

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6264963号
(P6264963)

(45) 発行日 平成30年1月24日 (2018. 1. 24)

(24) 登録日 平成30年1月5日 (2018. 1. 5)

(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 B 8/14 (2006. 01) A 6 1 B 8/14

請求項の数 13 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2014-49692 (P2014-49692)	(73) 特許権者	000001270
(22) 出願日	平成26年3月13日 (2014. 3. 13)		コニカミノルタ株式会社
(65) 公開番号	特開2015-173679 (P2015-173679A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(43) 公開日	平成27年10月5日 (2015. 10. 5)	(74) 代理人	110001254
審査請求日	平成29年2月20日 (2017. 2. 20)		特許業務法人光陽国際特許事務所
		(72) 発明者	中山 雄太
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内
		審査官	森口 正治
		(56) 参考文献	特許第4557575 (J P, B 2)
			特開昭55-146066 (J P, A)
			特開昭51-103752 (J P, A)
			特開昭55-136042 (J P, A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 整相加算器、及び、超音波探触子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力される超音波の音圧に応じた電荷を生じさせる圧電体をそれぞれ有する複数の圧電素子に各々生じた電荷に応じ、増幅されずに得られる量の信号電荷を取得して、それぞれ設定された複数段階に亘り所定の時間ずつ保持しながら受け渡しを行う転送保持部が設けられた遅延電荷転送部と、

前記遅延電荷転送部においてそれぞれ前記設定された複数段階保持された前記信号電荷を整相加算させる遅延加算部と、

を備え、

前記転送保持部での前記複数段階のうち最初の段階であって超音波の受信時に前記信号電荷が取得されて保持する初段保持部の電気容量は、前記転送保持部で二段階目以降に前記信号電荷を保持する後段保持部の各電気容量よりも大きい

ことを特徴とする整相加算器。

【請求項 2】

前記後段保持部の各電気容量は、等しいことを特徴とする請求項 1 記載の整相加算器。

【請求項 3】

前記初段保持部は、電気容量を可変に設定可能であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の整相加算器。

【請求項 4】

前記転送保持部には、前記複数段階の段階数以上の電荷保持部が形成され、

10

20

前記初段保持部は、複数の前記電荷保持部が一体的に前記信号電荷の保持に利用されるように調節されることで、電気容量が可変に設定されることを特徴とする請求項 3 記載の整相加算器。

【請求項 5】

前記電荷保持部の電気容量は、全て同一であることを特徴とする請求項 4 記載の整相加算器。

【請求項 6】

前記初段保持部の電気容量は、対応する前記圧電素子に応じて各々独立に設定されることを特徴とする請求項 3～5 の何れか一項に記載の整相加算器。

【請求項 7】

前記遅延電荷転送部は、半導体チップに形成され、
前記初段保持部は、前記圧電体に各々接続されて又は直近に設けられる
ことを特徴とする請求項 1～6 の何れか一項に記載の整相加算器。

【請求項 8】

前記遅延電荷転送部には、C C D が用いられることを特徴とする請求項 7 記載の整相加算器。

【請求項 9】

請求項 1～8 の何れか一項に記載の整相加算器と、
超音波を受信して複数の前記初段保持部にそれぞれ電荷を取得させる当該複数の前記圧電素子と、

前記整相加算された電荷量を電圧信号として増幅する信号増幅部と、
当該増幅された電圧信号を出力する信号出力部と、
を備えることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 10】

前記初段保持部は、電気容量を可変に設定可能であり、
前記初段保持部の電気容量を設定するための容量制御部を備える
ことを特徴とする請求項 9 記載の超音波探触子。

【請求項 11】

前記容量制御部は、前記複数の圧電素子による超音波の受信時に、当該超音波の受信方向及び受信開始からの経過時間に応じて前記複数の圧電素子に各々対応する前記初段保持部の電気容量を個別に変更することを特徴とする請求項 10 記載の超音波探触子。

【請求項 12】

前記信号出力部は、前記信号を無線により外部機器に出力する無線通信部を備えることを特徴とする請求項 9～11 の何れか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 13】

前記圧電素子から所定の波長の超音波を出力させる送信駆動部と、
制御信号に従って、前記送信駆動部及び前記遅延電荷転送部のうち何れかと、前記圧電素子とを択一的に接続させる送受信切替駆動部と、
を備えることを特徴とする請求項 9～12 の何れか一項に記載の超音波探触子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、整相加算器及び超音波探触子に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、超音波を被検体内部に照射し、その反射波を受信して解析することにより内部構造の検査を行う超音波診断装置がある。超音波診断では、被検体を非破壊、非侵襲で調べることが出来るので、医療目的の検査や建造物内部の検査といった種々の用途に広く用いられている。

【0003】

超音波診断装置では、受信した超音波をその強度に応じた電気信号に変換して取得する。この超音波の受信には、圧電素子といった変換器（トランスデューサー）が用いられ、超音波の音圧による圧電素子の機械的変形（伸縮）がその変形量に応じた電気信号（電荷量）に変換されて検出されることになる。

【0004】

近年、超音波診断装置では、画像の高精度化に伴い、受信用圧電素子数が増加し、また、受信データのサンプリングレートが上昇している。これらにより、超音波診断装置では、電力消費が増大している。これに対し、特許文献1には、信号の増幅に用いられるF G A（Floating Gate Amplifier）の数を減らすことで消費電力の低減を図る技術が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第4557575号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、圧電素子の変形を電気信号に変換する際に用いられるL N A（Low Noise Amplifier）は、ノイズの削減量に応じて供給電流が増大することから、従来、信号対ノイズ比（S N R）の向上と電力消費の抑制とを両立することが困難であるという課題がある。

20

【0007】

この発明の目的は、電力消費を抑制しながら、受信した超音波からS N Rを維持しつつ効率良く適切に信号を取得することが出来る整相加算器及び超音波探触子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、上記目的を達成するため、請求項1記載の発明は、

入力される超音波の音圧に応じた電荷を生じさせる圧電体をそれぞれ有する複数の圧電素子に各々生じた電荷に応じ、増幅されずに得られる量の信号電荷を取得して、それぞれ設定された複数段階に亘り所定の時間ずつ保持しながら受け渡しを行う転送保持部が設けられた遅延電荷転送部と、

30

前記遅延電荷転送部においてそれぞれ前記設定された複数段階保持された前記信号電荷を整相加算させる遅延加算部と、

を備え、

前記転送保持部での前記複数段階のうち最初の段階であって超音波の受信時に前記信号電荷が取得されて保持する初段保持部の電気容量は、前記転送保持部で二段階目以降に前記信号電荷を保持する後段保持部の各電気容量よりも大きい

ことを特徴とする整相加算器である。

【0009】

40

請求項2記載の発明は、請求項1記載の整相加算器において、

前記後段保持部の各電気容量は、等しいことを特徴としている。

【0010】

請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の整相加算器において、

前記初段保持部は、電気容量を可変に設定可能であることを特徴としている。

【0011】

請求項4記載の発明は、請求項3記載の整相加算器において、

前記転送保持部には、前記複数段階の段階数以上の電荷保持部が形成され、

前記初段保持部は、複数の前記電荷保持部が一体的に前記信号電荷の保持に利用されるように調節されることで、電気容量が可変に設定されることを特徴としている。

50

【0012】

請求項5記載の発明は、請求項4記載の整相加算器において、
前記電荷保持部の電気容量は、全て同一であることを特徴としている。

【0013】

請求項6記載の発明は、請求項3～5の何れか一項に記載の整相加算器において、
前記初段保持部の電気容量は、対応する前記圧電素子に応じて各々独立に設定されることを特徴としている。

【0014】

請求項7記載の発明は、請求項1～6の何れか一項に記載の整相加算器において、
前記遅延電荷転送部は、半導体チップに形成され、
前記初段保持部は、前記圧電体に各々接続されて又は直近に設けられる
ことを特徴としている。

10

【0015】

請求項8記載の発明は、請求項7記載の整相加算器において、
前記遅延電荷転送部には、CCDが用いられることを特徴としている。

【0016】

請求項9記載の発明は、
請求項1～8の何れか一項に記載の整相加算器と、
超音波を受信して複数の前記初段保持部にそれぞれ電荷を取得させる当該複数の前記圧
電素子と、
前記整相加算された電荷量を電圧信号として増幅する信号増幅部と、
当該増幅された電圧信号を出力する信号出力部と、
を備えることを特徴とする超音波探触子である。

20

【0017】

請求項10記載の発明は、請求項9記載の超音波探触子において、
前記初段保持部は、電気容量を可変に設定可能であり、
前記初段保持部の電気容量を設定するための容量制御部を備える
ことを特徴としている。

【0018】

請求項11記載の発明は、請求項10記載の超音波探触子において、
前記容量制御部は、前記複数の圧電素子による超音波の受信時に、当該超音波の受信方
向及び受信開始からの経過時間に応じて前記複数の圧電素子に各々対応する前記初段保持
部の電気容量を個別に変更することを特徴としている。

30

【0019】

請求項12記載の発明は、請求項9～11の何れか一項に記載の超音波探触子において、
前記信号出力部は、前記信号を無線により外部機器に出力する無線通信部を備えること
を特徴としている。

【0020】

請求項13記載の発明は、請求項9～12の何れか一項に記載の超音波探触子において、
前記圧電素子から所定の波長の超音波を出力させる送信駆動部と、
制御信号に従って、前記送信駆動部及び前記遅延電荷転送部のうち何れかと、前記圧電
素子とを択一的に接続させる送受信切替駆動部と、
を備えることを特徴としている。

40

【発明の効果】

【0021】

本発明に従うと、整相加算器及び超音波探触子において、電力消費を抑制しながら、受
信した超音波からSNRを維持しつつ効率良く適切に信号を取得することが出来るという
効果がある。

50

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の実施形態の超音波探触子を含む超音波診断装置を示す全体図である。

【図2】超音波探触子の内部構造を示すブロック図である。

【図3】整相加算器について説明する断面図である。

【図4】CCDによる電荷の搬送手順について説明する図である。

【図5】受信部について説明する図である。

【図6】第2実施形態の超音波探触子の内部構造を示すブロック図及び整相加算器について説明する断面図である。

【図7】第2実施形態の超音波探触子に係るCCDによる電荷の搬送手順について説明する図である。

10

【図8】超音波受信時の電荷蓄積領域の設定について説明する図である。

【図9】第3実施形態の超音波探触子の内部構造を示すブロック図及び整相加算器について説明する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

[第1実施形態]

図1は、第1実施形態の超音波探触子2を含む超音波診断装置Sの全体構成を示す図である。

20

【0024】

この超音波診断装置Sは、超音波診断装置本体1と、超音波探触子2（超音波プローブ）とにより構成される。超音波診断装置本体1は、操作入力部18と、出力表示部19と、図示略の制御部及び通信部とを備える。超音波診断装置本体1の制御部は、操作入力部18のキーボードやマウスといった入力デバイスに対する外部からの入力操作に基づき、通信部を介して超音波探触子2に制御信号を出力して超音波を出力させ、また、超音波探触子2から超音波の入力検出データを受信して各種処理を行い、必要に応じて出力表示部19の液晶画面などに結果などを表示させる。

【0025】

超音波探触子2は、被検体に対して超音波（ここでは、1～30MHz程度）を送信するとともに、送信した超音波のうち、被検体で反射されて戻ってきた反射波（エコー）を受信する。この超音波探触子2は、無線通信により超音波診断装置本体1との間で制御信号やデータのやり取りを行う。

30

【0026】

図2は、超音波探触子2の内部構成を示すブロック図である。

超音波探触子2は、振動子配列21と、受信部22と、送信部23（送信駆動部）と、駆動制御部24（容量制御部）と、通信部25（信号出力部、無線通信部）と、アンテナ26と、電源部27と、送受信切替部28（送受信切替駆動部）などを備えている。

【0027】

振動子配列21は、圧電体とその変形（伸縮）により電荷が現れる両端に設けられた電極とを有する圧電素子を備えた複数の振動子210の配列であり、これらの振動子210は、例えば、所定の方法に一次元アレイ状に配置されている。振動子210に電圧パルス（パルス信号）が印加されることで圧電体に変形し、当該電圧の大きさに応じた振幅で超音波が発信される。また、振動子210に所定の周波数帯の超音波が伝わると、その音圧により、圧電体の厚さが変動（振動）することで当該変動量に応じた電荷が現れ、圧電素子両端の電極には、当該電荷に応じた量の電荷が誘起される。

40

【0028】

振動子210の圧電体に用いられる圧電部材としては、例えば、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）が挙げられる。或いは、他の種々の圧電部材、例えば、単結晶であるLiNbO₃、LiTaO₃、KNbO₃、水晶など、多結晶であるPb(Mg_{1/3}Nb_{2/3}

50

） O_3 、 Pb 、 Sm ） TiO_3 など、リラクサー強誘電体である PMN-PT （マグネシウムニオブ酸鉛－チタン酸鉛）、 PZN-PT （亜鉛ニオブ酸鉛－チタン酸鉛）など、または、有機部材である PVDF （ポリフッ化ビニリデン）若しくは PVDF 系共重合体、ポリシアン化ビニリデン若しくはシアン化ビニリデン系共重合体、ナイロン 9 若しくはナイロン 11 といった奇数ナイロン、芳香族ナイロン、脂環族ナイロン、ポリ乳酸、 PHB （ポリヒドロキシ酪酸）といったポリヒドロキシカルボン酸、セルロース系誘導体、ポリウレアなどのうちの何れかをを用いても良い。また、無機圧電材料と有機圧電材料とを併用したコンポジット材料が用いられても良い。

これらのうち、特に、 PZT といった強誘電体材料がより好ましく圧電部材として用いられる。

10

【0029】

本実施形態の超音波探触子 2 は、振動子配列 21 において、例えば、192 個の振動子 210 を有している。或いは、各振動子 210 は、二次元アレイ状に配置されて三次元超音波画像を取得するものであっても良い。また、振動子 210 の個数は、解像度、消費電力、及び、データ伝送可能速度などの各種条件に応じて適切に設定することが出来る。超音波探触子 2 は、電子走査方式或いは機械走査方式の何れを採用したものであっても良く、また、走査方式として、リニア走査方式、セクター走査方式或いはコンベックス走査方式の何れの方式を採用したものであっても良い。また、超音波探触子 2 における超音波の受信帯域幅は、適宜設定される。

また、この超音波診断装置 S は、診断対象に応じて異なる複数の超音波探触子 2 の何れかを超音波診断装置本体 1 と組み合わせて利用することが出来る構成とすることが出来る。

20

【0030】

受信部 22 は、振動子配列 21 の各振動子 210 において超音波の入力に伴って誘起された電荷をその電荷量に応じた電圧信号に変換、増幅した後、当該電圧信号を所定のサンプリング周波数でデジタル変換したデータを受信信号として出力する。この受信部 22 は、整相加算器 220 と、 LNA （Low Noise Amplifier）223（信号増幅部）と、 ADC （アナログ／デジタル変換器）224などを備える（図 5 参照）。この受信部 22 については、後に後述する。

【0031】

送信部 23 は、駆動制御部 24 からの制御信号に従って指定された振動子 210 から所定振幅及び周波数の超音波を出力させるための電圧パルス信号を当該振動子 210 に出力する。

30

【0032】

送受信切替部 28 は、駆動制御部 24 からの制御信号に基づき、振動子配列 21 に対して送信部 23 又は受信部 22 の何れかを接続させて、送信部 23 から振動子 210 の駆動に係る電圧パルス信号を送らせたり、振動子 210 に入力された超音波に係る電気信号を受信部 22 に送らせたりする。

【0033】

駆動制御部 24 は、通信部 25 から入力された制御信号に応じて送受信切替部 28 に制御信号を送って振動子配列 21 への接続を送信部 23 又は受信部 22 の何れかに切替設定しながら、送信部 23 を動作させて各振動子 210 から超音波を出力させたり、当該超音波出力の間に各振動子 210 に入力された超音波に応じた電荷信号を振動子配列 21 から受信部 22 に出力させて、受信部 22 から受信信号を取得したりする。また、駆動制御部 24 は、この超音波の受信信号を通信部 25 及びアンテナ 26 から超音波診断装置本体 1 に送信させる。

40

【0034】

通信部 25 は、超音波診断装置本体 1 との間で制御信号や取得データの送受信を行うための通信インターフェイスである。この通信インターフェイスとしては、種々の周知の無線通信方法のうちの何れかによる通信を行うためのものが用いられる。この無線通信方法

50

としては、超音波探触子2から超音波診断装置本体1へのデータ転送速度が十分に得られる通信規格に係るもの、例えば、無線LAN（IEEE 802.11nなど）、Bluetooth（登録商標）による通信や、ボディエリアネットワーク（BAN；IEEE 802.15.6）に基づく各周波数帯での通信方式が挙げられる。

【0035】

アンテナ26は、通信部25が超音波診断装置本体1の通信部との間で無線通信を行う際に通信電波を送受信するためのものであり、通信周波数や超音波探触子2の大きさに応じたサイズや形状のものが用いられる。

【0036】

電源部27は、超音波探触子2の各部に電力を供給して動作させるためのものである。この電源部27は、特には限られないが、通常の乾電池を備える。また、この電源部27は、昇圧回路を備え、振動子210からの超音波出力に応じて乾電池などのバッテリーからの出力電圧を適宜な電圧まで昇圧させた後に振動子210に供給する構成とすることが出来る。

【0037】

次に、本実施形態の超音波探触子2における超音波の受信に係る構成及び動作について説明する。

図3は、本実施形態の超音波探触子2における超音波受信部分の構造について説明する断面図である。この断面は、半導体基板2201において、一つの振動子210とこれに対応するCCD221とが含まれる断面のものである。

【0038】

本実施形態の超音波探触子2では、圧電体211の両端に電極212、213が形成された振動子210（圧電素子）が半導体基板2201と一体的に設けられて配列されている。ここでは、半導体基板2201は、P型基板である。電極212は、半導体基板2201の一の面（上面）側に設けられたN型領域2202に接続されている。また、電極213は、導電部材214を介して半導体基板2201に接続される。この接続部分は、導電部材214と半導体基板2201との間で電流が流れるように、B（ホウ素）などの不純物イオンの注入により不純物濃度が高められたP型領域2203となっており、金属の導電部材214との間でオーミック接触が形成されている。

【0039】

電極212、213は、電気抵抗の小さい導電体であることが好ましく、例えば、アルミニウムが用いられる。ここで、アルミニウムの標準気圧下における凝固点は、約660℃である。本実施形態の超音波探触子2の駆動制御に係る半導体チップは、半導体基板2201の上部に各回路基板（回路）、電極、振動子210が順番に積層されて形成されていく。従って、先の工程で形成された部分に対し、後の工程の熱収支が影響することになる。即ち、半導体基板2201上に回路を形成した後、更に、振動子210を積層形成する場合には、圧電部材の圧電相（強誘電体の場合には、強誘電相）がこの凝固点未満の温度（例えば、650℃）で生成される必要がある。

【0040】

P型基板である半導体基板2201とN型領域2202とは、PN接合されてダイオード構造となっている。N型領域2202は、例えば、P（リン）やAs（砒素）といった不純物イオンが注入された導電領域である。N型領域2202は、また、接地され又は所定の外部電圧源（Vdd）に接続され、入射した超音波により振動子210が変形して電荷が現れると、電極212、213には、それぞれ反対極性の電荷が誘起される。

【0041】

半導体基板2201上には、絶縁層2204が設けられ、当該絶縁層2204には、複数の電極が配列されている。これらの電極には、N型領域2202に隣接して設けられたIG（入力ゲート）電極2211、複数の転送電極（ここでは、転送電極2212、2213の2つが示されているが、2つに限られるものではない）、及びOG（出力ゲート）電極2219が含まれている。これらの電極と、半導体基板2201における当該電極の

下部に当たるチャンネル領域及びN型領域2202（転送保持部）とによりCCD（Charge Coupled Device）221（遅延電荷転送部）が形成されており、電極212、213に誘起された電荷に応じた信号電荷（電子）がN型領域2202に導入され、また、各電極に印加される電圧に従って電極下のチャンネル領域に形成される電位の井戸（電荷保持部）を順次複数段階に亘り転送されて、加算器222（遅延加算部）に送られる。ここで、先頭の転送電極2212の下面の面積は、転送電極2212とOG電極2219との間に設けられた転送電極2213以降の各転送電極の下面の面積よりも大きく形成されている。即ち、転送電極2212のチャンネル領域に生じる電位の井戸の電気容量は、転送電極2213以降の他の転送電極のチャンネル領域にそれぞれ生じる電位の井戸の電気容量よりも大きい。

10

【0042】

図4は、CCD221による電荷の搬送動作について説明する図である。各電極に対応する位置（横軸）に対し、縦軸下向きには、半導体基板2201の当該電極下部における電位が示されている。

本実施形態の超音波探触子2では、振動子210により超音波を受信する際には、IG電極2211への印加電圧VIG及び先頭の転送電極2212への印加電圧Vφ1がオン電圧に切り替えられて（図4（a））、これらの電極のチャンネル領域に電位の井戸が形成され、N型領域2202及びこれに連続して形成された電位の井戸に電荷（電子）が蓄積される（a1、斜線部分）。超音波の受信に必要なサイズの振動子210（圧電体211）のインピーダンスは、当該振動子210の電極212に生じる電荷に応じた電荷量が入力される領域であるN型領域2202の電気容量に応じたインピーダンスよりも低いので、N型領域2202のみでは、電荷の取得効率が低い。そこで、超音波の受信時には、IG電極2211及び転送電極2212にオン電圧を印加することで、これらの電極下のチャンネル領域に形成される電位の井戸とN型領域2202とを電氣的に連続させ、より大きな電荷蓄積領域（初段保持部）を形成して電気容量を増大させることにより当該電荷蓄積領域のインピーダンスを低下させて、振動子210とのインピーダンスの整合性を高め、電荷の取得効率を高める。

20

【0043】

振動子210による超音波の受信に伴う電荷の蓄積を終了する際には、IG電極2211への印加電圧VIGがオン電圧からオフ電圧に切り替えられて、IG電極2211のチャンネル領域に形成されていた電位の井戸が解消され、N型領域2202と転送電極2212下方の電位の井戸とが分離される。次いで、転送電極2213への印加電圧Vφ2がオン電圧に切り替えられて、転送電極2212の下方の電位の井戸は、転送電極2213の下方のチャンネル領域に拡張（b1）される（図4（b））。

30

【0044】

その後、転送電極2212への印加電圧Vφ1がオフ電圧に切り替えられることで、当該転送電極2212下方の電位の井戸が解消される（図4（c））。これにより、転送電極2212下に広がっていた電位の井戸が、面積（容積）のより小さい転送電極2213の下方のチャンネル領域部分（c1）に限定されて、信号電荷が当該電位の井戸に集約される。

40

【0045】

最後に、OG電極2219に隣接する転送電極の下方に電位の井戸が形成されて信号電荷が蓄積された状態で、OG電極2219の印加電圧VOGがオン電圧に切り替えられることで（図4（d））、信号電荷は、OG電極2219下のチャンネル領域を通過して（d1）接続された加算器222に流れ込む。

【0046】

このように、振動子210の伸縮に応じた電荷が一端取得された後には、信号電荷は、CCD221において、上述の電荷蓄積領域よりも電気容量が小さい電位の井戸（後段保持部）に集約されて転送される。これにより、転送電極への電圧印加に係る電力消費（リーク電流などによる）を低減すると共に、CCD221の面積を不要に大きく取る必要が

50

無くなる。

【0047】

図5は、受信部22について説明する図である。

受信部22は、整相加算器220と、LNA223と、ADC224とを備える。

整相加算器220は、各振動子210から取得された電荷をそれぞれ転送する複数のCCD221と、各々予め設定された段階数に亘り各CCD221で転送された電荷量を合算する（整相加算する）加算器222とを備える。整相加算器220で合算された電荷は、電圧値に変換されて（例えば、floating diffusion）LNA223で増幅された後、ADC224に出力されて所定のサンプリング周波数でデジタル値に変換される。

【0048】

図3、図4に示したように、本実施形態の整相加算器220では、各振動子210の変形に応じて両端の電極212、213に誘起される電荷に対応する量の電荷を増幅せずに直接N型領域2202からCCD221に取り込む。取り込まれた電荷は、CCD221にて形成される複数の電位の井戸の間で所定の時間ごとに転送された後、遅延時間に応じて定まる転送回数の後に何れかの電位の井戸から選択的に読み出される。即ち、この整相加算器220では、CCD221ごとに電荷量を読み取る電位の井戸の位置を設定することで、整相加算に係る転送の段階、即ち、転送回数（遅延ステップ数）が個別に設定される。

【0049】

ここで、図3、図4では、信号電荷が転送電極2213下の電位の井戸からOG電極2219下のチャンネル領域を介して直接読み出される場合を示したが、途中の転送電極への印加電圧により形成された各電位の井戸に捕われた電荷の量は、選択的に読み出されることが可能となっている。このときの読み出しは、特には限られないが、電位の井戸に捕われている電荷を直接取り出すのではなく、非破壊でミラーリングなどにより行われる。即ち、このような構成とすることで、同一データを複数の電位の井戸から異なる遅延ステップ数（遅延時間）で複数回読み出すことが出来る。この場合、CCD221における最後の転送電極に係る電位の井戸に転送された信号電荷は、同様に、直接読み出されるのではなく、非破壊で読み出された後にOG電極への印加電圧V_{OG}に応じて基板接地されて放出されても良い。

なお、CCD221に形成可能な電位の井戸の数、即ち、最大の遅延ステップ数は、適宜設定されるが、数が多くなるに連れて電荷の損失量及び転送電力が増大するので、極度に多くしないこと（例えば、10ステップ以下）が望ましい。

【0050】

一の加算器222に対応する複数のCCD221から読み取られた電荷は、加算器222において合算される。合算された電荷量は、電圧値に変換された後にLNA223で増幅される。即ち、複数の振動子210から取得されたデータは、それぞれ個別に増幅されることなく、合算されてから一回だけ増幅される構成となっている。

【0051】

以上のように、第1実施形態の超音波探触子2に係る整相加算器220は、入力される超音波の音圧に応じた電荷を生じさせる圧電体211をそれぞれ有する複数の振動子210に各々生じた電荷に応じ、増幅されずに得られる量の信号電荷を取得して、それぞれ設定された複数段階に亘り所定の時間ずつ保持しながら受け渡しを行うN型領域2202及びチャンネル領域が設けられたCCD221と、CCD221においてそれぞれ設定された複数段階に亘り転送、保持された信号電荷を整相加算させる加算器222と、を備える。

そして、この整相加算器220では、N型領域2202及びチャンネル領域での複数段階のうち最初の段階であって超音波の受信時に信号電荷が取得されて保持する電荷蓄積領域の電気容量は、二段階目以降に信号電荷を保持する電位の井戸の各電気容量よりも大きい。LNA223の数を抑えて電力消費を抑制しながら、振動子210と電荷蓄積領域のインピーダンスの整合を図るので、受信した超音波からSNRを維持しつつ効率良く適切

10

20

30

40

50

に信号を取得することが出来る。

【0052】

また、CCD221において二段階目以降で信号が保持される電位の井戸の各電気容量は、等しく設けられる。従って、電荷の転送に必要な最低限のサイズで抑えて大型化と消費電力の増大とを防ぎながら容易に形成することが出来る。また、当該最低限のサイズの電位の井戸とすることで、信号電荷の転送に要する時間を増大させない。

【0053】

また、CCD221は、半導体チップ基板上に圧電体211と一体的に接続されて形成されるので、一つの製造プロセスで容易且つ速やかにコンパクトな整相加算器220を得ることが出来る。

10

【0054】

また、CCD221により電荷の転送を行うので、容易な構成且つ容易な処理でインピーダンスを異ならせた電位の井戸間で信号電荷が転送される。

【0055】

また、本実施形態の超音波探触子2は、上述の整相加算器220と、振動子210と、整相加算器220で得られた電荷量に応じた電圧信号を増幅するLNA223と、増幅された電圧信号を超音波診断装置本体1へ出力する通信部25とを備える。

従って、LNA223の数を抑えることで、超音波探触子2での電力消費を抑え、バッテリーの持続時間を向上させると共に超音波探触子2からの発熱を抑えて人体のように発熱量に対して制限のある被検体に対して用いやすくすることが出来る。また、整相加算等の処理を行った上でデータを通信部25から出力するので、超音波探触子2と超音波診断装置本体1との間での通信量を削減することが出来る。

20

【0056】

また、通信部25は、無線により超音波診断装置本体1にデータを出力するので、ワイヤレスの超音波探触子2によりユーザが超音波診断に係る超音波探触子2の操作を行いやすくすることが出来る。

【0057】

また、振動子210から超音波を出力させる送信部23を備え、制御信号に従って送信部23及び受信部22のうち何れかと振動子210とを択一的に接続させる送受信切替部28により超音波の送受信を行うことが出来る。従って、送信部を別個に設けずに容易に超音波診断を行うことが出来る。

30

【0058】

[第2実施形態]

次に、第2実施形態の超音波探触子及び整相加算器について説明する。

図6は、本実施形態の超音波探触子2の内部構成を示すブロック図及び整相加算器220bについて説明するための断面図である。

【0059】

図6(a)に示すように、第2実施形態の超音波探触子2は、整相加算器220bが第1実施形態の超音波探触子2における整相加算器220と異なる点を除いて同一の構成であり、同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

40

【0060】

図6(b)に示すように、第2実施形態の超音波探触子2が備える整相加算器220bでは、IG電極2211とOG電極2219との間に、半導体基板2201と対向する面の面積が略同一の複数の転送電極が配列されている。ここでは、転送電極2212b~2215bが図示されているが、転送電極の数はこれに限られない。

【0061】

図7は、本実施形態の整相加算器220bのCCDによる電荷転送動作について説明する図である。ここでは、IG電極2211とOG電極2219との間に6つの転送電極が設けられて、各々独立にオンオフ電圧の供給切替が可能となっている場合について説明する。

50

【0062】

本実施形態の整相加算器220bでは、超音波の受信時には、IG電極2211への印加電圧VIGとしてオン電圧が供給されると共に、転送電極2212b～2215bへの印加電圧Vφ1～Vφ4が何れもオン電圧に切り替えられる（図7（a））。これにより、N型領域2202及びこれらオン電圧が供給されている電極下のチャンネル領域に連続的に電位の井戸が形成されて電荷蓄積領域とされる（a2）。これにより、この電荷蓄積領域の電気容量が大きくなり、インピーダンスが低下して振動子210（圧電体211）とのインピーダンスの整合性が増す。

【0063】

超音波の受信期間が終了すると、IG電極2211への印加電圧がオフ電圧に切り替えられて（図7（b））、N型領域2202と転送電極下の電位の井戸とが分離される（b2）。それから、更に、IG電極2211に近い側の転送電極から順に印加電圧がオフ電圧に切り替えられていき、4つ目の転送電極2215bへの印加電圧Vφ4のみがオン電圧である状態となることで（図7（c））、蓄積された信号電荷が当該転送電極2215b下のチャンネル領域に形成された電位の井戸に集約される（c2）。 10

【0064】

その後、電荷が蓄えられている電位の井戸に係る転送電極（ここでは、転送電極2215b）にOG電極2219の側で隣接する転送電極への印加電圧（ここでは、Vφ5）がオン電圧に切り替えられて（図7（d））、当該転送電極下の電位の井戸に信号電荷が流れ込んだ後に（d2）、元の電位の井戸に係る転送電極（2215b）への印加電圧（Vφ4）がオフ電圧に切り替えられることで、信号電荷がOG電極2219の側へ移動していく。このような動作が順次繰り返されていくことで、最終的に、信号電荷は、OG電極2219下のチャンネル領域を介して（図7（e）、（e2））、直接加算器222へ送られるか、又は、間接的に読み取られて加算器222に送られた後にグランドに放出される。 20

【0065】

図8は、超音波受信時の電荷蓄積領域の設定について説明する図である。

【0066】

本実施形態の超音波探触子2の受信部22では、超音波の受信時にオン電圧を印加する転送電極の数を変化させることが出来る。超音波は、電圧パルスの印加に応じて振動子210から発信、出力された後、当該超音波を反射する被検体までの距離に応じた時間の経過後に受信される。従って、被検体までの距離が近い場合には、反射した超音波が出力後短時間で受信され、被検体までの距離が遠い場合には、近距離の被検体で反射された超音波の受信タイミングよりも長い時間が経過した後に、当該遠い被検体からの反射波が受信される。また、このとき、超音波は、空間的に拡散しながら伝播していくので、遠くの被検体からの反射波は、近くからの被検体からの反射波よりも平均的には受信強度が低くなる。 30

【0067】

そこで、この超音波探触子2では、駆動制御部24の制御により、図8（a）に示すように、超音波の送信直後には、受信部22においてオン電圧を印加する転送電極の数を少なくする。ここでは、IG電極2211に隣接する1つ目の転送電極のみに対してオン電圧が印加されるように印加電圧Vφ1～Vφ6が設定制御されて、小さい電位の井戸（a21）が形成される。その後、超音波の送信から時間が所定時間経過すると、図8（b）に示すように、オン電圧が印加される転送電極の数を増加させる。ここでは、新たに、2つ目の転送電極に供給される印加電圧Vφ2がオン電圧に変更されて電荷蓄積領域（電位の井戸）が拡大されている（a22）。超音波の送信から更に所定時間が経過すると、図8（c）に示すように、オン電圧が印加される転送電極の数をより多く変更する。ここでは、互いに隣接する4つの転送電極への印加電圧Vφ1～Vφ4がオン電圧とされて、電荷蓄積領域（電位の井戸）が更に拡大する（a23）。 40

【0068】

即ち、近距離での強い反射波を受信する際には、オンする転送電極を小さくすることで電気容量を低下させ、受信部 22 で実現可能な最高のインピーダンスの整合を行わず、意図的に適宜なレベルのインピーダンスの不整合を生じさせて受信効率を低下させる。一方、遠距離での反射波を受信する際には、オンする転送電極の数を多くすることで電気容量を上昇させ、インピーダンスをより振動子 210 に整合させることで効率良く受信された超音波強度に応じた電荷を取得可能とさせる。受信部 22 で同時にオン電圧が印加可能な転送電極の数の範囲内では、通常、受信効率は、オンした転送電極の数で定められるので、整相加算器 220b で加算された電荷量に応じた電圧を LNA で増幅する際の増幅率を当該オンされた転送電極の数に応じて各々調整することで、一定の受信レベルでの電圧に戻せば良い。

10

なお、電荷蓄積領域が大きく設定される場合、IG 電極 2211 への印加電圧 VIG がオフ電圧に切り替えられた後、更に電位の井戸が縮小されてから信号電荷の転送、読み出しが行われるので、超音波の受信開始から読み出しまでに要する最短時間が増大する。従って、超音波の受信間隔は、設定される電荷蓄積領域の最大範囲に応じて定められる必要がある。

【0069】

以上のように、第 2 実施形態の超音波探触子 2 の整相加算器 220b は、複数の転送電極 (2212b ~ 2215b など) を備え、超音波の受信時に IG 電極 2211 と共にオン電圧が印加される転送電極の数を変化させることで、連続的な電荷蓄積領域を形成し、当該電荷蓄積領域の電気容量を可変に設定する。従って、CCD 221 の構成を大きく変更せず容易且つ有効に振動子 210 と電荷蓄積領域との間でインピーダンスの整合をとって、効率良く超音波強度に対応した電荷を取得することが出来る。

20

【0070】

また、半導体基板 2201 のチャンネル領域に形成可能な電位の井戸の数は、上述の大きな電荷蓄積領域の形成に用いられる転送電極の数に応じて CCD 221 を用いて行われる遅延転送の最大ステップ数に対応可能な数となっている。従って、必要に応じて柔軟に電荷蓄積領域のサイズを変更して電気容量を変更設定することが出来る。

【0071】

また、各電位の井戸の電気容量は、全て同一となるように転送電極が設けられるので、この CCD 221 を有する半導体チップを容易に製造することが出来る。また、電荷蓄積領域の電気容量を適切な容量間隔で設定可能とすると共に、信号電荷の転送に要するサイズを必要最小限に抑えながら適切な速度で行わせることが出来る。

30

【0072】

また、電気蓄積領域の電気容量を対応する振動子 210 ごとに各々独立に設定可能とすることで、検出対象の超音波の受信方向や、受信に用いられる複数の振動子 210 における当該振動子 210 の位置などに応じて振動子 210 と電気蓄積領域とのインピーダンスの整合の度合いを変化させて、適宜受信感度の重み付けを行うことが出来る。また、超音波の受信強度、即ち、超音波が反射される被検体からの距離に応じて同様にインピーダンスの整合の度合いを変化させることで、振動子 210 による受信強度幅以上に広いダイナミックレンジを実現することが出来る。以上に受信強度の振動子 210 とのされることを特徴とする請求項 3 ~ 5 の何れか一項に記載の整相加算器。

40

【0073】

また、超音波探触子 2 は、駆動制御部 24 を備え、電気蓄積領域の大きさを逐次設定することが出来るので、受信中に細かくインピーダンスの整合の度合いを変化させることが出来、容易に上記の受信感度の空間重み付けやダイナミックレンジの拡大を図ることが出来る。

【0074】

また、駆動制御部 24 により、超音波の受信開始からの経過時間、即ち、超音波の送信からの経過時間に応じてインピーダンスの整合の度合いを変化させることで、被検体からの距離に応じた効率で受信された超音波強度に対応する電荷を取得する。従って、容易且

50

つ超音波診断の実情に即して超音波の受信強度に応じた受信効率でダイナミックレンジの広い受信データを取得して、より高精度な超音波診断を行うことが可能となる。

【0075】

[第3実施形態]

次に、第3実施形態の超音波探触子2について説明する。

図9は、本実施形態の超音波探触子2の内部構成を示すブロック図、及びこの超音波探触子2における整相加算器220cについて説明する断面図である。

【0076】

第3実施形態の超音波探触子2は、図9(a)に示すように、第1実施形態及び第2実施形態の超音波探触子と比較して、整相加算器220cの内部構造が異なる点を除き同一の構成であり、同一の構成要素については同一の符号を付して説明を省略する。

10

【0077】

本実施形態の整相加算器220cは、図9(b)に示すように、2つのN型領域2205、2206が直接振動子210の電極212に接続されず、当該N型領域2205、2206間のチャンネル領域に電極212の電荷に応じた電位が生じるように形成されている。N型領域2205は、例えば、所定の電圧源に接続され、電極212下のチャンネル領域に所定の電位が印加されて通電状態になった場合にN型領域2205からN型領域2206に電流が流れる構成となっている。これ以外の構造は、第2実施形態の超音波探触子2に係る整相加算器220bと同一であり、同一部分には同一の符号を付して説明を省略する。

20

【0078】

即ち、本実施形態の整相加算器220cでは、MOSFETに類する構造を有するので、効率良く信号電荷をCCD221に導入するために、振動子210がN型領域2205、2206間のチャンネル領域の直近（ここでは直上）に設けられる。従って、電極212とチャンネル領域との間の絶縁層2204は、問題となるリーク電流が生じない範囲で薄く設定されると良い。

このような構造であっても、超音波受信時に、IG電極2211及びIG電極に隣接する所定数の転送電極にオン電圧が印加されて連続的な電荷蓄積領域が形成されることで、適切なインピーダンスで超音波の受信レベルに応じた電荷をCCD221に導いて取得することが出来る。

30

【0079】

以上のように、第3実施形態の超音波探触子2の整相加算器220cは、半導体基板2201上に振動子210と一体的にMOSFETと同様な製造プロセスで形成されて、電極212がN型領域2205、2206間のチャンネル領域の直近に設けられるので、容易な製造方法で高感度な超音波受信を行うことが出来る。

【0080】

なお、本発明は、上記実施の形態に限られるものではなく、様々な変更が可能である。

例えば、上記実施の形態では、受信された超音波に係る電荷がOG電極2219下のチャンネル領域を介して放出されるまで次の超音波受信が行われていないが、受信時にオンされている転送電極下、即ち、電荷蓄積領域及びこれに隣接する転送電極下のチャンネル領域（電位の井戸）から電荷が排出された後には、次の超音波受信を開始させることが出来る。

40

【0081】

また、上記第1実施形態では、信号電荷の転送方向に長い転送電極2212を例に挙げて説明したが、拡大された転送電極のサイズの形状は、これに限られない。即ち、転送電極2212は、信号電荷の転送方向に垂直な方向に長く形成されても良く、また、転送方向及び転送方向に垂直な方向の何れにも長く形成されても良い。即ち、転送電極の形状は、二次元的に変更可能である。

【0082】

また、このとき、信号電荷の転送方向に垂直に複数の転送電極が設けられ、そのうちの

50

一の転送電極以外の印加電圧をオフ電圧として当該一の転送電極下の電位の井戸に電荷が集約されてから転送方向に信号電荷を転送することとしても良い。

【0083】

また、上記第1実施形態では、転送電極2212のみが他の転送電極よりも大きい形状としたが、複数の転送電極のサイズがIG電極2211側からOG電極2219の側に向けて徐々に減少していくように配置されても良い。同様に、第2実施形態において、同時にオン電圧が印加される連続した転送電極の数を徐々に減らしながらOG電極2219の側へ信号電荷を移動させていっても良い。

【0084】

また、上記実施の形態では、電荷の転送方式としてCCDを例に挙げて説明したが、これに限られない。例えば、BBB (Bucket Brigaded Device) などを用いて電荷の転送を行っても良い。

【0085】

また、上記第2実施形態では、整相加算器220bにおける電荷蓄積領域のサイズを駆動制御部24の制御により行うこととしたが、設定に係る制御信号が超音波探触子2の外部、即ち、超音波診断装置本体1などから入力されて、整相加算器220bでは、設定に基づく動作のみを行うこととしても良い。

【0086】

また、上記実施の形態では、超音波の送受信が可能な超音波探触子2について説明したが、受信専用の超音波探触子2であっても良い。

【0087】

また、上記実施の形態では、無線通信により制御信号や超音波受信データの送受信を行うこととしたが、ケーブルを用いた有線の通信でも良い。また、超音波を検出するプローブ一体型の超音波診断装置の超音波受信に係る部分であっても、本発明を適用することが可能である。

その他、上記実施の形態で示した構造、配置、構成、動作手順などの具体的な細部は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

【符号の説明】

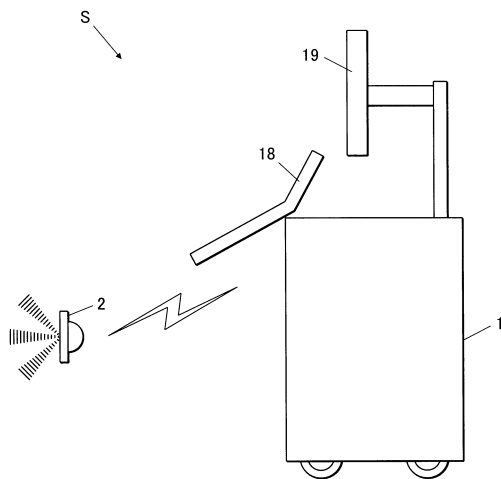
【0088】

1	超音波診断装置本体	30
2	超音波探触子	
18	操作入力部	
19	出力表示部	
21	振動子配列	
210	振動子	
211	圧電体	
212	電極	
213	電極	
214	導電部材	
22	受信部	40
220	整相加算器	
220b	整相加算器	
220c	整相加算器	
221	CCD	
222	加算器	
2201	半導体基板	
2202	N型領域	
2203	P型領域	
2204	絶縁層	
2205	N型領域	50

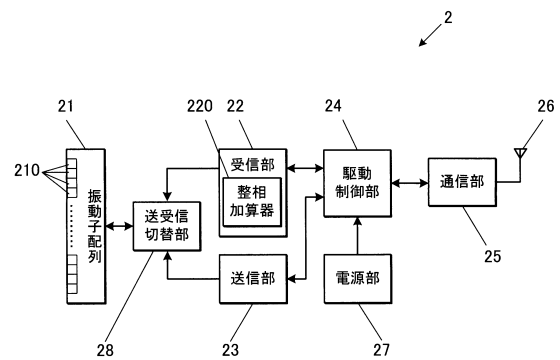
2 2 0 6 N型領域
 2 2 1 1 I G電極
 2 2 1 2、2 2 1 3 転送電極
 2 2 1 2 b～2 2 1 5 b 転送電極
 2 2 1 9 O G電極
 2 3 送信部
 2 4 駆動制御部
 2 5 通信部
 2 6 アンテナ
 2 7 電源部
 2 8 送受信切替部
 S 超音波診断装置
 V I G 印加電圧
 V O G 印加電圧
 V ϕ 1～V ϕ 6 印加電圧

10

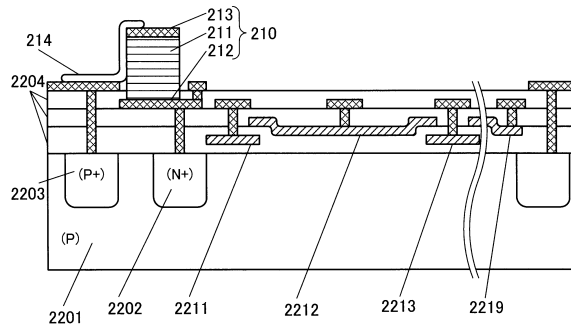
【図 1】



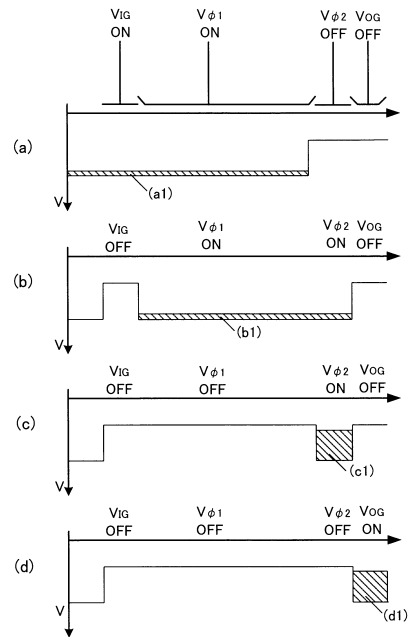
【図 2】



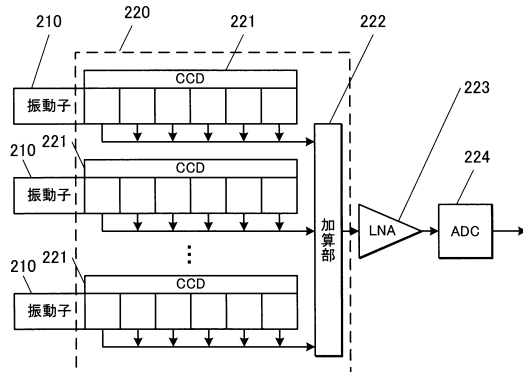
【図 3】



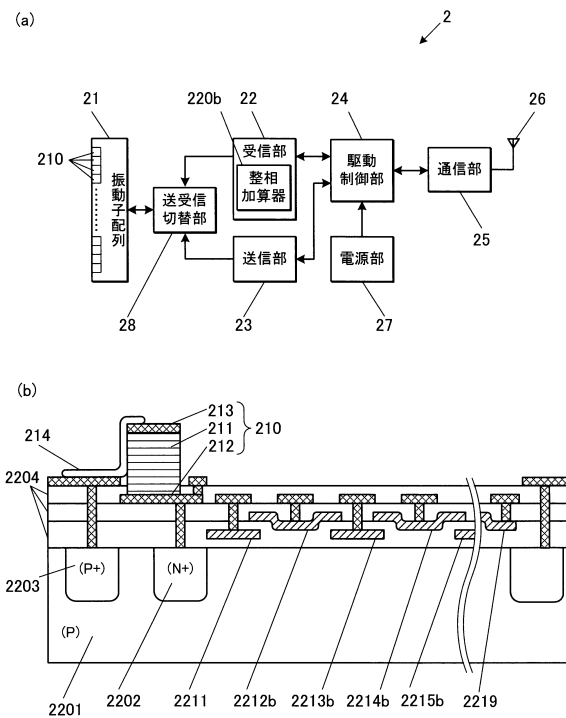
【図 4】



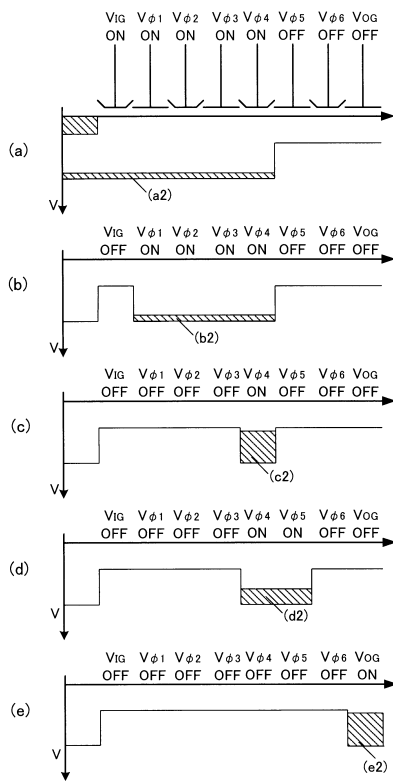
【図 5】



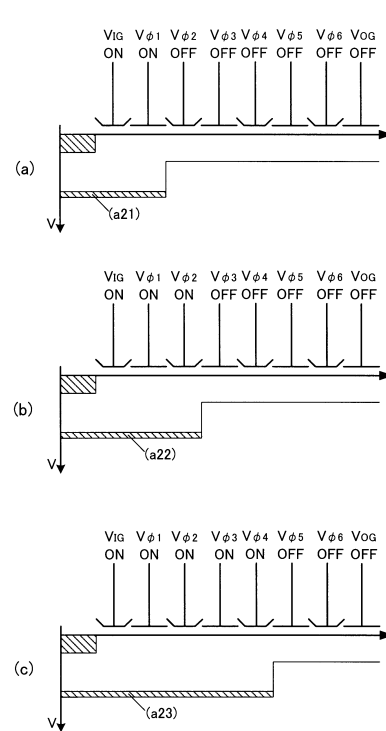
【図 6】



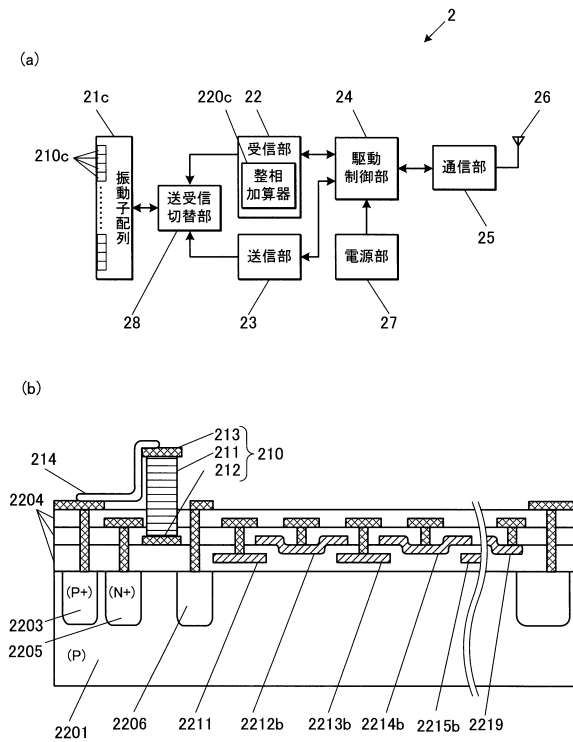
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5

专利名称(译)	定相加法器和超声波探头		
公开(公告)号	JP6264963B2	公开(公告)日	2018-01-24
申请号	JP2014049692	申请日	2014-03-13
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	中山雄太		
发明人	中山 雄太		
IPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/14 A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE02 4C601/EE15 4C601/GB01 4C601/GB18 4C601/GB41 4C601/JB02		
其他公开文献	JP2015173679A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

A，而抑制功耗，以提供调相加法器和超声波探头能够有效地获得适当的信号，同时从接收到的超声波维持SNR。取决于输入是超声波压电生成对应于每个产生的电荷的声压到所述多个各自具有压电元件，以获得没有得到的信号电荷量的电荷被放大，为每组设定的多个阶段转移保持预定时间以及延迟添加部分，用于延迟相加和添加分别设置在延迟电荷转移部分中的多个级中的信号电荷，其中，在转移保持部分的多个级中，，这是初始阶段保持单元的电容，其在接收超声波时获取并保持信号电荷数量大于第二级保持单元的每个电容量，第二级保持单元在转移保持单元中的第二级和后续级中保持信号电荷。

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6264963号 (P6264963)
(45) 発行日 平成30年1月24日 (2018. 1. 24)	(24) 登録日 平成30年1月5日 (2018. 1. 5)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 8 / 1 4 (2006. 01)	F 1 A 6 1 B 8 / 1 4	
請求項の数 13 (全 18 頁)		
(21) 出願番号 特願2014-49692 (P2014-49692)	(73) 特許権者 000001270 コニカミノルタ株式会社	
(22) 出願日 平成26年3月13日 (2014. 3. 13)	東京都千代田区丸の内二丁目7番2号	
(65) 公開番号 特開2015-173679 (P2015-173679A)	(74) 代理人 110001254 特許業務法人光陽国際特許事務所	
(43) 公開日 平成27年10月5日 (2015. 10. 5)	(72) 発明者 中山 雄太 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内	
審査請求日 平成29年2月20日 (2017. 2. 20)	審査官 森口 正治	
	(56) 参考文献 特許第4557575 (J P, B 2) 特開昭55-146066 (J P, A) 特開昭51-103752 (J P, A) 特開昭55-136042 (J P, A)	最終頁に続く
(54) 【発明の名称】 整相加算器、及び、超音波探触子		