、プローブの患者接触端部(プローブが患者と接触する端部)にあるレンズの方に向かう「前方」である。この前方経路は熱伝導に対して比較的低い抵抗を示す。しかし、レンズに熱がたまると、伝送電圧(transmission voltage)及び/又はパルス反復周期が減少し、プローブのパフォーマンスに悪影響をもたらすので、これは避けなければならない。

30

【0005】

熱が流れるのに好ましい方向は、レンズ及び患者から遠ざかる方向であって、プローブの後部にある熱拡散部(典型的にはアルミニウム製)に向かう方向である。しかしながら、通常、トランスデューサ積層部(トランスデューサスタック)、アレイ要素及びマイクロビームフォーマASICの背後には、音響支持ブロック(acoustic backing block)が存在する。音響支持ブロックの目的は、音響積層部の後部から生じる超音波エネルギーを減衰させることにより、そのエネルギーが、反射して音響積層部の方に戻ってこないようにすることである。音響支持ブロックは、一般に、マイクロバルーン(micro-balloon)とともに設けられるエポキシ又は他の音響減衰粒子等のような優れた音響減衰特性を有する材料で形成されている。しかしながら、そのような材料は、一般に低い熱伝導性を有する。従って、ブロックに入ってくる音響エネルギーを減衰させる優れた音響減衰特性と、レンズから遠ざかる方向であるプローブの後方に向かって優れた(高い)熱伝導特性と、音響積層部を適切に指示することが可能な優れた(強い)力学的又は機械的な構造と、プローブの他の導電性素子からマイクロビームフォーマASICを適切に電気的に分離する特性とを有する音響支持ブロックを、超音波プローブに設けることが望ましい。

40

【0006】

50

この種の音響支持ブロックの一例は2011年3月17日付けで出願された米国特許出願第SN61/453690号に示されている。この特許出願に示されている支持ブロックは、内側に音響減衰部材を設けた高熱伝導材料のマトリックスにより形成されている。熱伝導材料に好ましい材料は、高熱伝導性を示すグラファイトである。グラファイトは、トランスデューサアレイスタック(トランスデューサの要素配列の積層部)を支持するように、機械的安定性に優れた頑丈なブロック内に形成される。内側の音響減衰部材は、音響減衰材料で充填されたグラファイトブロックをドリルで穿孔することにより形成されることが可能であり、トランスデューサアレイスタックの後部表面に垂直に進行する音響波が、音響減衰部材に必ず衝突して音響的に減衰させられるように、内側の音響減衰部材を設けることが好ましいとされている。

10

【0007】

このような熱導電性支持ブロックはマイクロビームフォーマASICから熱を遠ざける優れた導体であるかもしれないが、熱をどこでどのように散逸させるべきかという問題が残る。また、熱はプローブ自身からも散逸する。内部電子素子を有しない超音波トランスデューサは、支持部、プローブフレーム(プローブの骨組み)、及びプローブ内の熱シンク等のような適切な熱伝導手段を用いてトランスデューサ要素から効率的に熱を散逸させることができる。集積回路がプローブに設けられ始めると、プローブの内側に設けられた熱拡散部やプローブに結合された熱拡散部等のような受動的な冷却要素が、付随する熱を逃がすために使用されるようになった。この点については例えば2011年5月17日付けの米国特許出願第SN61/486,796号に一例が示されている。しかしながら、そのように改善された受動的な冷却部でさえ、集積回路で生じた熱の全てを完全に散逸させることはできず、上述したようなパフォーマンスを熱限界未満に劣化させてしまう。従って、トランスデューサの熱を逃がす更なる能力が求められている。

20

【0008】

プローブ自体を超えて熱を逃がす方法の1つは、プローブの熱経路をケーブルの金属素子(すなわち、信号/電力導体及び遮蔽された編組又はブレイズ(braid))に接続し、それらの素子を介して熱を散逸させることである。しかしながら、本発明の発明者等は、熱伝導部及び網組のケーブル方向の熱伝導性の限界に起因して、及び熱伝導部からケーブル表面に至る熱が拡散される場所での熱導電性に起因して、そのような方法は熱放散能力を顕著には改善しないのではないかということに気付いた。本発明はそのような付随的な熱の散逸を促すようにトランスデューサケーブルを効果的に活用することに関連する。これはレンズ表面温度及びプローブ処理温度双方の制御を促すことができる。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

一実施形態による超音波トランスデューサプローブアセンブリは、
プローブケースと、
前記プローブケースの中で音響ウィンドウの背後に設けられ、前記音響ウィンドウを介して超音波エネルギーを送受信するように形成されたトランスデューサ要素のアレイと、
前記プローブケースの中で前記トランスデューサ要素に結合され、前記アレイにより送信又は受信される信号を処理するように形成された集積回路と、
トランスデューサプローブを超音波システムに接続するように形成されたプローブコネクタと、
前記プローブケース及び前記プローブコネクタの間に接続されたケーブルと、
流体閉ループ冷却システムと
を有し、前記流体閉ループ冷却システムは、
前記ケーブルを介して前記プローブケースから前記プローブコネクタに伸びる流体閉ループ部と、
前記流体閉ループ部に結合され、前記流体閉ループ部を介して流体をくみ上げるポンプと、
前記プローブケースの中に設けられ、前記トランスデューサ要素のアレイ及び集積回

40

50

路からの熱を取り出す熱交換部と

を有し、前記ケーブルをなす前記流体閉ループ部は、前記ケーブルの外部ジャケットに隣接して配置されるインバウンド流体管及びアウトバウンド流体管を有し、前記インバウンド流体管及びアウトバウンド流体管は、前記プローブケースと前記プローブコネクタとの間に結合された導電体の束により前記ケーブルの中で互いに分離又は離間されている、超音波トランスデューサプローブアセンブリである。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の原理に従って熱伝導支持ブロックとともに形成されたマトリクスアレイプローブ音響スタックを示す図。

10

【図2】本発明の原理に従って形成されたマトリクスプローブ、コネクタ及び放熱ケーブルを示す図。

【図3】本発明の原理によるプローブケーブル内におけるプローブ放熱のためのトランスデューサ導体及び流体管の様々な形態を示す図。

【図4】本発明の原理によるプローブケーブル内におけるプローブ放熱のためのトランスデューサ導体及び流体管の様々な形態を示す図。

【図5】本発明の原理によるプローブケーブル内におけるプローブ放熱のためのトランスデューサ導体及び流体管の様々な形態を示す図。

【図6】本発明の原理によるプローブケーブル内におけるプローブ放熱のためのトランスデューサ導体及び流体管の様々な形態を示す図。

20

【図7】本発明の原理により一体的に形成された流体管の放熱プローブケーブルジャケットを示す図。

【図8】熱伝導支持ブロックの斜視図。

【図9】本発明の原理による流体冷却路とともに熱伝導支持ブロックを示す図。

【図10】本発明の原理に従って形成された熱伝導発泡グラファイト支持ブロックを示す図。

【図11】メインフレーム超音波システムの冷却部とプローブコネクタとの間の金属接触により熱が伝わる本発明の実施形態を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

30

＜実施の形態の概要＞

以下において本発明の原理による超音波マトリクスアレイプローブが説明され、これは、流体を利用した閉ループアクティブ冷却システムを用いることにより、プローブ用マイクロビームフォーマASICにより生じた熱を、プローブケーブルを介して散逸させる。プローブ内の熱交換部は、プローブASICに熱伝導可能に結合された熱伝導支持ブロックと熱をやりとりする。一実施形態において、熱交換部は熱伝導支持ブロック内に内蔵される。「内蔵される」は、埋め込まれる、組み込まれる等と表現されてもよい。ケーブルの端部にあるケーブルコネクタ又はプローブケース内に配置されたポンプにより、流体又は液体は、ケーブル内の流体管を介して及びプローブ熱交換部を介してくみ上げられる。熱が放射又は対流される場所であるケーブル表面に流体から熱が効果的に流れるような方式で、流体管がケーブル内に形成され配置される。プローブコネクタと超音波システムとの間の金属接触によって、追加的な冷却を行うことが可能であり、プローブの閉ループシステムと超音波システムとの間を超えて流体を流通させることなく冷却する追加的な手段を提供してもよい。閉ループ冷却システムは、プローブ、ケーブル及びプローブコネクタの中に完全に含まれていてもよい。

40

【0012】

＜実施の形態の詳細な説明＞

図1を参照すると、本発明の原理に従って熱伝導支持ブロックとともに形成された音響スタック(acoustic stack)100が示されている。音響スタックは、アコースティックスタック、音響積層部等と言及されてもよい。PZTのようなピエゾ層110及びピエゾ層に結合さ

50

れた2つの整合層120、130は、ダイシングカット部75により切断され、図1に示す例では4つである個別的なトランスデューサ要素175のアレイ170を形成している。アレイは配列等と言及されてもよい。トランスデューサアレイ170は、単一の行のトランスデューサ要素(1次元配列、1-Dアレイ)を有していてもよいし、或いはトランスデューサ要素の2次元(2D)マトリクスアレイを形成するように2つの直交する方向に切断されたピエゾプレートであってもよい。マトリクスアレイ170は、半導体処理工程により半導体基板上に形成された1次元又は2次元的なアレイをなすマイクロマシン超音波トランスデューサ(Micromachined ultrasound transducer: MUT)を有していてもよい。整合層はピエゾ材料の音響インピーダンスを診断対象の本体部のインピーダンスに整合させ、通常これは整合層を積層する処理により形成される。例えば、第1の整合層120は電氣的に導電性のグラファイト構造に形成され、第2の整合層130は電氣的に導電性の粒子を含むポリマにより形成されてもよい。整合層はマッチングレイヤと言及されてもよい。グランドプレーン180は第2の整合層の上面に結合され、低密度ポリエチレン(LDPE)層140に接する導電層として形成されてもよい。グランドプレーンは接地プレーン又は地板等と言及されてもよい。グランドプレーンは、電氣的に導電性の整合層を介してトランスデューサ要素に電氣的に結合され、かつフレキシブル回路185の接地導体に接続される。LDPE層150は積層部における第3の最終整合層140を形成する。

【0013】

トランスデューサ要素の下部には集積回路160、ASICがあり、集積回路160は、トランスデューサ要素175に送信信号を提供し、トランスデューサ要素から信号を受信して処理する。集積回路160の上位面にある導電性パッドは、トランスデューサ要素の底面にある導電性パッドにスタッドバンプ190により電氣的に結合され、スタッドバンプ190ははんだ又は導電性エポキシにより形成されてよい。集積回路160への信号及び集積回路160からの信号は、フレキシブル回路185につながる接続部により提供される。集積回路160の下部には支持ブロック165があり、支持ブロック165はトランスデューサ積層部の底面から生じた音響エネルギーを減衰させる。本発明の原理によれば、支持ブロックは、集積回路から生じた熱を、集積回路及びトランスデューサ積層部から遠ざけ、かつトランスデューサプローブの患者接触端部(患者に接触している側の端部)から遠ざけるように流す。

【0014】

図2は、本発明の原理に従って形成されたマトリクスアレイトランスデューサによるプローブ14、ケーブル28及びコネクタ32を示す。プローブの構成要素は外部ポリマケース(external polymeric case)20の中に収容されている。応力緩和スリーブ(strain relief sleeve)18は、ケーブル28のうちプローブケース20の中に入っている部分を包囲する。応力緩和スリーブは張力緩和スリーブと言及されてもよい。「骨組み又はスペースフレーム(space frame)」と呼ばれるケース内側の構造12は、プローブの内部構成要素を支持し、かつケースの内部寸法に適合している。マトリクスアレイ音響スタック100の末端に、プローブの患者接触端部がある。超音波が送受信されるプローブの非導電性の患者接触表面(患者に接触する表面又はウィンドウ)は、レンズ10として示されている。2次元トランスデューサアレイ170の下部にはビームフォーマASIC160が存在し、ASICの下部にありかつそれらに熱的に接触しているものは、音響減衰熱伝導支持ブロック(音響減衰特性及び熱伝導特性を有する支持ブロック)165である。本発明の実施形態によれば、熱伝導支持ブロック165の背後で熱交換部16が熱を伝導させる。冷却する流体は第1の流体管22を介して熱交換部16の入口にくみ上げられ、プローブからの熱により暖まった流体は第2の流体管24を介してプローブの外に流れる。これらの流体管は、プローブ14に関する信号及び電力導体とともにプローブケーブル28を介して配管される。第2の流体管24の中の流体により運ばれる熱は、以下において詳細に説明されるように、ケーブルの外部カバーを介して散逸又は放熱される。この閉ループ系を流れる流体は、2つの流体管22、24に結合されているポンプ26により連続的に循環させられている(閉ループを描くように2本の流体管が設けられている)。ポンプはプローブコネクタ32の中に設けられ、プローブコネクタはプローブ及びケーブルをメインフレーム超音波システムに接続する。コネクタ32が超音波システム

に取り付けられる場合に、コネクタにおける電気ソケット34は超音波システムのプラグに適合又は結合する。この形態の場合、冷却する流体はケーブル流体管22を介して及び熱交換部16を介してポンプでくみ上げられ(又は循環させられ)、熱交換部16はASIC160からの熱が流れる場所であり、その熱は熱伝導支持ブロックによりASICから遠ざかるように伝えられる。温まった流体は流体管24を介してプローブ14の外に出てケーブル28を通り、ケーブルは、対流により及びケーブル表面の熱伝導により熱を散逸させる。プローブケーブルは非常に長いので、ケーブル長は非常に長く、プローブで取り出される熱を放熱するためのケーブル面積は大きい。流れる流体はポンプ26において冷却状態に戻り、上記のプロセスが続く。

【0015】

図3～図6は、温まった流体からの効率的かつ効果的な熱伝導及び放熱のための流体方式の放熱プローブケーブル28を形成するための様々な形態を示す。図3に示す形態の場合、アウトバウンド流体管24(プローブから出てくる暖まった流体を担う管)がケーブルの一方の側に配置され、インバウンド流体管22(冷たい流体を担う管)がケーブルの他方の側に配置され、コネクタ32からプローブ14に至る信号及び電力の導電体(伝導体)により隔てられている。この形態では、(一群の)導電体が別々のサブバンドル40に束ねられている。サブバンドル(sub-bundle)は、束、束状構造、個別的な束、部分的な束等と言及されてもよい。(一群の)導電体を(複数の)サブバンドルに束ねて維持することにより、導電体サブバンドルが、流体管22、24の周辺及び間に存在することになり、導電体は、導電体がサブバンドル化されていない場合と比べて、導電体はばらばらにはならず偏在させられている。従って、導電体のサブバンドルは、ケーブルの対抗する側壁において、流体管を互いに熱的に分離した状態に維持する。サブバンドル及び流体管は金属及び/又はグラファイトケーブル編組により包囲され、金属及び/又は編組は、導電体に対する高周波(r.f.)電気遮蔽効果を発揮し、ケーブルの全長に渡ってよい。編組は、ブレイズ(braid)、編み込まれたシート状構造等と言及されてもよい。ケーブル編組は、アウトバウンド(暖)流体管24から外部ケーブルジャケットに至る効率的な熱伝導効果を発揮する。「暖」は「温」等と言及されてもよい。「冷」は「寒」等と言及されてもよい。アウトバウンド流体管24の流体中の熱は、ケーブルジャケットの表面から散逸される。

【0016】

図4はインバウンド(冷)流体管22がサブバンドル40とともにケーブル編組42の中に設けられている別のケーブル形態を示す。他方の流体管24はケーブル編組42の外側に設けられている。ケーブル編組は上記の例(図3の例)と同様に導電体の盾となり(導電体をシールドし)、サブバンドルは2つの流体管を分離する。なお、冷暖の流体管は逆にすることも可能であり、アウトバウンド流体管24がケーブル編組42の内側にあり、インバウンド流体管が編組の外側にあってもよい。導電体、編組及び流体管はケーブルジャケット44の中に設けられている。

【0017】

図5に示す形態は、図3に示す例に類似しているが、ケーブル42とケーブルジャケットの外部表面44との間に別の熱伝導層46がある。熱伝導層はジャケットの一部分であってもよく、熱伝導層は、アウトバウンド(暖)流体管24からケーブル28の表面への効率的な熱伝導を促す。

【0018】

図6は、螺旋状に巻かれた2つの流体管22' 及び24' を利用することにより2つの流体管を分離する別の形態を示す。2つの流体管が常に分離されるように、2つの螺旋の巻き方又は旋回の仕方は交互に入り組んだものになっている。導電体は、2つの螺旋状の管(螺旋チューブ)の間の中心を通り、ケーブルジャケット44は螺旋状の流体管及び導電体を包囲する。螺旋状に巻かれた流体管は、直線状の流体管よりも広い表面積をケーブルジャケットに提供し、流体管内部の暖まった流体及びケーブルから、より多くの熱伝導を利用可能にする。

【0019】

図7に示す形態では、流体管22、24がケーブルジャケット44と一体的に形成される。従って、流体管22、24はケーブルジャケットを成形する工程(extrusion)で形成される。ジャケットの中心を通るシールド導電体により、2つの流体管はジャケットの異なる壁面側に一体形成されるので、2つの流体管は分離された状態を維持できる。

【0020】

熱伝導支持ブロック165とプローブの熱交換部16との間の効率的な熱交換を促す方法が幾つか存在する。方法の1つは、熱交換部16をプローブのスペースフレームの一部として形成することである。スペースフレームは、通常、熱伝導性が高い材料であるアルミニウムにより形成される。その場合、図2に示す熱交換部16は音響スタック及び熱伝導支持ブロックを担うスペースフレームの横材又はクロスメンバ(cross member)であり、支持ブ
10
ロックはクロスメンバ16との間で熱を流す。流体管22から到来する流体がチャンネル(経路)を介して入り込み、アウトバウンド流体管を介して出て行くように、多数の流体経路(管)がクロスメンバ16により形成(又は配管)されてもよい。クロスメンバ16は支持ブロックによりそこに流れてきた熱により暖められるので、その熱はクロスメンバのチャンネルを介して流れる熱により運び出される。

【0021】

プローブにおける別の熱交換形態は、熱伝導支持ブロック165と熱をやりとりする熱交換部16にペルチェ装置(Peltier device)を含めることである。ペルチェ装置は2種類の金属による金属接合部を有する。接合部に電流が印加されると、一方の側が冷たくなり、他方の側が暖かくなる。支持ブロックとの間で熱的に接している冷たい側において、ペル
20
チェ装置が支持ブロックから熱を抽出する。流体管、コイル又は上記の熱交換部のチャンネルメンバは、流体管の流体を流し、ペルチェ装置の暖かい側で熱が流れ、アウトバウンド流体管24の流体により、装置の暖かい側からの熱を流して運び出す。

【0022】

図8、図9、図10には第3の熱交換形態が示されている。この形態では、流体の熱交換は熱伝導支持ブロックの中で行われる。図8は、2011年3月17日付けで出願された上記の米国特許出願第SN61/453690号と同様に、熱伝導音響減衰グラフィット支持ブロック(熱伝導特性及び音響減衰特性を有するグラフィット支持ブロック)が示されている。この例では、ブロック内部の複合的な構造を明確に表現するためにグラフィットを透明に描いている。音響減衰部材は、支持ブロック内の支持材料による複数の傾斜したシリンダ30として形成
30
されている。シリンダは、円筒部、円筒形状部等と言及されてもよい。シリンダ30は切断され又はグラフィットブロック20がドリルで穿孔され、マイクロバルーン又はその他の音響減衰粒子を包含するエポキシのような音響減衰材料で充填される。シリンダ30の上部(又はトップ)は集積回路160の背面に対する大きな面積の音響減衰部材を提供する。音響スタック及び集積回路の背後から生じる望まれない多くの音響エネルギーは、速やかに減衰材料の方に流れる。図8の斜視図及び図9の断面図に示されているようにシリンダは傾斜している
40
ので、ASICから遠ざかる方向であるZ軸方向に流れる音響エネルギーは、進行の途中のどこかで減衰材料に必ず遭遇することになる。好ましくは、Z軸方向において完全にグラフィットで形成された経路は存在せず、傾斜したシリンダは、集積回路の方に反射エネルギーを返さず、集積回路から遠ざかるように下側に向いた散乱角を形成する。実際には、Z軸方向の経路のほとんどを遮るには、経路の95%を遮断する程度で十分である。従って、シリンダを傾斜させることは、Z軸方向に向いた音響エネルギーの全部又は実質的に全部を減衰させることを保証する。

【0023】

しかしながら、熱はシリンダ30の間のグラフィットによる連続的な経路に至る。熱の流れは、高温領域から低温領域に向かうので(熱密度が高い方から低い方へ流れるので)、集積回路160及び音響スタック100から、熱が安全に放熱されてよい場所である支持ブロック165の下部の構造の側に遠ざかるように、熱は流れる。

【0024】

図9の断面図に示すように、流体による閉ループ冷却システムによれば、流体経路54が
50

支持ブロック165の中に形成されている。インバウンド(冷)流体管22は流体経路54の入口ポート52に結合され、アウトバウンド(暖)流体管24は流体経路54の出口ポート56に結合される。熱はASIC160から支持ブロック165に伝わるので、アウトバウンド流体管24を通じて、熱は支持ブロック及びプローブから遠ざかるように流体の流れにより運び出される。別個の熱交換部を用意することなく支持ブロック自体の中で熱交換を行うことができる。

【0025】

図10には、この技術の別の形態が示されている。この例では、熱伝導音響減衰支持ブロック165が高密度に多孔質性の発泡グラファイト(highly porous graphite foam)36により形成される。発泡グラファイトブロックの外部表面上にエポキシ樹脂38を塗布することにより、構造的に頑丈になることに加えて、エポキシ表面がASIC160に結合しやすくなる。孔はブロックの何れかの側のエポキシ層をドリルで穿孔することにより形成されてもよく、流体ポート52、56はホールの中に形成されてもよい。従って流体ポートはブロック165の高密度多孔質の内部に達する。多孔質性発泡グラファイトの開放構造(オープン構造)は、流体が一方のポートから他方のポートへ流れることを可能にする。冷たい流体は一方の側においてインバウンド流体管22から多孔質性発泡構造及び他方のポートを経てアウトバウンド流体管24に流れる。グラファイト36は、流体の流れにより熱が遠ざかるように、効果的に熱をブロック165に流し、オープン発泡構造は流体の流れを促し、グラファイト粒子は、音響スタックの背後からの音響エネルギーを適切に効果的に散乱して減衰させる。

。

【0026】

ケーブル28により発揮される程度より大きな放熱効果が必要とされる場合、更なる冷却又は冷却手段が超音波システムで実施されてもよい。この冷却(手段)はコネクタと超音波システムとの間で如何なる熱交換も行わずに実施されることが好ましく；プローブ、ケーブル及びコネクタの中で完全に閉ループ流体流を維持することが望ましい。図11において、流体経路60が貫通しているメタルプレート60が、電気ソケット34と一緒にコネクタ内に設けられている。アウトバウンド(暖)流体管はプレート60の流体経路の一方端に結合され、流体経路の他方端からポンプ26までの間に流体管23が結合されている。暖まった流体は、ポンプによりケーブル及びプローブに戻される前に、プレート60を経由することによりプレートが暖まる。プローブコネクタ32が超音波システム200に挿入され、電気ソケットが超音波システムの対応するプラグ34'に適合すると、超音波システムの他の流体経路プレート62と接するようにプレート60に圧力がかかる。プレート62は超音波システム内の装置によって冷却される。プローブと同様に超音波システムの中ではスペースや電力は、優先的な節約を必要とするほど重要ではないので、ほとんど自由な設計による冷却システムが超音波システムで使用されることが可能である。好ましい冷却システムは超音波システム内に設けられて給電される冷却/蒸発器(chiller/evaporator)68であり、流体管64、66及びプレート62の流体経路を介して、冷却された流体をポンプでくみ上げる(又は循環させられる)。従ってプレート62は周囲温度よりも非常に低い温度に冷却される。冷却されたプレート62とプローブからの流体により暖まったコネクタプレート60とによる金属同士の接触は、暖まったプレート60から冷えたプレート62へ流体の熱を速やかに効率的に移す機能を発揮する。プローブコネクタが超音波システムに接続されると、2つのプレート間で熱の移動が起こるが、プローブの構成要素と超音波システムとの間を超えて如何なる流体も流れない。

【0027】

上記の様々なシステムは当業者により適切に実施可能である。熱交換部が金属材料で形成されることは必須ではなく、グラファイト、シリコン又はその他の導電性材料のような他の導電性材料を使用することが可能である。ケーブルを屈曲させること、ケーブルをねじること、ケーブルを巻き付けること等に起因する流体管の障害(例えば、詰まってしまう問題)は、冗長的な流体管を利用することにより緩和させることが可能であり、例えば、ケーブルの周りに90度ずつ異なる位置に2つのインバウンド流体管と2つのアウトバウンド流体管とを交互に配置することが可能である。流れセンサ、圧力センサ、温度モニタリ

ング等を利用して流れを監視することにより、冷却システムの継続的な動作を保証することが可能である。温度及び圧力の変化に応じた流体の増減機能を提供するために、流体容器が流体ループに接続されていてもよい。

【図 1】

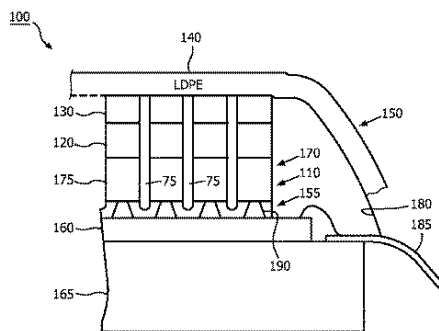


FIG. 1

【図 2】

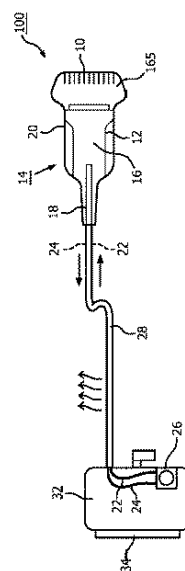


FIG. 2

【図 3】

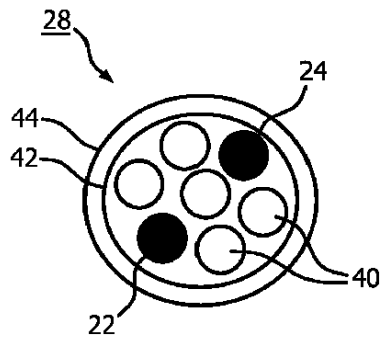


FIG. 3

【図 4】

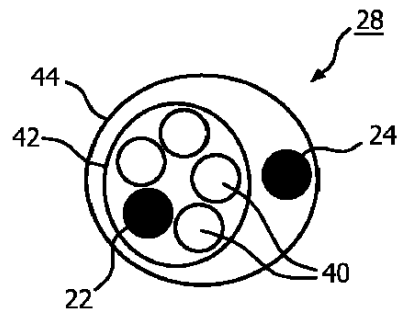


FIG. 4

【図 5】

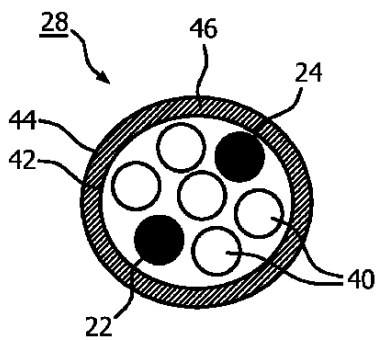


FIG. 5

【図 6】

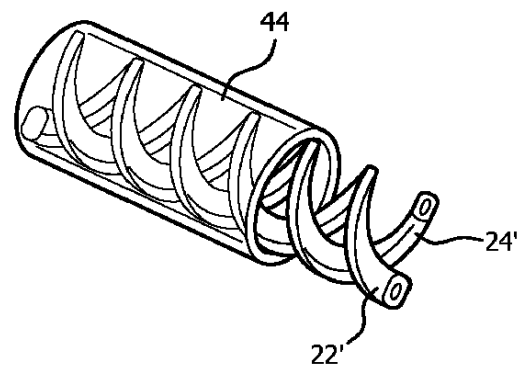


FIG. 6

【図 7】

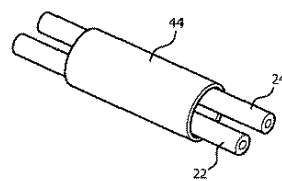


FIG. 7

【図 8】

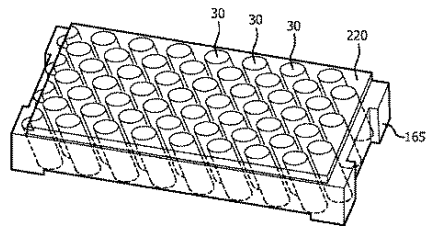


FIG. 8

【図 9】

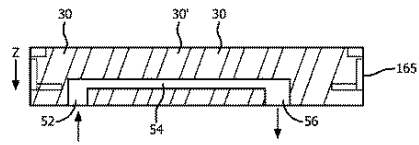


FIG. 9

【図 10】

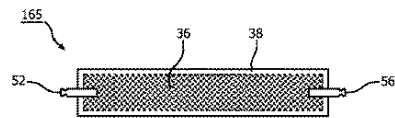


FIG. 10

【図 11】

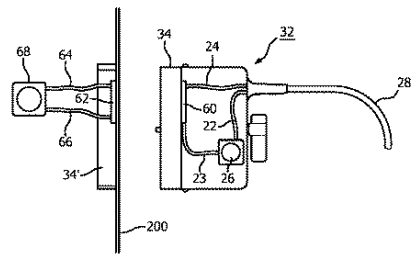


FIG. 11

フロントページの続き

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(72)発明者 ダヴィッドセン, リチャード エドワード

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
4 4

(72)発明者 スカーセラ, マイケル

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
4 4

(72)発明者 テイラー, ジェイムズ クリストファー

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
4 4

(72)発明者 ロビンソン, アンドリュー リー

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
4 4

(72)発明者 スドル, ヴォイテク

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
4 4

審査官 森口 正治

(56)参考文献 特開平09-294744 (JP, A)

特開2007-282743 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B 8/00-8/15

专利名称(译)	超声波换能器探头组件		
公开(公告)号	JP6149100B2	公开(公告)日	2017-06-14
申请号	JP2015501008	申请日	2013-03-01
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
[标]发明人	ダヴィッドセンリチャードエドワード スカーセラマイケル テイラージェームズクリストファー ロビンソンアンドリュースリー スドルヴォイテク		
发明人	ダヴィッドセン,リチャード エドワード スカーセラ,マイケル テイラー,ジェームズ クリストファー ロビンソン,アンドリュースリー スドル,ヴォイテク		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/4483 A61B8/546 G01S15/8915 G10K11/004 A61B8/4444 A61B8/4488 A61B8/4494 A61B2018/00023 G01S7/52079		
FI分类号	A61B8/14		
代理人(译)	伊藤忠彦		
优先权	61/613114 2012-03-20 US		
其他公开文献	JP2015510805A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

矩阵阵列，其包括通过所述换能器探头的盖耦合到所述换能器阵列和换能器元件的集成电路，以消散来自所述换能器阵列和集成电路产生的热量。探头连接器中的泵通过闭环系统泵送流体，该系统包括电缆中的入站流体管和出站流体管。电缆中的流体管道由电缆导体分开以进行测试（探针）。在探头的热传导由换能器支持块单元的热交换部分进行。超声系统的冷却部分的金属接触，附加的冷却单元可以被提供。

【図 1】

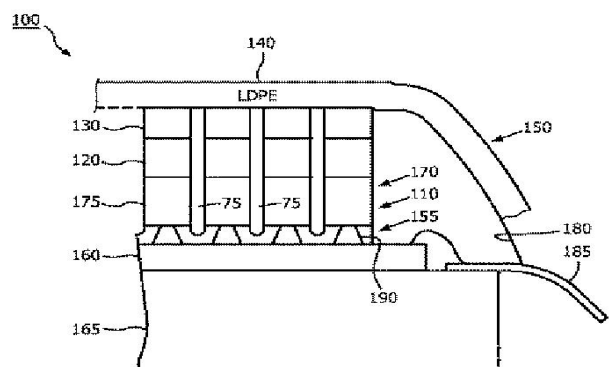


FIG. 1