

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5214734号
(P5214734)

(45) 発行日 平成25年6月19日 (2013. 6. 19)

(24) 登録日 平成25年3月8日 (2013. 3. 8)

(51) Int. Cl.	F I
HO 4 R 9/08 (2006. 01)	HO 4 R 9/08
HO 4 R 9/00 (2006. 01)	HO 4 R 9/00 C
HO 4 R 9/02 (2006. 01)	HO 4 R 9/02 1 O 2 A
HO 4 R 1/40 (2006. 01)	HO 4 R 1/40 3 2 O Z
HO 4 R 1/44 (2006. 01)	HO 4 R 1/40 3 1 O
請求項の数 20 (全 16 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2010-524834 (P2010-524834)	(73) 特許権者	510069711
(86) (22) 出願日	平成20年7月16日 (2008. 7. 16)		エイチ・ピー・ブイ・テクノロジーズ・インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2010-539788 (P2010-539788A)		アメリカ合衆国、カリフォルニア・92627、コスタ・メサ、ウエスト・シックスティーンズ・ストリート・760
(43) 公表日	平成22年12月16日 (2010. 12. 16)		
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/008706	(74) 代理人	110001173
(87) 国際公開番号	W02009/035491		特許業務法人川口国際特許事務所
(87) 国際公開日	平成21年3月19日 (2009. 3. 19)	(72) 発明者	シミデイアン, バハン, ザ・セカンド
審査請求日	平成23年4月5日 (2011. 4. 5)		アメリカ合衆国、カリフォルニア・92627、コスタ・メサ、ウエスト・シックスティーンズ・ストリート・760、エイチ・ピー・ブイ・テクノロジーズ・エル・エル・シー
(31) 優先権主張番号	11/855, 405		
(32) 優先日	平成19年9月14日 (2007. 9. 14)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 フルレンジ平面磁気マイクロホンおよびそのアレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

音の記録方法であって、

複数の磁石と、少なくとも2つの磁石の間に配置される張力をかけたダイヤフラムとを有する平面磁気変換器を設けるステップと、ダイヤフラムが、ボイスコイルを含み、磁石が、

(a) 少なくとも2つの磁石の間の距離が少なくとも1 mmであり、(b) ダイヤフラムに対して垂直である平面における少なくとも2つの磁石の間の平均磁束密度が、少なくとも0.35 Tであり、実質的に均一であり、(c) 第3の磁石とダイヤフラムの平面における少なくとも2つの磁石の一方との間の平均磁束密度が、少なくとも0.3 Tであるように互いに対して配置され、

ダイヤフラムは、ダイヤフラムの領域の少なくとも85%に亘って実質的に同一の張力を有し、さらに方法は

電気信号をボイスコイルから増幅器に供給するステップとを含む、音の記録方法。

【請求項 2】

ダイヤフラムが、圧縮および歪みのない状態で、10 db から100 db の範囲の音圧レベルで、100 Hz から20 kHz の周波数を有する音の記録を可能にするように十分に張力がかけられる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

ダイヤフラムが、圧縮および歪みのない状態で、10 db から140 db の範囲の音圧

レベルで、100 Hz から 20 kHz の周波数を有する音の記録を可能にするように十分に張力がかけられる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

変換器が、水中に沈められる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

ダイヤフラムが、電気絶縁層で被覆され、水中での記録を可能にする、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

変換器が、上部および下部を有し、ダイヤフラムが、上部と下部との間に配置され、上部および下部が、変換器の外側で水と流体連通状態にある複数の開口部を有する、請求項 4 に記載の方法。

10

【請求項 7】

第 2 の平面磁気変換器を設けるステップと、第 2 の平面磁気変換器を平面磁気変換器に接続し、それによって変換器のアレイを形成するステップとをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

変換器のアレイが、2 から 30 個の個別の平面磁気変換器を含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

アレイが、音の指向性捕捉を可能にするように構成される、請求項 7 に記載の方法。

20

【請求項 10】

アレイが、 50 cm^2 から 1000 cm^2 のアクティブな変換器膜領域を有する実質的に平坦な $n1 \times n2$ 構成を有し、 $n1$ および $n2$ が独立に、2 から 12（両端値を含む）の間の整数であり、 $n1/n2$ が、0.4 から 2.5（両端値を含む）である、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 11】

電気信号が、少なくとも 100 mV の最大電圧を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

第 2 の電気信号を変換器に供給し、それにより、変換器がマイクロホンとして動作されないときには、スピーカとして変換器を動作するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 13】

第 2 の電気信号が、変換器に変換器から 1 m の距離で 10 dB から 100 dB の範囲の音圧レベルで、100 Hz から 20 kHz の周波数を有する音を生成させる、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

観察システムであって、

任意に水中作動の平面磁気変換器の複数のアレイを含み、アレイのそれぞれが、音の指向性捕捉を可能にするように構成され、アレイのそれぞれが、複数の磁石と、少なくとも 2 つの磁石の間に配置される張力をかけたダイヤフラムとを有する平面磁気変換器を備え、ダイヤフラムがボイスコイルを含み、

40

磁石が、（a）少なくとも 2 つの磁石の間の距離が少なくとも 1 mm であり、（b）ダイヤフラムに対して垂直である平面における少なくとも 2 つの磁石の間の平均磁束密度が、少なくとも 0.35 T であり、実質的に均一であり、（c）第 3 の磁石とダイヤフラムの平面における少なくとも 2 つの磁石の一方との間の平均磁束密度が、少なくとも 0.3 T であるように互いに対して配置され、

ダイヤフラムは、ダイヤフラムの領域の少なくとも 85 % に亘って実質的に同一の張力を有し、

アレイの少なくとも 2 つに電子的に接続され、音放射物体の少なくとも 1 つの情報パラメータを決定するように構成される処理ユニットを備える、観察システム。

50

【請求項 15】

情報パラメータが、音放射物体の位置、音放射物体のタイプ、音放射物体の速度および音放射物体の通信信号からなる群から選択される、請求項 14 に記載の観察システム。

【請求項 16】

複数のアレイが、水中使用を可能にするように構成される、請求項 14 に記載の観察システム。

【請求項 17】

処理ユニットが、三角法、反響位置決定法および地震観測法からなる群から選択される少なくとも 1 つの動作を行うように構成される、請求項 14 に記載の観察システム。

【請求項 18】

複数のアレイに電子的に接続され、電気信号をアレイの少なくとも 1 つに供給するように構成され、それにより、スピーカとしてアレイの少なくとも 1 つを動作する増幅器をさらに含む、請求項 14 に記載の観察システム。

【請求項 19】

通信システムであって、

変換器のボイスコイルから第 1 の電気信号を増幅するように構成される第 1 の増幅器に電子的に接続されるフルレンジの平面磁気変換器と、

フルレンジの平面磁気変換器に電子的に接続され、第 2 の電気信号を変換器のボイスコイルに提供するように構成される第 2 の増幅器とを含み、

フルレンジの平面磁気変換器のそれぞれが、複数の磁石と、少なくとも 2 つの磁石の間に配置される張力をかけたダイヤフラムとを有する平面磁気変換器を備え、ダイヤフラムがボイスコイルを含み、

磁石が、(a) 少なくとも 2 つの磁石の間の距離が少なくとも 1 mm であり、(b) ダイヤフラムに対して垂直である平面における少なくとも 2 つの磁石の間の平均磁束密度が、少なくとも 0.35 T であり、実質的に均一であり、(c) 第 3 の磁石とダイヤフラムの平面における少なくとも 2 つの磁石の一方との間の平均磁束密度が、少なくとも 0.3 T であるように互いに対して配置され、

ダイヤフラムは、ダイヤフラムの領域の少なくとも 85 % に亘って実質的に同一の張力を有し、

第 1 の増幅器がさらに、第 1 の電気信号から音声出力信号を生成するように構成され、

第 2 の増幅器が、変換器から 1 m の距離で 10 db から 100 db の範囲の音圧レベルで、100 Hz から 20 kHz の周波数を有する音を生成するために変換器を駆動するように構成される、通信システム。

【請求項 20】

フルレンジの平面磁気変換器が、複数のフルレンジの平面磁気変換器のアレイの一部である、請求項 19 に記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、2007 年 9 月 14 日出願の係属中の米国特許出願番号第 11/855405 号に対する優先権を主張し、その内容は、本明細書に参照により組み込まれる。

【0002】

本発明の分野は、マイクロホンおよびそのアレイであり、特に平面磁気変換器を有するマイクロホンである。

【背景技術】

【0003】

マイクロホンは、音響信号を電気信号に変換する広く普及しているデバイスであり、電話、テープレコーダ、補聴器などをはじめとして多くのデバイスで見られることができ、変換器の選択は、変換器が利用される特定の音または環境によって決定されることが多い。

10

20

30

40

50

【0004】

たとえば、コンデンサマイクロホンまたはキャパシタマイクロホンは、キャパシタの一方のプレートとして作用するダイヤフラムを利用し、音が当たることによって生じる振動が、キャパシタプレート間の距離に変化を生じる。類似の原理が、エレクトレットコンデンサマイクロホンにおいて用いられ、永久に荷電または分極される誘電材料が、キャパシタ回路の一部である。他の実施例において、ダイナミックマイクロホンは、永久磁石の磁界に位置決めされる小型の可動コイルを利用し、コイルは、ダイヤフラムに取り付けられる。同様に、リボンマイクロホンは、磁界に吊るされる薄い通常は波形の金属リボンを利用し、リボンは、マイクロホン出力に電氣的に接続される。磁界内のリボンの振動が、電気信号を生成する。マイクロホンのさらに別のクラスにおいて、圧電材料が利用され、材料に当たる音圧が材料の中に電圧を生成する。

10

【0005】

しかしながら、知られているマイクロホンのほとんどすべては、特定のSPL（音圧レベル）範囲で動作するように設計され、したがって、低いSPLに敏感であり、高いSPLで歪むか、または低いSPL音に対する感度を犠牲にして高いSPLを許容するかのいずれかである。さらに、90dbを上回るSPLで、圧縮が通常必要とされるか、または歪みが著しく増大する。大半のマイクロホンでは、指向性に関するさらなる欠点に直面する。最も一般的には、指向性は、軸外音波の少なくとも一部が相殺されるか、または低減されるように、ハウジング設計によって達成される。残念なことに、特に高い指向性が望ましい場合には、そのようなマイクロホンの設計は、使用範囲を制限することが多い。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

さまざまなマイクロホンが当該技術分野では知られているが、それらのすべてまたはほとんどすべてには、1つ以上の欠点がある。したがって、特に、大きなダイナミックレンジおよび／または指向性が所望である場合には、改善したマイクロホンのための改善した構成および方法を提供することに対する需要が依然としてある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、好ましくはフルレンジの平面磁気変換器が、少なくとも100Hzから20kHzの周波数スペクトルにおいて、きわめて大きなダイナミックレンジを有するマイクロホンとして利用される構成および方法に関する。最も好ましくは、マイクロホンはまた、水中での使用を可能にするように構成され、さらに好ましい態様において、2つ以上の変換器が、マイクロホンの増大した指向性および感度を提供するために、アレイに配置される。

30

【0008】

本発明主題の一態様において、音を記録する方法は、複数の磁石および少なくとも2つの磁石の間に配置される張力をかけたダイヤフラムを有する平面磁気変換器を設けるステップを含み、ダイヤフラムは、ボイスコイルを含み、磁石は、磁石のうちの少なくとも2つの間の距離が少なくとも1mm、より好ましくは少なくとも2mm、さらにより好ましくは少なくとも4mm、最も好ましくは少なくとも5mmであるように互いに対して配置され、ダイヤフラムに対して垂直である平面における少なくとも2つの磁石の間の平均磁束密度は、少なくとも0.35Tであり、実質的に均一であり、第3の磁石とダイヤフラムの平面における少なくとも2つの磁石の一方との間の平均磁束密度は、少なくとも0.3Tである。別のステップにおいて、ボイスコイルからの電気信号は、増幅器に供給される。

40

【0009】

最も好ましくは、ダイヤフラムは、圧縮および歪みのない状態で、10dbから100dbの範囲、より一般的には10dbから120db、最も一般的には10dbから140db（およびそれ以上高い）の音圧レベルで、100Hzから20kHzの周波数を有

50

する音の記録を可能にするように十分に張力がかけられる。これらのパラメータに基づき、平面磁気マイクロホン出力が予想外に高く、通常の構成が前置増幅器なしで動作されることができると留意すべきである。SPLに応じて、検討されるマイクロホンからの出力電圧は、これまで知られている一般的なデバイスの10,000倍を超える数ボルトもの高さであってもよい。さらに、検討されるマイクロホンは、通常100Hzから20kHzのフルレンジの周波数範囲にわたって動作する。

【0010】

さらに好ましい態様において、ボイスコイル、より一般的には、ダイヤフラム全体が、電気絶縁層で被覆され、水中での記録を可能にする。そのような実施形態において、変換器が上部および下部を有し、ダイヤフラムが上部と下部との間に配置され、上部および下部が変換器の外側で水と流体連通状態にある複数の開口部を有することが一般に好ましい。

10

【0011】

所望であれば、第2の平面磁気変換器が設けられ、平面磁気変換器に接続され、それによって変換器のアレイを形成することが検討される。そのようなアレイは有利には、2から30個の個別の変換器を含んでもよく、最も好ましくは音の指向性捕捉を可能にするように構成される。たとえば、適切なアレイは 150 cm^2 から 1000 cm^2 のアクティブな変換器膜領域を有する実質的に平坦な $n1 \times n2$ 構成を有してもよく、 $n1$ および $n2$ は独立に、2から12（両端値を含む）の間の整数であり、 $n1/n2$ は、0.4から2.5（両端値を含む）である。さらに、本明細書において検討される方法はさらに、第2の電気信号を変換器に供給し、それにより、変換器がマイクロホンとして動作しない場合には、スピーカとして変換器を動作するステップを含んでもよい。そのような電気信号は次に、変換器に10dBから100dBの範囲、より一般的には10dBから120dB、最も一般的には10dBから140dBの音圧レベルで、100Hzから20kHzの周波数を有する音を生成させてもよい。

20

【0012】

本発明主題の別の態様において、観察システムは、任意に水中作動の平面磁気変換器の複数のアレイを含んでもよく、アレイのそれぞれは、音の指向性捕捉を可能にするように構成される。アレイの少なくとも2つに電子的に接続され、音放射物体の少なくとも1つの情報パラメータを決定するように構成される処理ユニットがさらに、設けられる。他の適切な情報パラメータの中で、パラメータは、音放射物体の位置、音放射物体のタイプ、音放射物体の速度および音放射物体の通信信号からなる群から選択されることが好ましい。最も好ましくは、アレイは、水中使用を可能にするように構成され、および／または処理ユニットは、三角法、反響位置決定法および地震観測法からなる群から選択される少なくとも1つの動作を行うように構成される。さらに、検討されるシステムはまた、複数のアレイに電子的に接続され、電気信号をアレイの少なくとも1つに供給するように構成され、それにより、スピーカとしてアレイの少なくとも1つを動作する増幅器を含んでもよい。

30

【0013】

本発明主題のさらに別の態様において、通信システムは、(1)変換器のボイスコイルから第1の電気信号を増幅するように構成される第1の増幅器に電子的に接続されるフルレンジの平面磁気変換器および(2)フルレンジの平面磁気変換器に電子的に接続され、第2の電気信号を変換器のボイスコイルに提供するように構成される第2の増幅器を有してもよく、第1の増幅器はさらに、第1の電気信号から音声出力信号を生成するように構成され、第2の増幅器は、10dBから少なくとも100dBの範囲の音圧レベルで、少なくとも100Hzから20kHzの周波数を有する音を生成するために変換器を駆動するように構成される。所望であれば、検討される通信システムにおいて、複数のフルレンジの平面磁気変換器は、アレイとして構成されてもよい。

40

【0014】

本発明の種々の目的、特徴、態様および利点は、本発明の好ましい実施形態の以下の詳

50

細な説明からより明白となる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1A】本発明主題による例示の平面磁気変換器の概略図である。

【図1B】本発明主題による例示の平面磁気変換器の断面の概略図である。

【図2A】2本の棒磁石の間の垂直間隙における磁束密度を示すグラフである。

【図2B】ダイヤフラムの平面における2本の棒磁石の間の水平面における磁束密度を示すグラフである。

【図3】本発明主題による平面磁気マイクロホンの6×4アレイの写真である。

【図4】検討される平面マイクロホンを用いた例示の観察システムの概略図である。

【図5】検討される平面マイクロホンを用いた例示の通信システムの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明者らは、平面磁気スピーカが数々の予期しないきわめて望ましい特性を有するマイクロホンとして動作されることができ、それにより、マイクロホンとして機能するが、そのような逆転は通常、許容可能でない音質、低感度を結果として生じ、したがって低い信号対雑音比を結果として生じることが多いことが一般に認識されている。対照的に、特に検討される平面磁気スピーカがマイクロホンとして利用される場合には、本発明者らはさらに、そのようなマイクロホンが優れた感度、音質およびダイナミックレンジを提供することを発見した。実際に、本発明主題による平面磁気マイクロホンを用いて、10 dB（およびさらに低くてもよい）から150 dB（およびさらに高くてもよい）のSPLを有する音が、少なくとも100 Hzから20 kHzの周波数範囲にわたって、音質の歪みまたは損失を生じることなく、正確に記録されることができ、

【0017】

そのような差は、平均0.5インチのマイクロホン（ダイナミックマイクロホンのダイヤフラムの直径）を本明細書に提示される例示の平面磁気変換器と比較する場合に、容易に明白である。0.5インチのマイクロホンのダイヤフラムの表面積は、約1.2 cm²と計算されるが、一般に検討される変換器のダイヤフラムの表面積は、約170 cm²であり、ダイヤフラム面積において142倍増大する。特定のSPLに関してcm²当たり同一の電圧出力を得ると仮定すると、検討される変換器は、142倍高い電圧出力を生成することができる（43 dB高いレベルに等しい）。したがって、検討される平面磁気変換器は実質的により低い電気増幅を必要とすることを認識すべきである。実際には、本明細書において提示される平面磁気変換器の大半は、前置増幅器のない状態で動作されることができる。これに関連して、通常のマイクロホン信号を増幅するために必要な高い増幅器ゲインは、電気雑音を生じ、さらには、SPLスペクトルの下端における音の記録可能性を制限することを十分に認識すべきである。したがって、本明細書において検討される平面磁気変換器が、43 dB高い電気出力を提供するため、（従来のマイクロホンに比べて）43 dB弱い音を記録することができ、聴音距離が劇的に増大する。そのような利点は、平面磁気変換器がアレイにおいて共に接続されるときにさらに明白となり、効果的にダイヤフラム面積をさらに増大する。たとえば、検討される変換器の2×3アレイは、高い周辺雑音レベル（都市交通および産業雑音）環境において約450フィートの距離で、比類なき透明度で正常音レベルを獲得することができるマイクロホンとして作動された。

【0018】

例示の平面磁気変換器100Aは、図1Aに概略的に示され、ダイヤフラムの一部が、下にある棒磁石、スペーサ要素および他の構成要素を露出させるために除去されている。ここで、固定子枠110Aは、音が入り、熱が放散される複数の穿孔112Aを有する。棒磁石120Aは、（北[N]および南[S]によって示されるような）交互の極性によって、平行な態様で、固定子に接続される。磁石の適切な取り付け配置および距離は、ス

10

20

30

40

50

ペーサ要素 130 A (1つのみのスペーサが図示される) によって維持され、磁石を固定子に保持する接続材料における張力も低減する。そのようなスペーサは、隣接する磁石の比較的小さな間隙が磁石間に著しい誘引力をもたらすように、磁石がきわめて強力である場合に特に有利である。矢印 140 A は、隣接する磁石間の磁界の方向を示している。ダイヤフラム 150 A は、固定子 110 A に取り付けて、導電トレース 160 A をさらに含む。導電トレース 160 A は、隣接する磁石間の間隙の上を走り、電流が、矢印 170 A によって示されるように、隣接する磁石間の磁界に対して一方向に流れるような配置を有する。導電トレースの両端は、電気端子 162 A で終端する。ダイヤフラムのアクティブ (すなわち、可動) 領域は、空洞 (以下も参照のこと) の一部を形成する壁 114 A によって画定される空間内に位置付けられる。

10

【0019】

図 1 B は、ハウジングが上部固定子 110 B および下部固定子 110 B' をそれぞれ有する例示の平面磁気変換器 100 B の垂直断面を示す。固定子の間にダイヤフラム 150 B が配置され、ダイヤフラム 150 B はまた、対向する磁石が (北 [N] および南 [S] によって示されるような) 同一の極性によって互いに面するように、対向する磁石 120 B と 120 B' との間の中心に配置される。ダイヤフラム 150 B は、ボイスコイル 160 B を分離するために、電気絶縁層を提供する最上層および最下層 122 B によって任意に覆われる。上述のように、固定子は、磁石およびダイヤフラムを収容するために、空洞を画定するための壁 114 B と、音を入れ、熱を逃がすことを可能にするための穿孔 112 B とを有する。水平磁束は、140 B によって示され、垂直磁束は、142 B によって示される。電流は、音圧 F によって導電トレース 160 B に誘導され、ダイヤフラムおよびボイスコイル 160 B を磁界に移動させる。

20

【0020】

本明細書に提示される平面磁気変換器は、x 軸 (ダイヤフラムの平面に対して平行である軸として定義される) における比較的高い磁界強度を提供する磁石を有することが一般に検討される。したがって、特に好ましい態様において、磁石は、ネオジムまたは他の希土類金属のみまたは 1 つ以上の希土類金属、鉄および/またはホウ素との組み合わせを含む。本発明主題の好ましい態様において、磁石は、対向する隣接極性を有する平行な棒のアレイに配置される棒磁石である。最も好ましくは、対応する棒磁石の第 2 の系列は、同一の極性を有する第 1 のアレイと面し、それにより、プッシュプルシステムを形成する。しかしながら、磁気間隙が、(x 軸および y 軸において) 少なくとも 0.3 T の磁界において、大きなダイヤフラムの偏位を可能にする特性によって、達成されることができると、数々の代替構成もまた、適切と考えられ、湾曲または他の方法で不規則に成形された棒磁石、環状磁石などを含む。

30

【0021】

磁石の特定の配置に関係なく、x 軸における磁石間の磁界強度は、少なくとも 0.35 T であることが特に好ましく、より好ましくは少なくとも 0.4 T、さらにより好ましくは少なくとも 0.45 T、最も好ましくは 0.5 T 以上である。さらに、本発明者らは、y 軸における磁石間の空間の少なくとも 70%、より好ましくは少なくとも 80%、最も好ましくは少なくとも 85% が、少なくとも 0.4 T、より好ましくは少なくとも 0.45 T、最も好ましくは 0.5 T 以上の実質的に均一の磁界強度を有する磁石配置においては、実質的に向上される性能が得られることを発見した。したがって、第 3 の磁石とダイヤフラムの平面における少なくとも 2 つの磁石の一方との間の平均磁束密度は、少なくとも 0.3 T である (本明細書で用いられるとき、平均磁束密度は、間隙 [対向する磁石または隣接する磁石のいずれかの間] の少なくとも 60% に存在する磁束密度を指す)。

40

【0022】

そのような状態は通常、比較的近接してそれぞれの固定子に高強度の磁石を配置して維持することによって達成される。大半の状況下で、そのような強度の磁石は、隣接する磁石間の引力が支援のない一つずつの形式で手で持って取り付けのためには強すぎるため、手動工程で取り付け可能ではないことを留意すべきである。したがって、磁石は、隣接す

50

る磁石間でスペーサ要素によって所定の位置に固定されることが通常、好ましい。固定子への磁石の接続は次に、当該技術分野で知られている種々の方法（任意の溝）を用いて行われてもよい。しかしながら、磁石は、高強度の接着剤（たとえば、アクリレートベースの接着剤）を用いて固定子に固定されることが一般に好ましい。スペーサ要素（たとえば、ガラス状炭素、バルサ材、グラスファイバなどを含む）が、隣接する磁石のために一定の距離を提供するだけでなく、隣接する磁石が互いに（たとえば、高強度の接着剤などを介して）固定される固着具としても作用し得ることをさらに十分認識すべきである。したがって、スペーサはまた、安定化要素としても作用し、固定子と個別の磁石との間の接合における応力を低減する。

【0023】

y 軸における磁界強度の測定の代表的な結果が、図 2 A（示されるように、磁石とダイヤフラムとの間の垂直距離の中で）に示されており、図 2 B は、磁石からダイヤフラムまでの距離に等しい垂直距離にある磁石の x 軸における磁界強度の測定を示す。図から分かるように、y 軸における磁界強度は、きわめて均一であり、磁石間の垂直間隙の大きな範囲にわたって強力である。そのような構成において、コイルが、少なくとも 0.3 T、より好ましくは少なくとも 0.35 T、最も好ましくは少なくとも 0.4 T の x 軸における磁界強度に曝されるように、ボイスコイル（またはボイスコイルの複数のトレース）を位置決めすることが通常好ましい。磁石の特定の構造に応じて、ボイスコイルに関してトレースの正確な数は、相当変化する可能性があることを認識すべきである。したがって、1 つまたは複数のトレース（通常、平行である）が、特に予想され、アクティブな（可動）ダイヤフラム領域の少なくとも 50 %、より一般的には少なくとも 60 %、最も一般的には少なくとも 70 % が、ボイスコイルによって覆われる（用語「ボイスコイル」は、本明細書で用いられるとき、ダイヤフラム上の導電トレースを指し、複数のトレースは、図 1 A および図 1 B に示されているように、互いに隣接しており、用語「ボイスコイル」はまた、2 つの隣接する磁石間の間隙または上に配置される導電トレース間の空間を含む）。

【0024】

間隙に対して、2 つの対向する磁石（通常、同一の極性を呈する）間の垂直間隙が、相当の程度まで磁石に用いられる磁気材料の強度およびボイスコイルへの所望の電流によって決定されることが一般に検討される。しかしながら、特に好ましい態様において、2 つの対向する磁石間の間隙は、少なくとも 1 mm であり、より好ましくは少なくとも 2 から 3 mm であり、最も好ましくは 4 から 5 mm（およびそれ以上）である。ダイヤフラムが、x 軸の方向において、少なくとも 0.4 T、より一般的には少なくとも 0.5 T の平均磁界強度を確保する磁石からの垂直距離に位置決めされる場合に、そのような間隙の幅が特に好ましい。したがって、ダイヤフラムに対して垂直である平面において、少なくとも 2 つの磁石間の平均磁束密度が、少なくとも 0.35 T であり、実質的に均一である（実質的に均一とは、15 % 未満の絶対値の偏差を指す）。結果として、少なくとも部分的には、磁石間の垂直間隙の大部分（少なくとも 70 %、より一般的には少なくとも 80 %）にわたって比較的強く均一な磁界強度のために、ダイヤフラムは、実質的に改善した範囲の偏位を有し、数ボルトまでのきわめて広い範囲の音圧レベルの電流を生成する。したがって、以下に挙げるさらなる要因のために、ダイナミックレンジおよび効率は、実質的に向上され、全体的な高調波歪みは、実質的に削減されて、これまでに達成されなかった感度、SPL レベル範囲、透明度を可能にする。異なる観点から見れば、音圧によって移動される全体領域が、直ちに均一に電流を生成することを十分に理解すべきである。

【0025】

さまざまなタイプの磁石が本明細書において提示される本発明主題と共に用いるのに適していることが検討され、特に適切な磁石は、少なくとも 2000 ガウス、より好ましくは少なくとも 2500 ガウス、さらにより好ましくは少なくとも 3000 ガウス、最も好ましくは少なくとも 3500 ガウスの表面磁界を有するネオジム磁石が挙げられる。別の観点から見れば、特に好ましい磁石としては、種々の等級（たとえば、N35、N38、N42、N50、N54）の鉄および／またはホウ素を有するネオジム磁石が挙げられ、

これらは、好ましくは100℃の温度まで、より好ましくは120℃、最も好ましくは150℃（およびそれ以上）の動作のための温度定格を有する。あるいは、あまり好ましくない態様において、適切な磁石はまた、サマリウム-コバルト磁石が挙げられ、さらにあまり好ましくないものとして電磁石が挙げられる。

【0026】

磁界密度は、磁石の列間のほか、磁石の間隙の深さに沿ってきわめて線形であることに留意すべきである。このことは、音響駆動力と可動ダイヤフラムおよびボイスコイルから最小の歪みで得られる誘導電流との間に線形関係を作り出すのに役立つ。最も好ましくはダイヤフラムは、アクティブ固定子の平面に適切に張力が加えられて引っ張られる。これは、ダイヤフラムの表面にわたって均等に分散されるきわめて強い一様な駆動力と共に、

10

【0027】

磁石は、好ましくは隣接する磁石においてN極およびS極が交互になるように配置され、鋼固定子が磁気回路に近いことをさらに留意すべきである。したがって、固定子は、2つ以上の目的を果たしており、すなわち、（a）磁石用の取り付け支持体を提供することと、（b）磁石の間に磁気回路を近づけることと、（c）引っ張られたダイヤフラムが接合される平面を提供することである。固定子（アクティブ固定子）の1つに、プリントまたはエッチングされた導電コイルを有する薄いダイヤフラムが、引っ張られて接合され、導電トレースは、所定のパターンで磁石間の中心に配置される。トレースは、電流が導体の同一の方向に誘導されるように、ダイヤフラムの表面上に配置される。別の観点から見れば、ダイヤフラムが方向を変えるとき、誘導電流がボイスコイルにおいて方向を変えることに留意すべきである。さらに、ダイヤフラムが可とう性であったとしても、ボイスコイルが存在する領域におけるダイヤフラムのピストン運動を提供することを留意すべきである。最も一般的には、ボイスコイルは、そのアクティブ（可動）表面の60%を上回る部分を覆い、より一般的には、70%を上回る部分を覆い、最も一般的には80%を上回る部分を覆う。

20

【0028】

基本的な構造において、検討される変換器は通常、双極子として動作する。双極子マイクロホンは、等しい強度であるが、逆位相を有するダイヤフラムの両側で音を検知する（前方音波および後方音波が変換器の側で遭遇して、相殺し、典型的な8の字形をもたらす）。したがって、側面、上部および下部の音は、ほとんど完全に相殺され、前方側および後方側の指向性が達成される。双極子変換器が閉鎖キャビネットに取り付けられる場合には、単極特性が達成される。所望であれば、開放エンクロージャを用いることができ、後方波を吸収して、著しく低減した後方感度で側面における音の相殺を維持するカージオイド特性を得ることができる。

30

【0029】

上述の構造は、ダイヤフラムに対する力の相当の印加を可能にするため、本発明者らは、適切なダイヤフラム張力および取り付けが、検討される変換器の性能にとって重要であることと、ダイヤフラム（すなわち、膜）を引っ張るときの均一性が、高性能に著しく寄与する要因であることを認識した。したがって、本発明主題の特に好ましい態様において、ダイヤフラムのアクティブ領域の少なくとも85%、より一般的には少なくとも90%、最も一般的には少なくとも95%（およびそれ以上）が、実質的に同一の張力（すなわち、特定の位置における特定の偏向のために必要な力が、別の位置における同一の偏向のために必要な力の10%以下の絶対変動を有する）を有することが検討される。適切な張力は通常、利用される具体的な材料に左右され、当業者には、具体的な材料に関する適切な張力範囲が通知されることが検討される。一実施例において、種々のポリエステルおよび特にMYLAR（TM）（DuPont：ポリエチレンテレフタレートフィルム）が、ダイヤフラム材料として利用され、フォトリソグラフィによって堆積されるボイスコイルトレースを含む。あるいは、特にきわめて高いSPLの場合には、ダイヤフラム材料はまた、KAPTON（TM）（DuPont：ジアミンおよびピロメリット酸の縮合生成物

40

50

）をはじめとするポリアミドフィルムを含んでもよい。適切な張力範囲は、そのような材料の技術者には知られており、これらの張力のすべて（材料の弾性範囲の上端の50%まで、より好ましくは70%まで、さらにより好ましくは85%まで、最も好ましくは95%まで）が、本明細書において用いるのに適していると考えられる。別の観点から見れば、検討される変換器のダイヤフラムには、 1 N/cm^2 から約 30 N/cm^2 の力、より一般的には 3 N/cm^2 から約 20 N/cm^2 の力、最も一般的には 5 N/cm^2 から約 15 N/cm^2 の力が、ダイヤフラムが固定子に装着されるときに、ダイヤフラムが磁石に触れることとなる張力がかけられる。

【0030】

さらに、ダイヤフラムのx方向およびy方向においてダイヤフラムに張力をかけるための力は、同一であってもよく、または異なってもよいことは十分に認識されるべきである。たとえば、一実施形態において、ダイヤフラムは、等しい力で張力がかけられるが、他のダイヤフラムにおいて、力は、少なくとも10%異なり、より一般的には少なくとも25%異なる。張力をかける方法に関係なく、張力をかける好ましい方法は、力の定量化可能な印加を可能にし、それにより一貫したバッチ間の張力印加を確保することを十分に認識すべきである。ダイヤフラムがキャリアにおいて予め張力をかけられ、予め張力をかけた状態でキャリアにおいて枠に取り付けられてもよい。ダイヤフラムは張力がかけられることと、枠（磁石および他の構成要素を含む）が、張力下で張力をかけたダイヤフラムに取り付けられることが一般に好ましい。当該技術分野では知られている取り付け方法は数多くあり、適切な方法としては、硬化性樹脂、接着剤および他の化合物を用いた取り付け具が挙げられる。あるいは、あまり好ましくない態様において、締付け具および／または張力リッジもまた、適切である可能性がある。さらに別に検討される態様において、張力印加および取り付けもまた、市販のサービス（たとえば、HPV Technologiesの張力／取り付けプロトコル14-1）を用いてもよい。均一なダイヤフラム張力印加は、共振周波数における減衰を著しく提供し、均一な周波数応答を確保し、歪みを低減することを特に十分に認識すべきである。したがって、アクティブなダイヤフラム領域の少なくとも90から95%の張力印加の均一性が通常、好ましい。あるいはまたはさらに、減衰材料が含まれてもよく、適切な材料は、材料を通る空気の流れを可能にするすべての材料を含む。しかしながら、特に好ましい材料としては、不織布およびフェルト（これもまた環境要因／因子からの物理的保護を提供し得る）が挙げられる。

【0031】

導電トレースは、当該技術分野では知られているすべての方法において、ダイヤフラム上に形成されてもよく、好ましくはフォトリソグラフィによる方法、ダイヤフラムに導電材料を溶融圧着すること、ダイヤフラム材料に導電トレースをインサイチュで生成することなどが挙げられる。さらに、ボイスコイルは、ダイヤフラムの一方の側のみに存在することが一般に好ましいが、トレースはまた、ダイヤフラムの両側に配置されてもよい。さらに、所望であれば、導電トレースを有するダイヤフラムはまた、材料の2つの別の層（好ましくは薄層）の間に積層され、ダイヤフラムが導電材料および特に水に対して露出される場合には、電気絶縁を提供する。複数のダイヤフラムもまた、適切であると考えられることもさらに留意すべきである。そのような場合には、ダイヤフラムは、少なくとも一方の側にボイスコイルを保持し、通常、絶縁材料の交差層を含む。

【0032】

特に好ましい態様において、ダイヤフラムの少なくとも一部（最も一般的には、ボイスコイルを含んでいる部分）は、電気絶縁材料の層によって覆われ、この層は、当該技術分野では知られている数々の方法でダイヤフラムに堆積されてもよい。他のオプションの中で、絶縁層は、1つの層において吹き付け被覆、積層または他の方法で堆積されてもよいことが検討される。同様に、ダイヤフラムおよび／またはボイスコイルを覆うために利用可能な適切な絶縁材料が数多くあり、特に検討される材料としては、種々の任意の置換ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレートなどが挙げられる。あるいは、絶縁層はまた、ダイヤフラムの上に被覆される熱可塑性材料または蒸着の上に重合およ

び／またはゲル化される材料であってもよい。そのような変換器は有利には、ハイドロホンとして深さに関係なく、水中で用いられてもよい。検討される変換器は既に、非常に優れた指向性を呈するため、水における音の伝搬のために、検討されるハイドロホンは、きわめて高い感度および指向性のマイクロホンを提供することを留意すべきである。他の用途の中で、そのようなマイクロホンは、水中作業（自然およびその他）のためのリスニングデバイスとして利用されてもよく、たとえば、ブイベースのマイクロホンネットワークまたは展開可能なリスニングデバイスとして利用されてもよい。

【0033】

特定の音圧レベルがダイヤフラムを移動する力を生成するため、マイクロホン感度は一般に、ダイヤフラム表面に左右されることを留意すべきである。より高い力がダイヤフラムをさらに動かし、したがって、より高い電圧を生成する。本明細書において検討される変換器は、強い磁界の中で、ダイヤフラム偏位に関して広い範囲を提供するため、ダイヤフラムが強く張力をかけられた膜であるため、検討される平面磁気変換器は、きわめて高い SPL に関して、通常、圧縮または他の信号操作を必要とすることなく、きわめて感度が高く、指向性できわめて低い歪みのマイクロホンとして用いられることができる。さらに（他の要因の中で）、ダイヤフラムを固定子または減衰材料に押し付けるために、相当の力が必要とされるため、きわめて大きな音（たとえば、 $> 160\text{ dB}$ 、ジェットエンジン、ロケットエンジン、爆発などの近い位置での記録）を歪みなしで記録することができる。

【0034】

複数の平面磁気変換器のアレイに対して、アレイの具体的な幾何構成は、マイクロホンの音響性能を少なくとも部分的に決定することを十分に認識すべきである。たとえば、アレイが凸形または他の確実に湾曲された幾何構成（正の曲率は水平および／または垂直であってもよい）を有する場合には、捕捉範囲は、より広い角度を含んでもよい。他方、複数の（たとえば、24個またはそれ以上の）変換器が、平面型アレイにおいて利用される場合には、捕捉範囲は、比較的狭くてもよい（通常、 10° 未満）。平面磁気変換器の1つの例示の 6×4 平面型アレイが、図3に示されている。

【0035】

検討される変換器およびアレイは、種々の方法で利用されてもよく、知られている方法のすべてが本明細書において用いるのに適していると考えられる。しかしながら、変換器およびアレイは、高い感度および／または指向性が特に望ましい構造および方法において利用されてもよいことが特に好ましい。たとえば、観察システムは、平面磁気変換器の複数のアレイ（たとえば、地上または水中であってもよい）を含んでもよく、アレイのそれぞれは、音の指向性捕捉を可能にするように構成される。最も好ましくは、必須ではないが、指向性捕捉は、カージオイド特性または単極特性を有する。そのようなシステムはさらに、アレイの少なくとも2つに電子的に接続され、音放射物体の1つ以上の情報パラメータを決定するように構成される処理ユニットを含む。

【0036】

たとえば、図4は、個別のアレイ 420A、420B および 420C を有する例示の観察システム 400 を概略的に示す。各アレイは、処理ユニット 430 に電子的に接続され、複数のアレイに電子的に接続され、電気信号をアレイの少なくとも1つに供給するように構成され、それにより、スピーカとしてアレイの少なくとも1つを動作する増幅器 440 をさらに含んでもよい（増幅器は、アレイと一体であってもよく、または処理ユニットから分離されてもよい）。最も好ましくは、アレイのそれぞれは、アレイの少なくとも一時的に静止した用途を可能にするベースユニット 422A（422B、422C）を含む。そのようなベースユニットは最も好ましくは、少なくとも1つの空間軸を中心としたアレイの動きを可能にするように構成される。次に、少なくとも1つのアレイ 424A（424B、424C）が、ベースユニットに接続され、最も好ましくは、指向性の構造を有するマイクロホンアレイ（たとえば、平面型単極 6×4 アレイ）として動作される。さらなるアレイ 426A（426B、426C）は、同一のベースユニットに接続されてもよ

く、第1のアレイに対して独立に可動であってもよい。アレイは、陸上用途、水中用途または空中用途のために構成されてもよい。

【0037】

アレイによって取得される信号は次に、信号が情報パラメータに関して解析される処理ユニットに送信される。音放射物体410の性質に応じて、情報パラメータは相当変化してもよいことを十分に認識すべきである。たとえば、音放射物体が移動物体である場合には、情報パラメータは、物体の距離、物体の速度、物体の数および／または物体のサイズを含んでもよい。他方、音放射物体が、地形である場合には、情報パラメータは、物体の距離、物体の化学組成、物体のサイズなどを含んでもよい。さらに別の実施例において、音放射物体は、音源であってもよく、情報パラメータは、通信信号（たとえば、符号化信号または音声信号）を含んでもよい。したがって、処理ユニットは、音解析、三角法、反響位置決定法および／または地震観測法を行うためにプログラムされてもよいことを認識すべきである。

10

【0038】

さらに、同一のマイクロホン変換器はまた、電流がボイスコイルに送り出されるスピーカとして用いられることもできることを留意すべきである。そのようなシナリオにおいて、強い磁界および張力をかけたダイヤフラムの利点は、きわめて高い音圧レベル（たとえば、140 dBより高い）で正確な方法で、フルレンジ（すなわち、少なくとも100 Hzから20 kHz）における音を再現する能力にそのまま言い換える。検討される変換器および特に検討される変換器のアレイは、変換器が、指向性スピーカおよび／またはきわめて感度が高く指向性で歪みの低いマイクロホンとして動作されることができるよう構成されることができる。最も一般的には、両方の用途向けの電子回路が、別個に提供されるが、組み合わせた動作ユニットにおいて提供されることもできる。したがって、同一の変換器の機能は、たとえば、スイッチの切り替えまたはマウスのクリックで逆転させることができ、音を生成するために、増幅器から変換器への音声信号の供給または変換器によって取得された音を再現するために、増幅器への変換器信号の経路指定を行う。

20

【0039】

したがって、検討される変換器は、正確な音（再現）生成および感度を有する長距離「トランシーバ」として用いられることができることを十分に認識すべきである。予備試験は、強力スピーカとして変換器アレイを用いて数百メートル離れた人にメッセージを明瞭に送ることができ、スイッチの切り替えによって、マイクロホンとして同一のアレイを用いて返事を拾うことができることを示した。同様に、防水変換器が利用される場合には、「トランシーバ」スタイルで潜水艦の間で音を送ることができることが検討される。したがって、比較的大きなアレイを利用することによって、実時間音声メッセージを数マイルの距離にわたってやりとりすることができる。たとえば、一方の潜水艦のアレイは、音声メッセージを送るために、スピーカとして用いられることができ、他方の潜水艦では、アレイは、メッセージを拾うために、感度の高い指向性マイクロホンとして用いられることができる。検討されるシステムを用いて、音声通信のみが伝送されることができるとはではなく、（たとえば、潜水艦の間の水中モデム通信を可能にするストリーミングデータの送受信を行うために）デジタル信号もまた伝送することができることを認識されるべきである。そのような場合には、毎秒ビットレートは、送られる信号がアレイの作動周波数範囲100 Hzから20 KHzの範囲内にあるように調整されることができる。同一の原理はまた、空中にも適用されることができる。

30

40

【0040】

さらに検討される用途としては、2つ以上の変換器が通信手段のほか、三角法用の指向性信号受信器として利用される探索および救助作業が挙げられる。たとえば、自然災害後または戦争状態において、人々は、倒壊した建物内に閉じ込められる可能性がある。検討される変換器を用いて、大声または明瞭なメッセージが、雑音または話し声を大きくするように、閉じ込められた人々に対して指示することによって送信されることができる。次に、変換器は、マイクロホン用途に切り替えて、廃墟から低い音レベルを指向性によって

50

拾い上げることができる。ある程度の距離離れた少なくとも2つのマイクロホンアレイが用いられる場合には、三角法または他の幾何的な方法を利用して、閉じ込められた個人の位置を決定することができる。

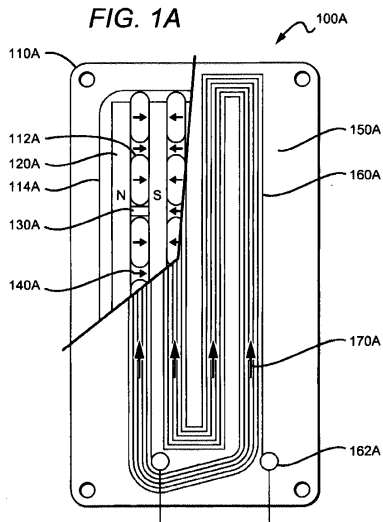
【0041】

そのような通信システムに関する例示の構造が、図5に概略的に示されている。ここでは、通信システム500は、変換器のボイスコイルからの第1の電気信号を増幅するように構成される第1の増幅器520に電子的に接続される4つのフルレンジの平面磁気変換器を含んでいるアレイ510を有する。第2の増幅器530は、フルレンジの平面磁気変換器に電子的に接続され、第2の電気信号を変換器のボイスコイルに提供する。最も一般的には、切り替えデバイス540は、アレイ510から入ってくる信号およびアレイ510に出ていく信号を分離する。たとえば、音声信号534は、スピーカモードにおいて、変換器アレイのダイヤフラムを駆動するのに十分な電流532を生成するために、増幅器530によって増幅されるデジタル音源（図示せず）からの回線レベル信号であってもよい。そのようなモードにおいて、130dbまでの音圧および130dbを超える音圧は、容易に達成されることができる。一旦、音メッセージが送り出されると、切り替えデバイス540は、アレイ510を増幅器520と接続するように設定される。このモード（マイクロホンモード）において、アレイ510のダイヤフラムによって拾い上げられた音は、電流522（通常、回線レベルで）に変換され、次に、検出された音信号524を生成するために、増幅器520に経路指定される。音信号524は、デジタル化されてもよく、またはデジタル化されなくてもよい。当然のことながら、増幅器520および530は、1つのデバイスに内蔵されることができ、増幅器の少なくとも1つは、アレイと同一の場所に配置されてもよいことは認識されるべきである。さらに、本明細書において検討されるすべての接続は、電気接続、ワイヤレス接続および／または光学接続であってもよい。

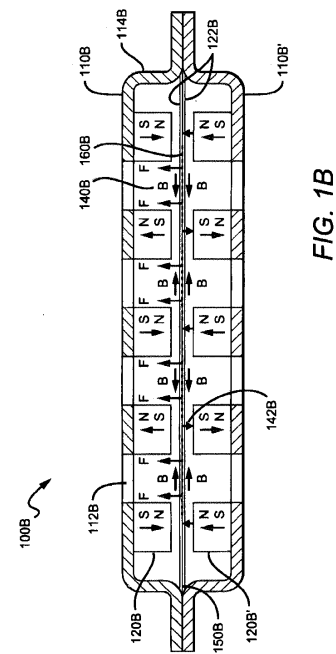
【0042】

したがって、フルレンジの平面磁気マイクロホンおよびそのアレイの特定の実施形態および適用が、開示されている。しかしながら、既に記載した修正以外の多くの修正が、本明細書の本発明の概念から逸脱することなく可能であることは、当業者には明白であるべきである。したがって、本発明主題は、本開示の主旨を除き、限定されるべきではない。さらに、本明細書および検討される請求項を解釈する際、すべての用語は、内容が一致する最も広範な可能な方法に置いて解釈されるべきである。特に、用語「含む」および「含んでいる」は、要素、構成要素またはステップを非排他的な方法で指し、参照される要素、構成要素またはステップが存在してもよく、または利用されてもよく、明確に参照されない他の要素、構成要素またはステップと組み合わせられてもよいことを示しているものと解釈されるべきである。さらに、本明細書に参照により組み込まれる参考文献における用語の定義または使用が、本明細書に提供される用語の定義と一致しないか、または相反する場合には、本明細書において提供された用語の定義が適用され、参考文献におけるその用語の定義は適用しない。

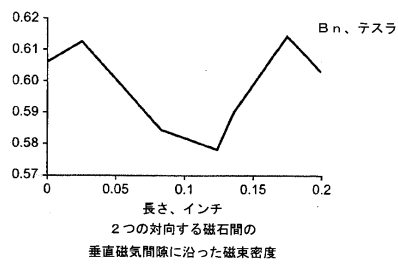
【図 1 A】



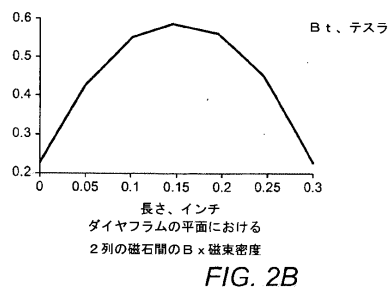
【図 1 B】



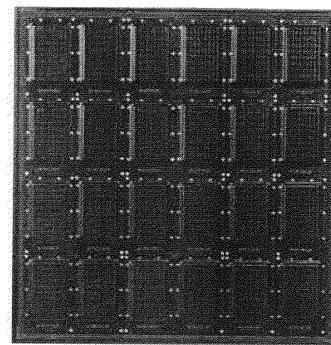
【図 2 A】



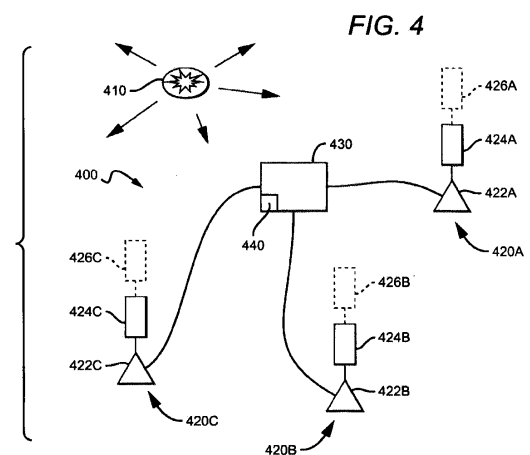
【図 2 B】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

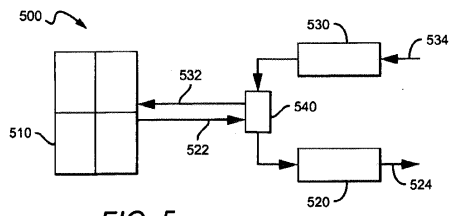


FIG. 5

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 R 1/44 3 2 0
H 0 4 R 1/44 3 1 0

(72)発明者 コリツチ, ドラゴスラフ
アメリカ合衆国、カリフォルニア・９２６２７、コスタ・メサ、ウエスト・シツクスティーンズ・
ストリート・７６０、エイチ・ピー・ブイ・テクノロジーズ・エル・エル・シー

審査官 武田 裕司

(56)参考文献 特開２００４－０７２６４７（ＪＰ，Ａ）
実開平０５－０９３１９３（ＪＰ，Ｕ）
特表平０９－５０４９２１（ＪＰ，Ａ）
特開昭５５－０７９５３９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－１５５９９９（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－３３１５９６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 4 R 9 / 0 8
H 0 4 R 1 / 4 0
H 0 4 R 1 / 4 4
H 0 4 R 9 / 0 0
H 0 4 R 9 / 0 2