

(19) 日本国特許庁(JP)

再 公 表 特 許(A1)

(11) 国際公開番号
WO2009/063964

発行日 平成23年3月31日 (2011. 3. 31)

(43) 国際公開日 平成21年5月22日 (2009. 5. 22)

(51) Int. Cl.
A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1
A 6 1 B 8/00

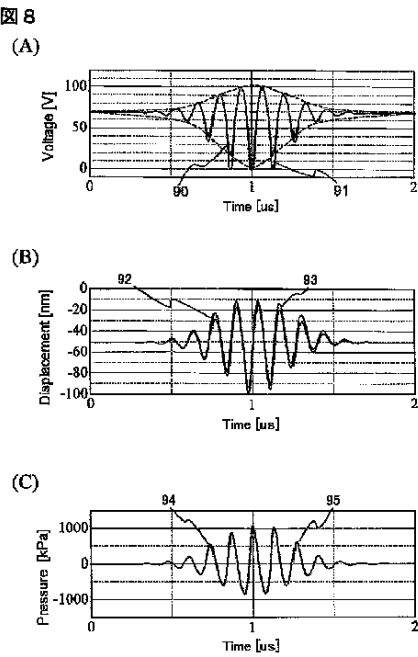
テーマコード (参考)
4 C 6 0 1

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

出願番号	特願2009-541178 (P2009-541178)	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(21) 国際出願番号	PCT/JP2008/070738	(71) 出願人	000153498 株式会社日立メディコ 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(22) 国際出願日	平成20年11月14日 (2008. 11. 14)	(74) 代理人	100091096 弁理士 平木 祐輔
(31) 優先権主張番号	特願2007-297425 (P2007-297425)	(74) 代理人	100102576 弁理士 渡辺 敏章
(32) 優先日	平成19年11月16日 (2007. 11. 16)	(72) 発明者	田中 宏樹 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	Fターム (参考)	4C601 BB02 BB03 EE03 EE04 GB02 GB03 HH05 HH25
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 超音波撮像装置

(57) 【要約】
静電容量型マイクロマシン超音波トランスデューサが送信する超音波の波形を制御し、送信音圧を向上する。
送信超音波について、正負非対称波形を電圧値に応じで可変にする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 電極と、前記第 1 電極を覆う第 1 部材と、前記第 1 電極と対向して設置される第 2 電極と、前記第 2 電極を覆う第 2 部材と、前記第 1 部材と前記第 2 部材と接続する壁部材とを有するセルを複数備えるセルアレイと、

前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に印加する電圧を制御する電圧制御部とを有し、

前記制御部は、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に直流電圧を印加する直流電圧印加部と、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に交流電圧を印加する交流電圧印加部と、前記交流電圧と前記直流電圧の電圧値とに基づいて前記交流電圧の振幅比を経時変動するように制御する波形制御部とを有することを特徴とする超音波撮像装置。 10

【請求項 2】

前記波形制御部は、前記交流電圧の波形の前記直流電圧の値より高い領域の振幅と低い領域の振幅とについて、比が経時変動するように制御することを特徴とする超音波撮像装置。

【請求項 3】

前記波形制御部は、前記交流電圧の波形の前記直流電圧の値より高い領域の振幅と低い領域の振幅とについて非対称にすることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 4】

前記波形制御部は、前記交流電圧の波形を、複数の波数を有する波形とすることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像装置。 20

【請求項 5】

前記波形制御部は、前記交流電圧の波形を、キャリア波形にエンベロープ関数を重畳した波形とすることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 6】

前記波形制御部は、前記交流電圧の波形について、前記直流電圧の値より高い領域と低い領域において、振幅比が可変に制御することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 7】

前記波形制御部は、前記交流電圧の波形を、時間方向にエンベロープ関数が重畳された波形とすることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像装置。 30

【請求項 8】

前記波形制御部は、前記交流電圧の波形を、キャリア波形にエンベロープ関数及び正負の振幅重み関数を重畳した波形とすることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 9】

前記波形制御部は、前記交流電圧の波形の前記比を、ガウスエンベロープ関数に比例して変化させることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 10】

前記波形制御部は、前記交流電圧の波形について、前記直流電圧と前記交流電圧の和が前記直流電圧の符号と逆になるときに前記交流電圧の振幅を低減させることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像装置。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は静電容量型マイクロマシン超音波トランスデューサ及び超音波撮像装置に関し、特に静電容量型マイクロマシン超音波トランスデューサを用いた超音波探触子の駆動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波探触子において現用されている超音波トランスデューサの多くは、例えば P Z T 50

(チタン酸ジルコン酸鉛)などの圧電セラミック系の圧電効果及び逆圧電効果を利用して、超音波の送信及び受信を行うものである。これらの圧電型トランスデューサを代替し、より効率的かつ広帯域のトランスデューサアレイを実現するために、標準的なシリコンプロセス技術によるシリコン表面やバルクの微細加工技術を用いて製造される静電容量型マイクロマシン超音波トランスデューサ (Capacitive Micro-machined Ultrasonic Transducer: cMUT。以下cMUTと略す) が開発されている。

【0003】

cMUTは、通常ミクロンオーダーの微細な領域において、支柱で周囲を固定した振動膜(ダイアフラム)をシリコン系などの半導体プロセスで用いられる材料で作成し、振動膜と下部基板内部あるいは表面に電極を設け、両電極に適切な電圧を印加することで、電気音響変換器として動作する。 10

【特許文献1】国際公開パンフレット第01/097562号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

cMUTは原理的に駆動電圧に対して非線形応答を示すため、所望の応答を得るための駆動電圧波形の制御が従来の探触子以上に困難である。

【0005】

トランスデューサの感度は、送信と受信の両方の感度の乗算であるから、より大きな送信パワー、より微弱な音圧を電気に変換できる高い受信感度となることが理想的である。 20
cMUTは上下電極間に空隙を設け、振動膜を振動させるため、より大きな送信パワーに変換するには空隙を大きく取り、より大きな振幅で振動膜を振動させればよい。しかし、空隙を大きく取れば、それだけ必要な電圧が上昇し、逆に受信感度は下がるというトレードオフが存在する。従って、限られた空隙において、より効率的に振動膜を振動させることが感度向上において重要となる。

【0006】

振動膜が限られた空隙内を最も大きく振動するには、振動膜が空隙間の両端(電圧が印加されないときの振動膜の位置から下部面までの間)を移動するのがよい。ところが、cMUTはその動作原理上、非線形に応答するため、入力駆動電圧波形がそのまま振動膜の応答にはなりにくい。従って、cMUTの非線形性を考慮した駆動電圧の制御が必要となる。 30

【0007】

cMUTの非線形応答に対する制御方法としては、入力波形をあらかじめ歪めておく方法がある(例えば特許文献1)。しかし、送信パワーを向上させることを目的として、どのような入力を行うべきか、あるいは波数が多列になる場合など、波形の振幅が時間的に変化する場合において、いかにして所望の波形を実現しつつ空隙を効率よく振動させるかが課題である。そこで、本発明では、cMUTにおいて駆動する電圧波形の制御により、振動膜を限られた空隙間で効率的に振動させ、波形の調整と送信パワーの向上を両立させる方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】 40

【0008】

cMUTを駆動する電圧波形の振幅において、正負の振幅比を電圧又は時間に応じて変化させる。

【0009】

静電容量型トランスデューサの振動膜に加わる静電気力は、電極間に印加される電圧を $V(t) = V_{dc} + V_{ac}(t)$ (V_{dc} :直流バイアス電圧、 $V_{ac}(t)$:交流電圧、 t :時間)、電極間の空隙を $d(t)$ 、とすると、 $(V(t)/d(t))^2$ に比例する。このとき、時間的に変動に関係する力は、 V_{dc} が固定の場合、 $(V(t)/d(t))^2 = (V_{dc}^2 + 2V_{dc}V_{ac}(t) + V_{ac}(t)^2)/d(t)^2$ より、2項目以降の $(2V_{dc}V_{ac}(t) + V_{ac}(t)^2)/d(t)^2$ である。 V_{dc} に対して $V_{ac}(t)$ がある程度小さいときは $V_{ac}(t)$ に比例し、かつ $d(t)^2$ に反比例する 50

。従って、 $V_{ac}(t)$ が増加し $V(t)$ が大きくなると、振動膜が移動し電極間距離 $d(t)$ が小さくなるため、電極間に加わる静電気力は単純に $V_{ac}(t)$ に比例せず、 $d(t)^2$ に反比例してより増大する。一方、 $V_{ac}(t)$ が減少し、 $V(t)$ が小さくなるほど $V_{ac}(t)$ に比例する量よりも小さくなる。従って、正負対称波形を入れると電極間距離が縮まる方向と広がる方向では膜に加わる力が変わるため、仮に下部電極面付近まで振動膜を変位させる電圧を印加できたとしても、逆方向に振動する場合は十分に移動させることができず、振動可能な空隙を残してしまう可能性がある。

【0010】

そこで、本発明では、電極間に印加される交流電圧を電極間の振動膜振動方向に非対称とし、かつ入力する電圧に応じて時間的にその非対称性を変化させることで、所望の波形を得つつ送信パワーの向上を図る。

【0011】

本発明は一例として、第1電極と、第1電極を覆う第1部材と、第1電極と対向して設置される第2電極と、第2電極を覆う第2部材と、第1部材と第2部材と接続する壁部材とを有するセルを複数備えるセルアレイと、第1電極と第2電極との間に印加する電圧を制御する電圧制御部とを有し、電圧制御部は、第1電極と第2電極との間に直流電圧を印加する直流電圧印加部と、第1電極と第2電極との間に交流電圧を印加する交流電圧印加部と、交流電圧と直流電圧の電圧値とに基づいて交流電圧の振幅比を経時変動するように制御する波形制御部とを有する。

【発明の効果】

【0012】

波形調整を可能にしつつ送信音圧を効率的に放射し、静電容量型超音波トランスデューサの送信パワーを向上させ、探触子としての感度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】 超音波トランスデューサを示す垂直断面図。

【図2】 超音波トランスデューサアレイの斜視図及び探触子を示す図。

【図3】 超音波撮像装置のシステム構成例を示す図。

【図4】 駆動波形（波数1）によるcMUTの応答を示す図。

【図5】 多列かつ時間的に振幅が変動する駆動波形によるcMUTの応答を示す図。

【図6】 送信感度帯域を示す図。

【図7】 正負対称波形の入力電圧、ダイアフラムの変位、送信音圧波形を示す図。

【図8】 正負非対称波形（正負振幅比 $b/a = 2, 3$ 、可変）の入力電圧、ダイアフラムの変位、送信音圧波形を示す図。

【図9】 対称波形入力と正負振幅比可変入力による送信音圧の周波数スペクトラムを示す図。

【図10】 駆動電圧に対する送信パワーを示す図。

【図11】 ガウスエンベロープが重畳された波形を示す図。

【図12】 ガウスエンベロープが重畳された波形のパワースペクトラム。

【符号の説明】

【0014】

- 1 基板
- 2 固定電極
- 3 可動電極
- 4 絶縁膜
- 5 絶縁膜
- 6 ダイアフラム層
- 7 空隙層
- 8 支持壁
- 13 結線

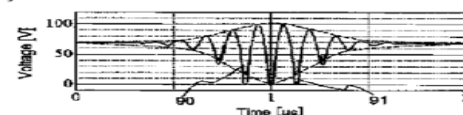
2 0	直流電源	
2 1	D/Aコンバータ	
2 2	A/Dコンバータ	
2 3	電圧リミッター	
3 1	送受切り替えスイッチ	
3 2	電源	
3 3	送信アンプ	
3 4	受信アンプ	
3 5	送信ビームフォーマ	
3 6	受信ビームフォーマ	10
3 7	制御部	
3 8	信号処理部	
3 9	スキャンコンバータ	
4 1	正負対称入力波形	
4 2	正負対称波形入力の際の送信波形	
4 3	正負非対称入力波形	
4 4	正負非対称入力の際の送信波形	
5 0	正側エンベロープ波形	
5 1	負側エンベロープ波形	
5 2	キャリア波形	20
5 3	正側エンベロープ波形	
5 4	負側エンベロープ波形	
5 5	キャリア波形	
6 0	表示部	
6 1	送信ゲイン	
7 0	正負対称波形 駆動電圧	
7 1	正負対称波形入力時のダイアフラム変位	
7 2	正負対称波形入力時の送信波形	
8 0	正負非対称波形 駆動電圧 正負振幅比 2 固定	
8 1	正負非対称波形 駆動電圧 正負振幅比 3 固定	30
8 2	正負非対称波形入力時のダイアフラム変位 正負振幅比 2 固定	
8 3	正負非対称波形入力時のダイアフラム変位 正負振幅比 3 固定	
8 4	正負非対称波形入力時の送信波形 正負振幅比 2 固定	
8 5	正負非対称波形入力時の送信波形 正負振幅比 3 固定	
9 0	正負非対称波形 駆動電圧 正負振幅比可変 (最大 2)	
9 1	正負非対称波形 駆動電圧 正負振幅比可変 (最大 3)	
9 2	正負非対称波形入力時のダイアフラム変位 正負振幅比可変 (最大 2)	
9 3	正負非対称波形入力時のダイアフラム変位 正負振幅比可変 (最大 3)	
9 4	正負非対称波形入力時の送信波形 正負振幅比可変 (最大 2)	
9 5	正負非対称波形入力時の送信波形 正負振幅比可変 (最大 3)	40
1 0 0	超音波トランスデューサ	
1 1 0	キャリア波形	
1 1 1	ガウスエンベロープ	
2 1 0	音響レンズ	
2 2 0	音響整合層	
2 3 0	バックリング材	
2 4 0	導電性膜	
1 0 0 0	超音波トランスデューサアレイ	
2 0 0 0	超音波探触子	
	【発明を実施するための最良の形態】	50

专利名称(译)	超声成像设备		
公开(公告)号	JPWO2009063964A1	公开(公告)日	2011-03-31
申请号	JP2009541178	申请日	2008-11-14
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所 株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所 株式会社日立メディコ		
[标]发明人	田中宏樹		
发明人	田中 宏樹		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	B06B1/0292 B06B1/0215 G01S7/5202 G01S15/8906		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/BB03 4C601/EE03 4C601/EE04 4C601/GB02 4C601/GB03 4C601/HH05 4C601/HH25		
代理人(译)	渡辺 敏章		
优先权	2007297425 2007-11-16 JP		
其他公开文献	JP5183640B2		
外部链接	Espacenet		

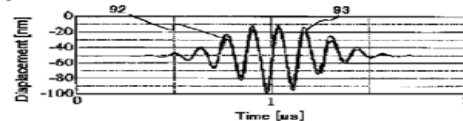
摘要(译)

控制由电容式微机械超声换能器传输的超声波的波形，以改善传输的声压。关于发送的超声波，根据电压值使正/负不对称波形可变。

図 8
(A)



(B)



(C)

