

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6194125号
(P6194125)

(45) 発行日 平成29年9月6日(2017.9.6)

(24) 登録日 平成29年8月18日(2017.8.18)

(51) Int.Cl.		F I
A 6 1 B	8/14	(2006.01)
H 0 3 K	5/12	(2006.01)
G 0 5 F	3/26	(2006.01)

A 6 1 B	8/14
H 0 3 K	5/12
G 0 5 F	3/26

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-569247 (P2016-569247)	(73) 特許権者	000005108
(86) (22) 出願日	平成27年11月27日 (2015.11.27)		株式会社日立製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/083362		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(87) 国際公開番号	W02016/114018	(74) 代理人	110001689
(87) 国際公開日	平成28年7月21日 (2016.7.21)		青陵特許業務法人
審査請求日	平成28年12月16日 (2016.12.16)	(72) 発明者	西元 琢真
(31) 優先権主張番号	特願2015-4624 (P2015-4624)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
(32) 優先日	平成27年1月14日 (2015.1.14)		式会社日立製作所内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	五十嵐 豊
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	勝部 勇作
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子およびそれを備える超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

振動子と、

低電圧トランジスタと高電圧トランジスタとのカレント・ミラーから成り、前記振動子に前記高電圧トランジスタが接続される振動子駆動部と、前記振動子駆動部の低電圧トランジスタに動作電流を供給する電流源から構成される送波回路と、

前記振動子駆動部と同じ構成である送波回路駆動部レプリカと、前記送波回路駆動部レプリカの低電圧トランジスタと高電圧トランジスタに流れる電流の合計を一定にするバイアス部と、前記送波回路駆動部レプリカの低電圧トランジスタに流れる電流をコピーして取り出す観測部とから構成される補正部と、

前記観測部で取り出した電流値と同じ電流値が流れるように、前記送波回路の電流源に信号を渡す分配部と、
を有する超音波探触子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波探触子において、

前記送波回路と前記補正部とは、同一の IC チップ上に形成されていることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の超音波探触子において、

前記観測部は低電圧トランジスタを有し、

10

20

前記観測部の低電圧トランジスタと前記送波回路駆動部レプリカの低電圧トランジスタとでカレント・ミラーを構成することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の超音波探触子において、

前記分配部と前記送波回路の電流源はトランジスタを有し、

前記分配部のトランジスタのドレインに前記観測部の出力電流が与えられるとともに、前記分配部のトランジスタと前記送波回路の電流源のトランジスタとでカレント・ミラーを構成することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の超音波探触子において、

前記バイアス部は、前記送波回路駆動部レプリカの低電圧トランジスタと接続される第 1 の低電圧トランジスタと、前記送波回路駆動部レプリカの高電圧トランジスタと接続される第 2 の低電圧トランジスタと、基準電流源と、を有し、

前記第 1 の低電圧トランジスタのゲートにはバイアス電圧が与えられ、前記第 2 の低電圧トランジスタのゲートはドレインに接続され、前記第 1 の低電圧トランジスタと前記第 2 の低電圧トランジスタと、基準電流源で差動対を構成することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の超音波探触子において、

前記分配部の出力が、複数の前記送波回路に接続されることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の超音波探触子において、

前記補正部と前記分配部との間に、スルーレート設定信号に基づいて、前記振動子の駆動信号のスルーレートを設定するスルーレート設定部を備えることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の超音波探触子において、

前記スルーレート設定部は、前記スルーレート設定信号に基づいて、入力電流と出力電流の倍率を変化させる可変電流源を有し、前記可変電流源の入力は前記観測部の出力と接続され、前記可変電流源の出力は前記分配部に接続される、ことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 9】

請求項 5 に記載の超音波探触子において、

前記送波回路駆動部レプリカの低電圧トランジスタとカレント・ミラーを構成する第 3 の低電圧トランジスタと、

第 3 の低電圧トランジスタが出力する電流がドレインに与えられ、ドレインとゲートが接続された第 4 の低電圧トランジスタと、

第 4 の低電圧トランジスタとカレント・ミラーを構成し、ドレインが第 1 の低電圧トランジスタと第 2 の低電圧トランジスタに接続された第 5 の低電圧トランジスタとを有する、ことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 10】

請求項 1 ～ 9 のいずれか一つに記載の超音波探触子を備える超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波探触子およびそれを備える超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、X 線 C T (Computed Tomography) 装置や M R I (Magnetic Resona

10

20

30

40

50

nce Imaging) 装置等とともに、生体内を容易かつリアルタイムに観察することができる装置として広く利用されている。さらに、近年においては、従来の画像診断から、穿刺観察、造影剤観察などの治療支援への活用によりその用途を拡大しており、かかる背景から、超音波診断装置では、従来にも増した高画質化が求められている。

【0003】

超音波診断装置において、超音波探触子の駆動信号の立ち上りのスルーレートと立下りのスルーレートとが異なると、断層像や血流像に虚像(アーチファクト)が発生する。そのため、駆動信号の立ち上がりのスルーレートと立下りのスルーレートとが等しくなるように、調整可能とするのが好ましい。

【0004】

10

スルーレートを調整可能な出力回路として特許文献1には、スルーレートを調整可能な電気波形生成回路であって、複数の出力回路と、出力回路を制御する内部回路と、出力回路と同じ構成となるレプリカゲートと、レプリカゲートの出力タイミングを制御するスルーレート調整用パルス発生部と、レプリカゲートのスルーレートを制御するスイッチ部と、レプリカゲートの出力信号をモニタする観測端子と、を有し、観測端子でレプリカゲートの出力波形をモニタして、所望のスルーレートになるようにスイッチ部でスルーレートを調整する電気波形生成回路が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

20

【特許文献1】特開2001-119277号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

超音波診断装置の超音波探触子の寸法は、様々な要素に依存するが、その1つとして超音波を発する振動子を駆動、または振動子から発する電気信号を受信する回路サイズに依存する。検査士の持ち易さや身体へのあて易さなどの超音波探触子の使い勝手を良くするには、回路を所定のサイズ内に収めることが求められる。特許文献1の回路では、レプリカゲートの出力信号を観測するモニタ装置と、観測した波形から所望のスルーレートを得るための制御値を算出する演算装置を搭載する必要がある、回路サイズが大きくなり、超音波探触子に用いても所望の超音波探触子の寸法が得られない。

30

【0007】

そこで本発明は、超音波探触子の寸法および回路サイズを抑えながら、スルーレートを調整することができる超音波探触子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】

【0008】

本願は、上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、本発明の超音波探触子の一例を挙げるならば、

振動子と、

低電圧トランジスタと高電圧トランジスタとのカレント・ミラーから成り、前記振動子に前記高電圧トランジスタが接続される振動子駆動部と、前記振動子駆動部の低電圧トランジスタに動作電流を供給する電流源から構成される送波回路と、

40

前記振動子駆動部と同じ構成である送波回路駆動部レプリカと、前記送波回路駆動部レプリカの低電圧トランジスタと高電圧トランジスタに流れる電流の合計を一定にするバイアス部と、前記送波回路駆動部レプリカの低電圧トランジスタに流れる電流をコピーして取り出す観測部とから構成される補正部と、

前記観測部で取り出した電流値と同じ電流値が流れるように、前記送波回路の電流源に信号を渡す分配部と、

を有するものである。

【発明の効果】

50

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、超音波探触子の寸法および回路サイズを抑えながら、スルーレートを調整することができる超音波探触子を提供することができる。

【 0 0 1 0 】

上記した以外の課題、構成、および効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の実施例 1 に係る超音波診断装置の概略を示した図である。

【図 2】図 1 の、超音波探触子の 2 D アレイ I C を説明する図である。

10

【図 3】送波回路のスルーレート補償を説明する図である。

【図 4】本発明の実施例 1 の、送波回路およびスルーレート補償回路のブロック構成例を示した図である。

【図 5】図 4 の送波回路の一例を示した図である。

【図 6】図 4 の補正部の回路例を示した図である。

【図 7】図 4 の分配部の回路例を示した図である。

【図 8】図 4 のスルーレート補償のシミュレーション結果を示した図である。

【図 9】本発明の実施例 2 の、送波回路およびスルーレート補償回路のブロック構成例を示した図である。

【図 1 0】図 9 のスルーレート設定部の回路例を示した図である。

20

【図 1 1】本発明の実施例 3 の、補正部の回路例を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための各図において、同一の機能を有する要素には同一の名称、符号を付して、その繰り返しの説明を省略する。

【実施例 1】

【 0 0 1 3 】

図 1 は、本発明の実施例 1 に係る超音波診断装置を示した図である。図 1 に示すように、超音波診断装置は、装置本体 1 1 と、超音波探触子 1 2 とを有している。

30

【 0 0 1 4 】

装置本体 1 1 は、その筐体内部に、例えば、当該超音波診断装置の全体の制御を行う C P U (Central Processor Unit) と、C P U が実行するプログラム等を記憶した H D D (Hard Disk Drive) や処理するデータを一時記憶する R A M などの記憶装置と、外部装置と通信するための通信 I F (I F : InterFace) 装置とを有している。また、装置本体 1 1 は、その筐体内部に、例えば、各種の電源回路と、超音波プローブからの信号を画像処理する画像処理回路とを有している。また、装置本体 1 1 は、例えば、キーボードやマウス等の入力装置と、液晶ディスプレイ装置等の出力装置とを有している。入力装置は、例えば、液晶ディスプレイ装置に設けられたタッチパネルであってもよい。装置本体 1 1 は、底面に取り付けられたキャスタ等により、床面上を自在に移動可能な構造となっている。

40

【 0 0 1 5 】

超音波探触子 1 2 は、2 D (Dimension) アレイ振動子 1 2 a と、2 D アレイ I C (Integrated Circuit) 1 2 b とを有している。2 D アレイ振動子 1 2 a は、超音波探触子 1 2 の人体と接触する側の面において、超音波を発する複数の振動子を有している。2 D アレイ振動子 1 2 a の複数の振動子は、2 次元 (平面状) に配置されている。

2 D アレイ I C 1 2 b は、2 D アレイ振動子 1 2 a に対向するようにして、2 D アレイ振動子 1 2 a の振動子を駆動する回路を複数有している。2 D アレイ I C 1 2 b の複数の回路は、2 次元に配置されている。

2 D アレイ I C 1 2 b の複数の回路は、2 D アレイ振動子 1 2 a の複数の振動子に対応

50

して設けられている。例えば、２ＤアレイＩＣ１２ｂの１つの回路は、２Ｄアレイ振動子１２ａの１つの振動子と電氣的に接続されている。

【００１６】

図２は、図１の２ＤアレイＩＣを説明する図である。図２には、図１に示した２ＤアレイＩＣ１２ｂが示してある。図２の下部に示すように、２ＤアレイＩＣ１２ｂは、複数のサブアレイ２１と、周辺回路２２，２３とを有している。

サブアレイ２１と周辺回路２２，２３は、例えば、１つのＩＣチップ上に形成される。図２では、ＩＣ上に４０個（Ｓ００～Ｓ３９）のサブアレイ２１が形成されている。また、図２では、ＩＣ上に２個の周辺回路２２，２３が形成されている。

周辺回路２２，２３は、図示していないが、装置本体１１と通信を行うためのＩＦ回路を有している。また、周辺回路２２，２３は、図示していないが、装置本体１１からの指示に基づいて、複数のサブアレイ２１を制御する制御回路を有している。

【００１７】

図２の上部左側に示すように、複数のサブアレイ２１のそれぞれは、複数の素子回路３１を有している。図２では、「Ｓ００」のサブアレイ２１の素子回路３１の例が示してある。１個のサブアレイ２１は、６４個（ＥＬ００～ＥＬ６３）の素子回路３１を有している。

２Ｄアレイ振動子１２ａの複数の振動子は、高画質化の要求に応じて小型化され、その数が増加している。それに伴い、素子回路３１の数は、例えば、約１万個に達する。そのため、素子回路３１のサイズおよび消費電力の低減は、重要である。なお、図２では、図示を簡略化し、４０個（Ｓ００～Ｓ３９）×６４個（ＥＬ００～ＥＬ６３）の素子回路３１の例を示している。

【００１８】

図２の上部右側に示すように、複数の素子回路３１のそれぞれは、遅延制御回路３２と、送波回路３３と、受信回路３４とを有している。図２では、「ＥＬ１４」の素子回路３１の回路ブロック例が示してある。なお、図２には、素子回路３１と接続される、２Ｄアレイ振動子１２ａの振動子４１も示してある。

同じ行の素子回路３１（例えば、ＥＬ００～ＥＬ０７等）は、周辺回路２２，２３が有する、図示していない共通低圧電源回路および共通高圧電源回路と接続されている。例えば、同じ行の素子回路３１は、低圧の正負一對の電源配線に接続されている。また、同じ行の素子回路３１は、高圧の正負一對の電源配線に接続されている。以下では、低圧の正側電源配線を電源ＶＤＤと呼び、低圧の負側電源配線を電源ＶＳＳと呼ぶことがある。また、高圧の正側電源配線を電源ＨＶＤＤと呼び、高圧の負側電源配線を電源ＨＶＳＳと呼ぶことがある。

遅延制御回路３２は、装置本体１１からの制御に応じて、送波回路３３から出力される、振動子４１を駆動する駆動信号の出力タイミングを制御する。例えば、遅延制御回路３２は、２Ｄアレイ振動子１２ａの複数の振動子から出力される、複数の超音波のフォーカスポイント（超音波が重なり合うポイント）を走査するように、送波回路３３が出力する駆動信号の出力タイミングを制御する。また、遅延制御回路３２は、例えば、２Ｄアレイ振動子１２ａの複数の振動子が受信する複数の反射波から、ターゲットの適切な画像が得られるよう、受信回路３４の受信タイミングを制御する。遅延制御回路３２は、受信回路３４によって受信された反射波の信号を装置本体１１に送信する。これにより、装置本体１１は、遅延制御回路３２から受信した信号を画像処理し、ターゲットの画像を出力装置に表示することができる。

送波回路３３は、遅延制御回路３２から出力される信号に基づいて、振動子４１を駆動する駆動信号を出力する。送波回路３３は、振動子４１に出力する駆動信号の振幅を変換することができる。また、送波回路３３は、振動子４１に出力する駆動信号のスループートを調整できるようになっている。

受信回路３４は、振動子４１によって受信された信号を増幅して、遅延制御回路３２に出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

図 3 は、図 2 の送波回路のスルーレート補償を説明する図である。図 3 には、送波回路 3 3 が振動子 4 1 に出力する駆動信号の波形 W 1 が示してある。

駆動信号の立ち上りのスルーレートと、立下りのスルーレートとが異なると、断層像や血流像に虚像（アーチファクト）が発生する。そのため、送波回路 3 3 は、駆動信号の立ち上がりのスルーレートと立下りのスルーレートとが等しくなるように、調整できるようになっている。例えば、送波回路 3 3 は、図 3 の矢印 A 1 に示す駆動信号の立下りのスルーレートと、矢印 A 2 に示す駆動信号の立ち上りのスルーレートとを調整できるようになっている。立ち上りのスルーレートと立下りのスルーレートを調整し、差異が縮小するように補償することで、虚像（アーチファクト）を低減することができる。

10

【 0 0 2 0 】

図 4 は、図 2 の送波回路およびスルーレート補償回路のブロック構成例を示した図である。

図 4 に示すように、補正部 5 0 は、送波回路駆動部レプリカ 5 1 と、レプリカバイアス部 5 2 と、観測部 5 3 とを有する。補正部 5 0 は周辺回路 2 2、2 3 に配置され、例えば 2 D アレイ IC に 1 回路のみ搭載され、補正部 5 0 が生成したスルーレートが補償された送波回路 3 3 の駆動電流は分配部 5 4 で分配され、それぞれの送波回路 3 3 に伝送される。分配部 5 4 は例えば、周辺回路 2 2、2 3 に配置され、行または列方向の電気配線を通して送波回路 3 3 に伝送される。図 4 では、行方向の電気配線を通した伝送を示している。

20

また、図示していないが補正部 5 0 が出力するスルーレートの補償駆動電流は、立ち上りの補償駆動電流と、立下りの補償駆動電流の 2 つがあり、分配部 5 4 も立ち上りの補償駆動電流と、立下りの補償駆動電流を送波回路 3 3 に伝送する。また、分配部 5 4 は、消費電力を削減するため、入力される補償駆動電流を電圧に変換して、それぞれの送波回路 3 3 に電圧信号を補償駆動信号として伝送する。

【 0 0 2 1 】

図 5 は、図 4 の送波部の回路例を示した図である。

図 5 に示すように送波回路 3 3 は、振動子 4 1 に正側の高電圧である H V D D を印加する振動子駆動部 a (6 1 a) と、振動子駆動部 a の駆動電流を生成する高耐圧電流源 6 2 a と、高耐圧電流源 6 2 a を O N / O F F 制御する送波制御回路 6 3 a とを有し、送波制御信号 a がイネーブルされると補償駆動信号 a が高耐圧電流源 6 2 a のトランジスタ 6 6 a に印加され、トランジスタ 6 6 a は補償駆動信号 a の値に係る電流を振動子駆動部 a (6 1 a) に流し、振動子駆動部 a (6 1 a) は、高耐圧電流源 6 2 a の電流に係る値の電流を振動子 4 1 に流し込む。なお、振動子駆動部 a の左側のトランジスタは低電圧トランジスタで、右側の振動子 4 1 が接続されているトランジスタは高電圧トランジスタであり、低電圧トランジスタと高電圧トランジスタでカレント・ミラー構成をとる。

30

【 0 0 2 2 】

また、送波回路 3 3 は振動子 4 1 に負側の高電圧である H V S S を印加する振動子駆動部 b (6 1 b) と、振動子駆動部 b の駆動電流を生成する高耐圧電流源 6 2 b と、高耐圧電流源 6 2 b を O N / O F F 制御する送波制御回路 6 3 b とを有し、送波制御信号 b がイネーブルされると補償駆動信号 b が高耐圧電流源 6 2 b のトランジスタ 6 6 b に印加され、トランジスタ 6 6 b は補償駆動信号 b の値に係る電流を振動子駆動部 b (6 1 b) に流し込み、振動子駆動部 b は、高耐圧電流源 6 2 b の電流に係る値の電流を振動子 4 1 から引き出す。なお、振動子駆動部 b (6 1 b) の左側のトランジスタは低電圧トランジスタで、右側の振動子 4 1 が接続されているトランジスタは高電圧トランジスタであり、低電圧トランジスタと高電圧トランジスタでカレント・ミラー構成をとる。

40

【 0 0 2 3 】

また、送波回路 3 3 は R Z 部 6 5 を有し、送波制御信号 c がイネーブルされると振動子 4 1 に G N D の電位を印加する。

【 0 0 2 4 】

50

図 6 は、図 4 の補正部の回路例を示した図である。

図 6 に示すように、補正部 50 は、立ち上りのスルーレートを補償する駆動電流を生成する送波回路駆動部レプリカ a (51a) と、送波回路駆動部レプリカ a に駆動電流を供給するバイアス部 a (52a) と、送波回路駆動部レプリカ a で得られた補償駆動電流 a をコピーして取り出す観測部 a (53a) とを有する。送波回路駆動部レプリカ a (51a) は振動子駆動部 a (61a) と同じ構成である。

【0025】

ここで、低電圧トランジスタ 70a と高電圧トランジスタ 72a に流れる電流の比を 1 : M (カレント・ミラー比) とする。送波回路駆動部レプリカ a (51a) はカレント・ミラーの構成をとっているが、低電圧トランジスタと高電圧トランジスタで構成しているため、IC の製造時に発生する製造ばらつきや、IC 動作中の温度によりカレント・ミラー比 (1 : M) が変動する。この変動率 E を考慮したカレント・ミラー比は 1 : E * M となる。従って、低電圧トランジスタ 70a の電流を I_{drv_a} で表すと、高電圧トランジスタ 72a に流れる電流は、

【0026】

【数 1】

$$I_{drv_a_h} = E * M * I_{drv_a} \quad (\text{式 1})$$

【0027】

となる。ところで、バイアス部 a (52a) の基準電流源で低電圧トランジスタ 70a と高電圧トランジスタ 72a に流れる電流の合計値は一定値 (I_{ref}) となる。

【0028】

【数 2】

$$I_{ref} = I_{drv_a} + I_{drv_a_h} \quad (\text{式 2})$$

【0029】

式 1 と式 2 から I_{drv_a} は

【0030】

【数 3】

$$I_{drv_a} = \frac{I_{ref}}{(1 + E * M)} \cong \frac{I_{ref}}{E * M} (\because E * M \gg 1) \quad (\text{式 3})$$

【0031】

となる。観測部 a (53a) のトランジスタ 71a は低電圧トランジスタ 70a と同じサイズのトランジスタであり、カレント・ミラー構成をとる。このため、観測部 a (53a) で I_{drv_a} をコピーすることができる。コピーした I_{drv_a} は分配部 54 に渡され、補償駆動信号 a に変換され、それぞれの送波回路の高耐圧電流源 62a に伝送される。高耐圧電流源 62a では補償駆動信号 a から I_{drv_a} の電流に変換し、振動子駆動部 a (61a) の低電圧トランジスタに与える。ここで、振動子駆動部 a (61a) と送波回路駆動部レプリカ a (51a) は同じ構成であるため、低電圧トランジスタに I_{drv_a} が与えられると、高電圧トランジスタに流れる電流 I_{out_a} は、

【0032】

【数 4】

$$I_{out_a} = E * M * \frac{I_{ref}}{E * M} = I_{ref} \quad (\text{式 4})$$

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

となり、変動率Eに依存せずに一定である基準電流Irefが流れる。なお、振動子41は等価的に容量と抵抗の並列回路と見なせるため、スルーレートは流し込まれる電流で決まる。これにより、ICの製造時に発生する製造ばらつきや、IC動作中の温度による変動に対して立ち上りのスルーレートを補償することが可能である。

【 0 0 3 4 】

また、補正部50は、立ち下がりのスルーレートを補償する駆動電流を生成する送波回路駆動部レプリカb(51b)と、送波回路駆動部レプリカbに駆動電流を供給するバイアス部b(53b)と、送波回路駆動部レプリカb(51b)で得られた補償駆動電流bをコピーして取り出す観測部b(53b)とを有する。送波回路駆動部レプリカb(51b)は振動子駆動部b(61b)と同じ構成である。

10

【 0 0 3 5 】

ここで、低電圧トランジスタ70bと高電圧トランジスタ72bに流れる電流の比を1:M(カレント・ミラー比)とする。上述と同様に、送波回路駆動部レプリカb(51b)はカレント・ミラーの構成をとっているが、低電圧トランジスタと高電圧トランジスタで構成しているため、ICの製造時に発生する製造ばらつきや、IC動作中の温度によりカレント・ミラー比(1:M)が変動する。この変動率Eを考慮したカレント・ミラー比は1:E×Mとなる。従って、低電圧トランジスタ70bの電流をIdrv_bで表すと、高電圧トランジスタ72bに流れる電流は、

20

【 0 0 3 6 】

【数5】

$$I_{drv_b_h} = E * M * I_{drv_b} \quad (式5)$$

【 0 0 3 7 】

となる。ところで、バイアス部b(52b)の基準電流源で低電圧トランジスタ70bと高電圧トランジスタ72bに流れる電流の合計値は一定値(Iref)となる。

【 0 0 3 8 】

【数6】

$$I_{ref} = I_{drv_b} + I_{drv_b_h} \quad (式6)$$

30

【 0 0 3 9 】

式5と式6からIdrv_bは

【 0 0 4 0 】

【数7】

$$I_{drv_b} = \frac{I_{ref}}{(1 + E * M)} \cong \frac{I_{ref}}{E * M} (\because E * M \gg 1) \quad (式7)$$

40

【 0 0 4 1 】

となる。観測部b(53b)のトランジスタ71bは低電圧トランジスタ70bと同じサイズのトランジスタであり、カレント・ミラー構成をとる。このため、観測部b(53b)でIdrv_bをコピーすることができる。コピーしたIdrv_bは分配部54に渡され、補償駆動信号bに変換され、それぞれの送波回路の高耐圧電流源62bに伝送される。高耐圧電流源62bでは補償駆動信号bからIdrv_bの電流に変換し、振動子駆動部b(61b)の低電圧トランジスタに与える。ここで、振動子駆動部b(61b)と送波回路駆動部レプリカb(51b)は同じ構成であるため、低電圧トランジスタにIdrv_bが与えられると、高電圧トランジスタに流れる電流Iout_bは、

【 0 0 4 2 】

50

【数 8】

$$I_{out_b} = E * M * \frac{I_{ref}}{E * M} = I_{ref} \quad (\text{式 8})$$

【0043】

となり、変動率Eに依存せずに一定である基準電流Irefが流れる。なお、上記したとおり、振動子41は等価的に容量と抵抗の並列回路と見なせるため、スルーレートは取り出される電流で決まる。これにより、ICの製造時に発生する製造ばらつきや、IC動作中の温度による変動に対して立ち下りのスルーレートを補償することが可能である。

10

【0044】

図7は、図4の分配部の回路例を示した図である。

図7に示すように、分配部54は補正部50から入力される立ち上りのスルーレートを補償する補償駆動電流aを補償駆動信号aに変換する低電圧トランジスタ80aと、立ち下りのスルーレートを補償する補償駆動電流bを補償駆動信号bに変換する低電圧トランジスタ80bと、を有する。

低電圧トランジスタ80aのドレインとゲートを短絡し、補償駆動電流aをドレインに流し込むことで発生するゲート電圧を補償駆動信号aとして、それぞれの送波回路へ伝送する。ここで、低電圧トランジスタ80aと送波回路の高耐圧電流源のトランジスタ66aは、同じトランジスタサイズであり、カレント・ミラー構成をとる。これにより、低電

20

圧トランジスタ80aに入力された補償駆動電流aと同じ電流がトランジスタ66aに流すことができる。

また、低電圧トランジスタ80bのドレインとゲートを短絡し、補償駆動電流bをドレインから引き出すことで発生するゲート電圧を補償駆動信号bとして、それぞれの送波回路へ伝送する。ここで、低電圧トランジスタ80bと送波回路の高耐圧電流源のトランジスタ66bは、同じトランジスタサイズであり、カレント・ミラー構成をとる。これにより、低電圧トランジスタ80bに入力された補償駆動電流bと同じ電流がトランジスタ66bに流すことができる。

【0045】

図8は、図4のスルーレート補償のシミュレーション結果を示した図である。

30

図8は、ICの動作温度3点で、それぞれ半導体プロセス変動を5点分(Typical、fast-fast、slow-slow、fast-slow、slow-fast)の合計15点で駆動信号の立ち上りと立ち下りの遷移時間の差がどのくらいあるかを示している。本発明の補償がある場合の標準偏差は0.9nsと、無い場合の標準偏差5.24nsに対して約1/5に低減できる。

【0046】

本実施例によれば、超音波探触子の寸法および回路サイズを抑えながら、スルーレートを調整することができる。

【実施例2】

【0047】

40

振動子の駆動信号のスルーレートは、装置から制御することが望ましい。超音波断層像の画質は、駆動信号のスルーレートの他に、振動子の特性や超音波信号の整相方法などの要因にも影響するため、これらの特性に合う所望のスルーレートに設定できる必要があるためである。実施例2では、設定した所望のスルーレートから立ち上りのスルーレートと立ち下りのスルーレートを補償する回路について説明する。

【0048】

図9は、実施例2に係る送波回路およびスルーレート補償回路のブロック例を示した図である。

図9に示すように、周辺回路22, 23は、スルーレート設定部100を有している。スルーレート設定部100は、補正部50の出力信号が入力される。スルーレート設定部

50

100の出力は分配部54の入力に接続される。

【0049】

図10は、実施例2に係るスルーレート設定部の回路例を示した図である。

図10に示すように、スルーレート設定部100は、立ち上りのスルーレートを設定するスルーレート設定部a(100a)と、立下りのスルーレートを設定するスルーレート設定部b(100b)を有する。

【0050】

スルーレート設定部a(100a)には、補正部50から出力される補償駆動電流aが
入力される。スルーレート設定部a(100a)の出力は、図7に示す分配部54の立ち
上り信号入力に接続される。スルーレート設定部a(100a)は、いくつかの同サイズ
のトランジスタを並列接続して構成されるトランジスタ群110aと、111aから11
NaのN個のトランジスタ群を有する。図10には、トランジスタ群110a、111a
、112a、11Naのみを示している。トランジスタ群110aのドレインとゲートは
接続され、ドレインに補償駆動電流aが流し込まれる。トランジスタ群110aと、11
1aから11Naのトランジスタ群を構成する1個のトランジスタのサイズは同じサイズ
である。トランジスタ群110aのゲートとトランジスタ群111aから11Naのゲート
はスイッチを通して接続される。このスイッチはNb i tのスルーレート制御信号でO
N/OFFされる。例えば、トランジスタ群110aを構成するトランジスタの数がT__
r、トランジスタ群111aを構成するトランジスタ群のトランジスタの数がT__1とす
ると、トランジスタ群110aとトランジスタ群111aの間のスイッチがONすると、
この2つのトランジスタ群はT__r対T__1の比率のカレント・ミラーを構成する。また
、トランジスタ群110aとトランジスタ群111aおよび112aの間のスイッチがO
Nすると、T__r対(T__1+T__2)の比率のカレント・ミラーを構成する。つまり、
スルーレート設定部a(100a)はスルーレート制御信号で比率を制御できるカレント
・ミラーである。スルーレート設定部a(100a)が出力する電流Icnt__aは

【0051】

【数9】

$$Icnt_a = \frac{T_t}{T_r} * Idrv_a = \frac{T_t}{T_r} * \frac{Iref}{E * M} \quad (式9)$$

【0052】

である。ここで、T__tはトランジスタ群111aから11Naのうちで、スイッチがO
Nしているトランジスタ群を構成する全トランジスタ数である。

このスルーレート設定部a(100a)の出力電流Icnt__aが分配部54を通して
、それぞれの送波回路33に伝送される。したがって、送波回路33の振動子駆動部a(
61a)の高電圧トランジスタに流れる電流Iout__aは、

【0053】

【数10】

$$Iout_a = Icnt_a * E * M = \frac{T_t}{T_r} * Iref \quad (式10)$$

【0054】

と基準電流Irefを(T__t/T__r)倍した値となる。

振動子41は等価的に容量と抵抗の並列回路と見なせるため、スルーレートは流入する
電流で決まる。つまり、スルーレート制御信号でT__tの値を制御することで、Iout
__aを調整し、立ち上りスルーレートを変えることができる。

【0055】

また、スルーレート設定部b(100b)には、補正部50から出力される補償駆動電

流 b が入力される。スルーレート設定部 b (100b) の出力は、図7に示す分配部54の立下り信号入力に接続される。スルーレート設定部 b (100b) は、いくつかの同サイズのトランジスタを並列接続して構成されるトランジスタ群110bと、111bから11NbのN個のトランジスタ群を有する。図10には、トランジスタ群110b、111b、112b、11Nbのみを示している。トランジスタ群110bのドレインとゲートは接続され、ドレインに補償駆動電流 b が流し込まれる。トランジスタ群110bと、111bから11Nbのトランジスタ群を構成する1個のトランジスタのサイズは同じサイズである。トランジスタ群110bのゲートとトランジスタ群111bから11Nbのゲートはスイッチを通して接続される。このスイッチはNb bitのスルーレート制御信号でON/OFFされる。例えば、トランジスタ群110bを構成するトランジスタの数が

10

【0056】

【数11】

$$I_{cnt_b} = \frac{T_t}{T_r} * I_{drv_b} = \frac{T_t}{T_r} * \frac{I_{ref}}{E * M} \quad (式11)$$

20

【0057】

である。ここで、 T_t はトランジスタ群111bから11Nbのうちで、スイッチがONしているトランジスタ群を構成する全トランジスタ数である。

このスルーレート設定部 b (100b) の出力電流 I_{cnt_b} が分配部54を通して、それぞれの送波回路33に伝送される。したがって、送波回路33の振動子駆動部 b (61b) の高電圧トランジスタに流れる電流 I_{out_b} は、

【0058】

【数12】

$$I_{out_b} = I_{cnt_b} * E * M = \frac{T_t}{T_r} * I_{ref} \quad (式12)$$

30

【0059】

と基準電流 I_{ref} を (T_t / T_r) 倍した値となる。

振動子41は等価的に容量と抵抗の並列回路と見なせるため、スルーレートは引き出される電流で決まる。つまり、スルーレート制御信号で T_t の値を制御することで、 I_{out_b} を調整し、立下りスルーレートを変えることができる。

40

【0060】

本実施例によれば、スルーレート制御信号に基づいて、立ち上りのスルーレートおよび立ち下がりのスルーレートを変えることができる。

【実施例3】

【0061】

立ち上りスルーレートと立下りスルーレートの差異は、より小さい方が望ましい。実施例3では、スルーレート補償を高精度にした回路について説明する。

図11は、実施例3に係る補正部の回路例を示した図である。

【0062】

図11に示すように、実施例3に係る補正部50は、トランジスタ120a、121a

50

、122a、120b、121b、122bを有する。

トランジスタ120aは、トランジスタ70aと同じサイズであり、トランジスタ120aとトランジスタ70aは1対1のカレント・ミラーを構成する。つまり、トランジスタ120aには I_{drv_a} のドレイン電流が流れる。トランジスタ121aのドレインとゲートは接続され、ドレインにトランジスタ120aのドレイン電流が流入される。また、トランジスタ122aのサイズはトランジスタ121aと同じであり、トランジスタ121aとトランジスタ122aは1対1のカレント・ミラーを構成する。したがって、トランジスタ122aには I_{drv_a} の電流が流れる。高電圧トランジスタ72aに流れる電流を $E * M * I_{drv_a}$ （Mはトランジスタ70aと高電圧トランジスタ72aの倍率、Eは変動率）とすると、

10

【0063】

【数13】

$$I_{drv_a} + I_{ref} = I_{drv_a} + E * M * I_{drv_a} \quad (\text{式13})$$

【0064】

となるため、

【0065】

【数14】

$$I_{drv_a} = \frac{I_{ref}}{E * M} \quad (\text{式14})$$

20

【0066】

となる。実施例1の式3では、 $E * M \gg 1$ の近似分で誤差が発生しているが、式13では近似分の誤差は発生しない。つまり、立ち上りのスルーレートの補正精度を向上できる。

また、トランジスタ120bは、トランジスタ70bと同じサイズであり、トランジスタ120bとトランジスタ70bは1対1のカレント・ミラーを構成する。つまり、トランジスタ120bには I_{drv_b} のドレイン電流が流れる。トランジスタ121bのドレインとゲートは接続され、ドレインにトランジスタ120bのドレイン電流が引き出される。また、トランジスタ122bのサイズはトランジスタ121bと同じであり、トランジスタ121bとトランジスタ122bは1対1のカレント・ミラーを構成する。したがって、トランジスタ122bには I_{drv_b} の電流が流れる。高電圧トランジスタ72bに流れる電流を $E * M * I_{drv_b}$ （Mはトランジスタ70bと高電圧トランジスタ72bの倍率、Eは変動率）とすると、

30

【0067】

【数15】

$$I_{drv_b} + I_{ref} = I_{drv_b} + E * M * I_{drv_b} \quad (\text{式15})$$

40

【0068】

となるため、

【0069】

【数16】

$$I_{drv_b} = \frac{I_{ref}}{E * M} \quad (\text{式16})$$

50

【 0 0 7 0 】

となる。実施例 1 の式 7 では、 $E * M > 1$ の近似分で誤差が発生しているが、式 1 3 では近似分の誤差は発生しない。つまり、立下りのスルーレートの補正精度を向上できる。

【 0 0 7 1 】

本実施例によれば、高精度にスルーレート補償を行うことができる。

【 0 0 7 2 】

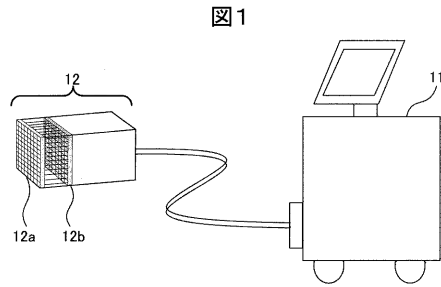
本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するためにシステム全体を詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。

【 符号の説明 】

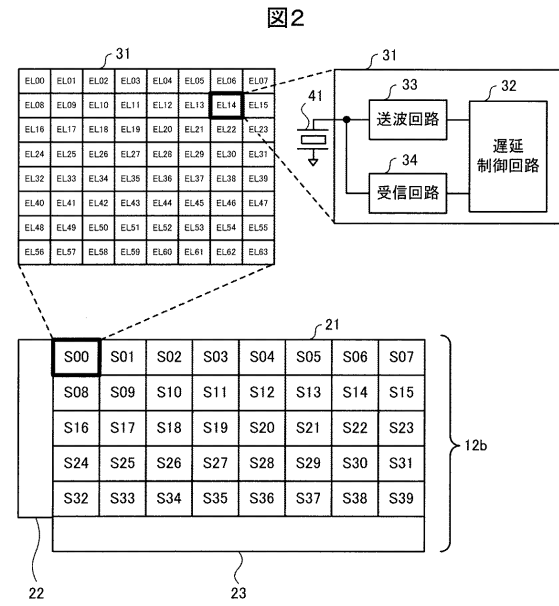
【 0 0 7 3 】

1 1	： 装置本体	
1 2	： 超音波探触子	
1 2 a	： 2 D アレイ振動子	
1 2 b	： 2 D アレイ I C	20
2 1	： サブアレイ	
2 2 , 2 3	： 周辺回路	
3 1	： 素子回路	
3 2	： 遅延制御回路	
3 3	： 送波回路	
3 4	： 受信回路	
4 1	： 振動子	
5 0	： 補正部	
5 1	： 送波回路駆動部レプリカ	
5 2	： レプリカバイアス部	30
5 3	： 観測部	
5 4	： 分配部	
6 1 a	： 振動子駆動部 a	
6 1 b	： 振動子駆動部 b	
6 2 a	： 高耐圧電流源 a	
6 2 b	： 高耐圧電流源 b	
6 3 a	： 送波制御回路 a	
6 3 b	： 送波制御回路 b	
6 5	： R Z 回路	
1 0 0	： スルーレート設定部	40

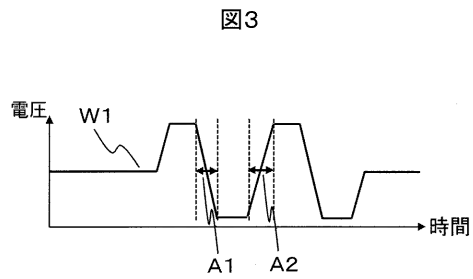
【図 1】



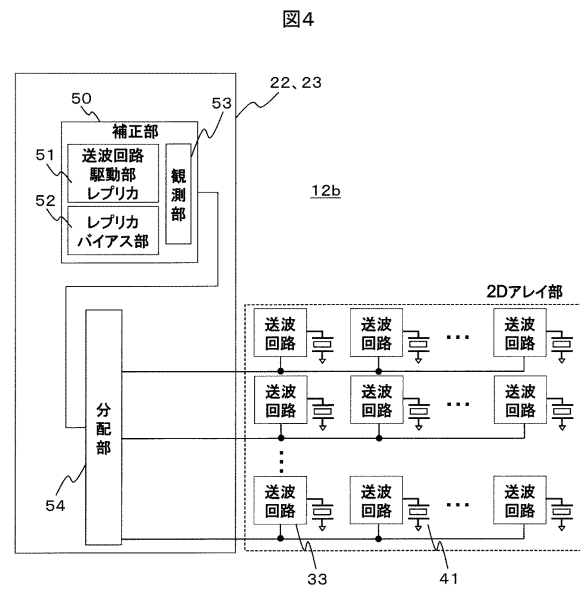
【図 2】



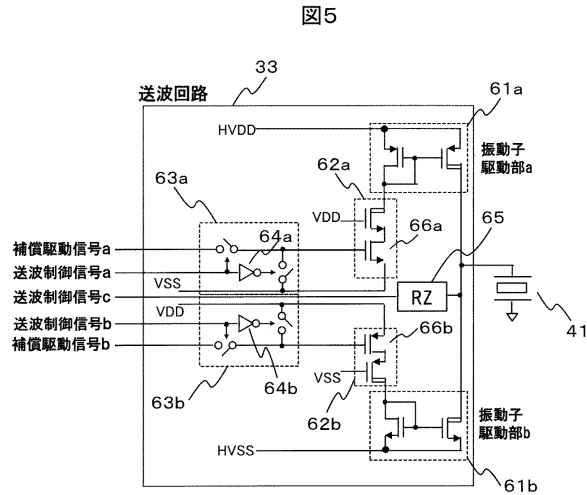
【図 3】



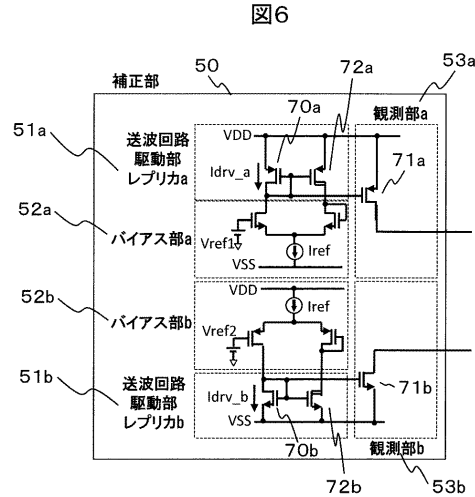
【図 4】



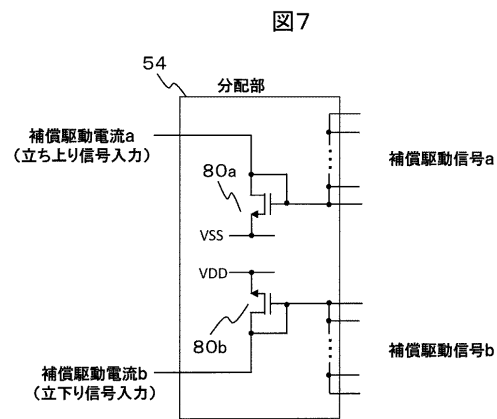
【図5】



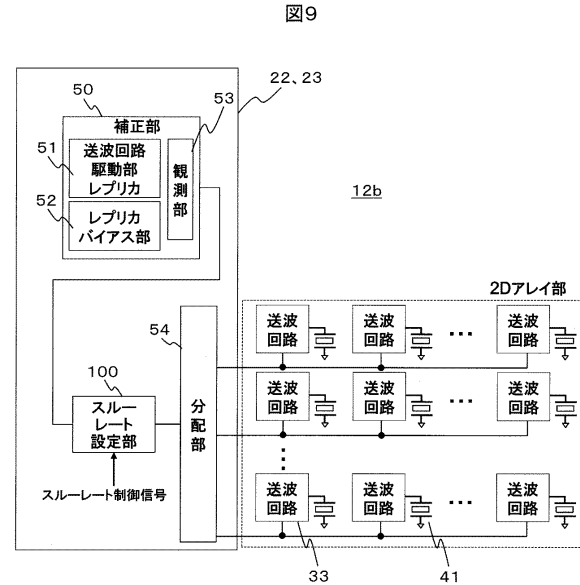
【図6】



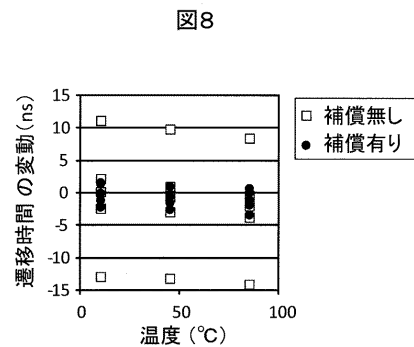
【図7】



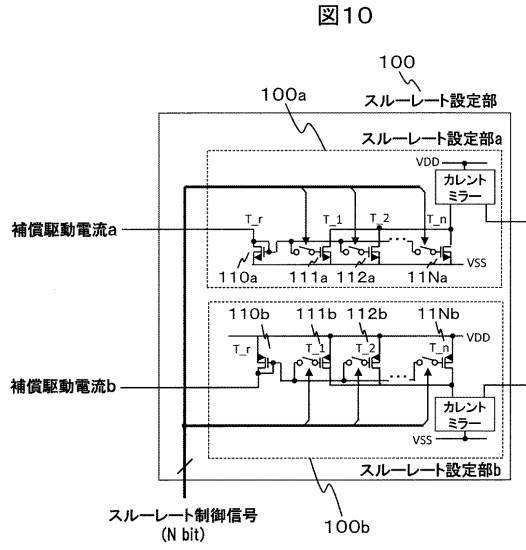
【図9】



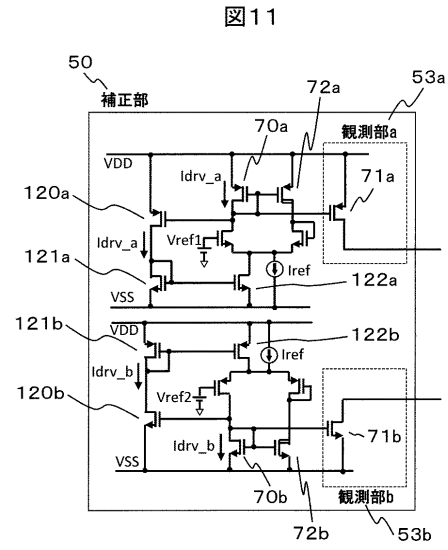
【図8】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 樋熊 政一

(56)参考文献 特表 2 0 1 4 - 5 3 2 4 7 2 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 2 0 9 7 6 3 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 1 9 2 7 7 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 0 1 9 0 1 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B	8 / 0 0 - 8 / 1 5
G 0 1 N	2 9 / 0 0 - 2 9 / 5 2
G 0 1 B	1 7 / 0 0 - 1 7 / 0 8
H 0 4 R	1 / 0 0 - 3 1 / 0 0

专利名称(译)	超声探头和具有该超声探头的超声诊断设备		
公开(公告)号	JP6194125B2	公开(公告)日	2017-09-06
申请号	JP2016569247	申请日	2015-11-27
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	西元琢真 五十嵐豊 勝部勇作		
发明人	西元 琢真 五十嵐 豊 勝部 勇作		
IPC分类号	A61B8/14 H03K5/12 G05F3/26		
CPC分类号	A61B8/4405 A61B8/4455 A61B8/4477 A61B8/5269 B06B1/0207 G01N29/24 G01N29/32 G01N2291 /106 G01N29/30		
FI分类号	A61B8/14 H03K5/12 G05F3/26		
审查员(译)	棕熊正和		
优先权	2015004624 2015-01-14 JP		
其他公开文献	JPWO2016114018A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种超声波探头，其能够在抑制超声波探头的尺寸和电路尺寸的同时调节转换速率。超声波探头，振子和由具有低电压晶体管和高电压晶体管，其高电压晶体管被连接到振子的换能器驱动单元，振荡器驱动部分电流镜一种发送电路，包括用于向低压晶体管提供工作电流的电流源，为发送电路驱动器副本的偏压单元是相同的结构，所述振荡器驱动单元中，流过低压晶体管和发送电路驱动器副本恒定的高压晶体管，所述发射电路的电流的总和复制并提取在驱动部分复制品的低压晶体管中流动的电流一个是观察到的部分构成，从而使相同的电流值由观测单元提取的电流值流过的校正单元，和一个分配器，以将信号传递到发射电路的电流源。

(19) 日本国特許庁 (JP)		(12) 特 許 公 報 (B2)		(11) 特許番号 特許第6194125号 (P6194125)	
(45) 発行日 平成29年9月6日 (2017. 9. 6)				(24) 登録日 平成29年8月18日 (2017. 8. 18)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 8 / 14 (2006. 01) H O 3 K 5 / 12 (2006. 01) G O 5 F 3 / 26 (2006. 01)		F I A 6 1 B 8 / 14 H O 3 K 5 / 12 G O 5 F 3 / 26			
請求項の数 10 (全 17 頁)					
(21) 出願番号 特願2016-569247 (P2016-569247)		(73) 特許権者 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			
(86) (22) 出願日 平成27年11月27日 (2015. 11. 27)					
(86) 国際出願番号 PCT/JP2015/083562		(74) 代理人 110001689 青陵特許業務法人			
(87) 国際公開番号 W02016/114018					
(87) 国際公開日 平成28年7月21日 (2016. 7. 21)		(72) 発明者 西元 琢真 株式会社日立製作所内			
(87) 審査請求日 平成28年12月16日 (2016. 12. 16)					
(31) 優先権主張番号 特願2015-4624 (P2015-4624)		(72) 発明者 五十嵐 豊 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内			
(32) 優先日 平成27年1月14日 (2015. 1. 14)		(72) 発明者 勝部 勇作 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内			
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)		(72) 発明者 勝部 勇作 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内			
最終頁に続く					
(54) 【発明の名称】 超音波探検おとりをのぼる超音波診断装置					

(54) 【発明の名称】 超音波探触子およびそれを備える超音波診断装置