

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-217942  
(P2006-217942A)

(43) 公開日 平成18年8月24日(2006.8.24)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00 4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-31452 (P2005-31452)	(71) 出願人	000005201 富士写真フイルム株式会社
(22) 出願日	平成17年2月8日(2005.2.8)	(74) 代理人	100100413 弁理士 渡部 温
		(74) 代理人	100110777 弁理士 宇都宮 正明
		(72) 発明者	佐藤 智夫 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内
		Fターム(参考)	4C601 BB03 EE15 GB06 HH01 HH05 HH06 HH27 HH28 JB11

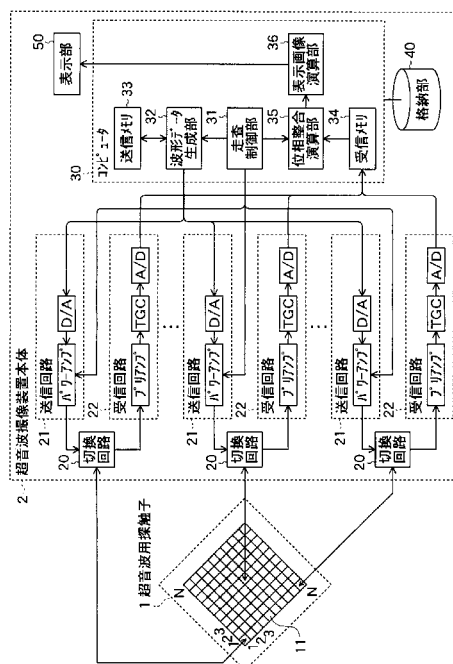
(54) 【発明の名称】 超音波撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 超音波撮像装置において、超音波トランスデューサに駆動信号を供給するためのパワーアンプにおける消費電力を低減する。

【解決手段】 この超音波撮像装置は、超音波用探触子と、超音波用探触子に供給すべき複数の駆動信号の波形を表す1組の波形データを生成する波形データ生成手段と、1組の波形データを複数の駆動信号にそれぞれ変換する複数のD/A変換器と、複数の駆動信号をそれぞれ電力増幅して超音波用探触子に供給する複数の増幅器であって、超音波送信期間において消費電力が第1の値となる第1の動作モードに設定され、超音波受信期間において消費電力が第1の値よりも小さい第2の動作モードに設定される複数の増幅器と、複数の受信信号を処理して超音波画像を表す画像データを取得する受信系回路とを具備する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の駆動信号に従って超音波ビームを形成して被検体に送信すると共に、被検体から反射される超音波エコーを受信して複数の受信信号をそれぞれ出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波用探触子と、

前記超音波用探触子から少なくとも1つの超音波ビームを送信するために、前記超音波用探触子に供給すべき複数の駆動信号の波形を表す1組の波形データを生成する波形データ生成手段と、

前記波形データ生成手段によって生成された1組の波形データを複数の駆動信号にそれぞれ変換する複数のD/A(デジタル/アナログ)変換器と、

前記複数のD/A変換器から出力される複数の駆動信号をそれぞれ電力増幅して前記超音波用探触子に供給する複数の増幅器であって、超音波送信期間において消費電力が第1の値となる第1の動作モードに設定され、超音波受信期間において消費電力が第1の値よりも小さい第2の動作モードに設定される前記複数の増幅器と、

超音波エコーを受信した前記超音波用探触子から出力される複数の受信信号を処理して超音波画像を表す画像データを取得する受信系回路と、  
を具備する超音波撮像装置。

10

## 【請求項 2】

前記複数の増幅器が、第2の動作モードにおける出力トランジスタのバイアス電流が第1の動作モードにおける出力トランジスタのバイアス電流よりも小さくなるように設定される、請求項1記載の超音波撮像装置。

20

## 【請求項 3】

超音波送信期間において前記複数の増幅器を第1の動作モードに設定し、超音波受信期間において前記複数の増幅器を第2の動作モードに設定する制御手段をさらに具備する、請求項1又は2記載の超音波撮像装置。

## 【請求項 4】

前記制御手段が、超音波受信期間終了後の送信条件設定期間内において、前記複数の増幅器の動作モードを第2の動作モードから第1の動作モードに変更する、請求項3記載の超音波撮像装置。

## 【請求項 5】

前記複数の増幅器の各々が、それぞれのD/A変換器から供給される駆動信号のレベルに応じて出力トランジスタのバイアス電流を変化させる、請求項1又は2記載の超音波撮像装置。

30

## 【請求項 6】

1フレーム分の超音波画像データを取得する期間において超音波送信期間よりも超音波受信期間の方が長い、請求項1～5のいずれか1項記載の超音波撮像装置。

## 【請求項 7】

前記複数の増幅器の出力トランジスタが、超音波送信期間においてA級動作モード又はAB級動作モードに設定され、超音波受信期間においてB級動作モード以下に設定される、請求項1～6のいずれか1項記載の超音波撮像装置。

40

## 【請求項 8】

前記複数の増幅器の出力トランジスタが、超音波受信期間においてC級動作モード以下に設定される、請求項7記載の超音波撮像装置。

## 【請求項 9】

超音波受信期間において前記複数の増幅器への電源供給経路を遮断する少なくとも1つのスイッチ回路をさらに具備する、請求項1～6のいずれか1項記載の超音波撮像装置。

## 【請求項 10】

前記複数のD/A変換器の交流出力電圧が、超音波受信期間においてゼロに設定される、請求項1～9のいずれか1項記載の超音波撮像装置。

## 【請求項 11】

50

前記波形データ生成手段が、前記超音波用探触子から複数の異なる方向に複数の超音波ビームを同時に送信するために、各々の超音波トランスデューサについて複数の駆動波形を合成することによって得られる合成駆動波形を表す波形データを生成する、請求項1～10のいずれか1項記載の超音波撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を送受信して生体内臓器の診断や非破壊検査を行うための超音波撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、超音波を送受信して3次元画像を取得するためには、位置センサ付きの1次元トランスデューサアレイを用いて、送受信する超音波を電氣的にステアリングさせて深度方向の断面に関する2次元画像を取得し、さらに、この1次元トランスデューサアレイを機械的に移動させて取得した複数の2次元画像を合成して3次元画像を作成していた。しかしながら、この手法によれば、1次元トランスデューサアレイの機械的な移動においてタイムラグがあるため、異なる時刻における複数の2次元画像を合成することになるので、合成された画像がぼけたものになってしまう。従って、この手法は、生体のような、動きを伴う被写体のイメージングには適していない。

【0003】

このような欠点を解消するためには、2次元トランスデューサアレイを用いて3次元画像を取得する方が有利である。下記の特許文献1には、2次元トランスデューサアレイを用いて、複数の領域に向けて複数の超音波ビームを同時に送信し、それらの領域から反射される超音波エコーを同時に受信するマルチビーム送受信を行うことにより、リアルタイムの3次元超音波画像を形成する超音波診断装置が開示されている。

【0004】

また、下記の特許文献2には、異種周波数の複数の超音波ビームを同時に送信し、それらの周波数毎にフォーカスを変える送信手段と、この送信手段によりフォーカスされた各音場からの反射波を周波数毎に受信信号として受ける受信手段と、この受信手段により受けた受信信号を基に、画像メモリ上で超音波画像を合成する制御を行う画像合成手段とを具備する超音波診断装置が開示されている。

【0005】

さらに、下記の特許文献3には、1回の送信について周波数帯域の異なる複数の送信信号を発生することにより、周波数帯域及び焦域並びに方向が異なる複数の超音波送信ビームを同時に生成可能な超音波診断装置が開示されている。

【0006】

加えて、下記の特許文献4には、高フレームレートで画像情報を得ることができる超音波撮像方法が開示されている。この超音波撮像方法によれば、1回の超音波ビームの送受信において、2方向に送信した超音波ビームを分離して受信することにより2種類の受信信号が得られ、これら2種類の受信信号を位相整合によりそれぞれ3つに分割することによって、6倍の画像情報を同時に得ることができる。

【0007】

しかしながら、マルチビーム送受信を行うためには、複数の送信信号を合成することによって送信信号の最大振幅が増加するので、送信信号発生回路の最大出力電圧を大きくする必要があり、消費電力も増加してしまう。また、複数の送信信号を合成した波形が非線形の伝送系を通過すると混変調歪が発生するので、送信信号発生回路の歪率を低減して、線形の伝送系を確保する必要がある。

【0008】

一方、下記の特許文献5には、特別のドライバ等を必要とせずに、複数の送信ビームを同時に形成する超音波診断装置が開示されている。この超音波診断装置は、1回の送信で

10

20

30

40

50

複数の送信ビームを形成するために、複数の振動素子を複数の送信グループに分け、送信グループ毎に異なる送信周波数の送信信号を供給する複数の送信回路を含んでいる。

【0009】

同様に、下記の特許文献6には、円形の振動面が別々に複数配置できるのにもかかわらず、占有面積が大きくなりすぎない超音波送受波器を具備する超音波水中探知機が開示されている。この超音波水中探知機においては、複数の超音波振動子を、その振動面が全て水平面に沿って第1の円内に位置するように並べて送受波器を構成している。これらの超音波振動子を、第1の円に内接し第1の円より小さい同一直径の第2～第5の円で第1～第6の超音波振動子群にグループ化し、これら超音波振動子群を適宜選択的に駆動することにより、超音波振動子の振動面の占有面積を小さくしつつ、所望のビームを形成することができる。

10

【0010】

しかしながら、特許文献5及び特許文献6に開示されているように、複数の振動子を複数のグループに分けてマルチビーム送信を行うと、各送信ビームの強度が低下してしまうという問題がある。

【0011】

ところで、超音波トランスデューサに駆動信号を供給するための回路として、図9に示すようなパルサが用いられている。このパルサは、NPNトランジスタQ1及びPNPトランジスタQ2と、抵抗R1～R3と、コンデンサC1及びC2と、ダイオードD1及びD2とを含んでいる。

20

【0012】

トランジスタQ1及びQ2は、入力端子からベースに供給される入力信号に従ってスイッチング動作を行う。抵抗R1は、電源電位+HVとトランジスタQ1のコレクタとの間に接続され、抵抗R2は、電源電位-HVとトランジスタQ2のコレクタとの間に接続されている。トランジスタQ1及びQ2のコレクタに発生する電位は、コンデンサC1及びC2を介して抵抗R3に供給される。さらに、抵抗R3の一端に発生する電位は、ダイオードD1及びD2を介して出力端子に供給される。ダイオードD1及びD2は、送信動作と受信動作とを切り換える切換回路の役割を果たしている。

【0013】

図9に示すパルサは、消費電力は小さいものの、出力電圧を変更するためには電源電位+HV及び-HVを変更しなければならないので、出力電圧を高速に変更することはできなかった。出力電圧を高速に変更するために、2種類の出力電圧をそれぞれ有する2種類のパルサを搭載することも考えられるが、その場合には回路規模が増大してしまう。

30

【0014】

関連する技術として、下記の特許文献7には、第1電圧からそれより低い第2電圧に切り換えて超音波振動子を駆動する際の待機時間を簡単な構成で短縮した超音波振動子駆動回路が開示されている。この超音波振動子駆動回路は、第1電圧とそれより低い第2電圧とを切り換えて供給する電源手段と、前記電源手段に第1端を接続された抵抗器と、前記抵抗器の第1端側と接地との間に介設されたコンデンサと、前記抵抗器の第2端と接地との間に介設されたトランジスタと、非駆動時は電流を流さず、第1電圧が供給されている駆動時は第1電流をパルス状に流し、第2電圧が供給されている駆動時は前記第1電流より小さい第2電流をパルス状に流すように前記トランジスタを制御し、前記第1電圧から前記第2電圧に切り換えられた直後の所定時間は前記第2電流より大きい放電電流を流すように前記トランジスタを制御する制御手段とを有する第1駆動回路と、前記第1駆動回路と同構成の第2駆動回路と、前記第1駆動回路の抵抗器の第2端側と前記第2駆動回路の抵抗器の第2端側との差分成分で超音波振動子をパルス駆動する差動出力手段とを具備する。

40

【0015】

これに対し、D/A変換器とパワーアンプとを組み合わせたパルサは、波形の自由度が高いので理想的である。パワーアンプとしては、図10に示すような構成のものが使用さ

50

れる。このパワーアンプは、NPNトランジスタQ3及びPNPトランジスタQ4と、抵抗R4及びR5と、等価的なバイアス電圧VB1及びVB2とを含んでいる。

【0016】

トランジスタQ3及びQ4は、入力端子からベースに供給される入力信号に従ってプッシュプル動作を行う。抵抗R4は、トランジスタQ3のエミッタと出力端子との間に接続され、抵抗R5は、トランジスタQ4のエミッタと出力端子との間に接続されている。抵抗R4及びR5の接続点において出力信号が合成され、合成された出力信号が出力端子に供給される。

【0017】

図10に示すパワーアンプは、歪率を低減するためには、A級動作又はAB級動作を行うようにする。ここで、A級動作とは、バイアス電圧VB1及びVB2を十分大きく設定することにより、飽和レベルを超えないあらゆる入力信号に対して、トランジスタQ3及びQ4のいずれもがカットオフしないような動作をいう。なお、B級動作とは、バイアス電圧VB1及びVB2の各々をベース・エミッタ間の飽和電圧と等しく設定することにより、正電圧の入力信号に対してはトランジスタQ3のみが動作し、負電圧の入力信号に対してはトランジスタQ4のみが動作することをいう。従って、AB級動作とは、バイアス電圧VB1及びVB2をA級とB級との中間に設定することにより、ある範囲内のレベルの入力信号に対してはA級動作を行い、それを超えたレベルの入力信号に対してはB級動作を行うことをいう。

10

【0018】

具体的に、A級動作とするためには、トランジスタQ3及びQ4の負荷線の中央が動作点となるようにバイアス電圧VB1及びVB2を決定する。また、AB級動作とするためには、バイアス電圧VB1及びVB2を0.6V~1Vとする。A級動作にしてもAB級動作にしても、無信号時においてトランジスタQ3及びQ4にバイアス電流が流れてしまうので、消費電力が大きくなり、電源の巨大化や発熱の問題を抱えている。

20

【特許文献1】米国特許第6179780号明細書(コラム2、図5)

【特許文献2】特開平4-108439号公報(第1頁、図1)

【特許文献3】特開平8-38473号公報(第1頁、図1)

【特許文献4】特開2002-336246号公報(第1頁、図1)

【特許文献5】特許第3356996号公報(第2頁、図1)

30

【特許文献6】特許第3255815号公報(第2頁、図1)

【特許文献7】特開2002-330962号公報(第1-2頁、図4)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

そこで、上記の点に鑑み、本発明は、一般的な超音波撮像装置において、さらに、マルチビーム送信を行う超音波撮像装置において、超音波トランスデューサに駆動信号を供給するためのパワーアンプにおける消費電力を低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0020】

上記課題を解決するため、本発明に係る超音波撮像装置は、複数の駆動信号に従って超音波ビームを形成して被検体に送信すると共に、被検体から反射される超音波エコーを受信して複数の受信信号をそれぞれ出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波用探触子と、超音波用探触子から少なくとも1つの超音波ビームを送信するために、超音波用探触子に供給すべき複数の駆動信号の波形を表す1組の波形データを生成する波形データ生成手段と、波形データ生成手段によって生成された1組の波形データを複数の駆動信号にそれぞれ変換する複数のD/A(デジタル/アナログ)変換器と、複数のD/A変換器から出力される複数の駆動信号をそれぞれ電力増幅して超音波用探触子に供給する複数の増幅器であって、超音波送信期間において消費電力が第1の値となる第1の動作モードに設定され、超音波受信期間において消費電力が第1の値よりも小さい第2の動作モー

40

50

ドに設定される複数の増幅器と、超音波エコーを受信した超音波用探触子から出力される複数の受信信号を処理して超音波画像を表す画像データを取得する受信系回路とを具備する。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、超音波受信期間において、増幅器を、消費電力が超音波送信期間におけるよりも小さくなる動作モードに設定することにより、超音波トランスデューサに駆動信号を供給するためのパワーアンプにおける消費電力を低減することができる。なお、本願において、「超音波トランスデューサ」とは、トランスデューサアレイを構成する1エレメント分のトランスデューサのことをいうものとする。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。なお、同一の構成要素には同一の参照番号を付して、説明を省略する。

図1は、本発明の第1の実施形態に係る超音波撮像装置の構成を示すブロック図である。図1に示すように、この超音波撮像装置は、被検体に当接させて用いられる超音波用探触子(プローブ)1と、超音波用探触子1に接続された超音波撮像装置本体2とによって構成される。

【0023】

超音波用探触子1は、2次元マトリックス状に配列された $N^2$ 個の超音波トランスデューサ11を含むトランスデューサアレイ(「アレイトランスデューサ」ともいう)を内蔵している。これらの超音波トランスデューサ11は、信号線を介して、超音波撮像装置本体2に接続される。

20

【0024】

各々の超音波トランスデューサ11は、例えば、PZT(チタン酸ジルコン酸鉛:Pb(Lead) zirconate titanate)に代表される圧電セラミックや、PVDf(ポリフッ化ビニリデン:polyvinylidene difluoride)に代表される高分子圧電素子等の圧電性を有する材料(圧電体)の両端に電極を形成した振動子によって構成される。また、近年において、超音波トランスデューサの感度及び帯域向上に寄与するとして期待が寄せられているPZNT(鉛、亜鉛、ニオブ、チタンを含む酸化物)単結晶を含む圧電材料を用いても良い。

30

【0025】

このような振動子の電極に、パルス状又は連続波の電気信号を送って電圧を印加すると、圧電体が伸縮する。この伸縮により、それぞれの振動子からパルス状又は連続波の超音波が発生し、これらの超音波の合成によって超音波ビームが形成される。また、それぞれの振動子は、伝搬する超音波を受信することによって伸縮し、電気信号を発生する。これらの電気信号は、超音波の受信信号として出力される。

【0026】

超音波撮像装置本体2は、複数の切換回路20と、複数の送信回路21と、複数の受信回路22と、コンピュータ30と、格納部40と、表示部50とを含んでいる。

40

複数の切換回路20は、超音波送信期間において、超音波用探触子1に内蔵されている複数の超音波トランスデューサ11を複数の送信回路21にそれぞれ接続し、超音波受信期間において、超音波用探触子1に内蔵されている複数の超音波トランスデューサ11を複数の受信回路22にそれぞれ接続する。

【0027】

複数の送信回路21の各々は、D/A(デジタル/アナログ)変換器と、パワーアンプとを含んでいる。D/A変換器は、コンピュータ30から供給される波形データに基づいて、1つ又は複数の超音波ビームを送信するための駆動信号を生成する。パワーアンプは、この駆動信号を電力増幅して、超音波用探触子1に供給する。本実施形態においては、パワーアンプが、超音波送信期間において消費電力が第1の値となる第1の動作モード

50

に設定され、超音波受信期間において消費電力が第1の値よりも小さい第2の動作モードに設定される。

**【0028】**

具体的には、パワーアンプのバイアス電流が可変となっており、パワーアンプは、第2の動作モードにおける出力トランジスタのバイアス電流が第1の動作モードにおける出力トランジスタのバイアス電流よりも小さくなるように設定される。これによって、消費電力を低減することができる。なお、「バイアス電流が小さい」とは、バイアス電流がゼロの場合を含むものとする。

**【0029】**

複数の受信回路22の各々は、プリアンプと、TGC (time gain compensation: タイム・ゲイン・コンペンセーション) 増幅器と、A/D (アナログ/デジタル) 変換器とを含んでいる。各々の超音波トランスデューサ11から出力される受信信号は、プリアンプによって増幅され、TGC増幅器によって、被検体内において超音波が到達した距離による減衰の補正が施される。

10

**【0030】**

TGC増幅器から出力される受信信号は、A/D変換器によってデジタル信号に変換される。なお、A/D変換器のサンプリング周波数としては、少なくとも超音波の周波数の10倍程度の周波数が必要であり、超音波の周波数の16倍以上の周波数が望ましい。また、A/D変換器の分解能としては、10ビット以上が望ましい。

**【0031】**

コンピュータ30は、格納部40に記録されているソフトウェア(制御プログラム)に基づいて超音波の送受信を制御する。格納部40としては、ハードディスク、フレキシブルディスク、MO、MT、RAM、CD-ROM、又はDVD-ROM等の記録媒体を用いることができる。コンピュータ30とソフトウェア(制御プログラム)とによって、走査制御部31と、波形データ生成部32と、位相整合演算部35と、表示画像演算部36とが、機能ブロックとして実現される。また、コンピュータ30は、送信メモリ33と、受信メモリ34とを有している。

20

**【0032】**

走査制御部31は、超音波ビームの送信方向と、超音波エコーの受信方向及び焦点位置とを順次設定する。また、走査制御部31は、各々の送信回路21に含まれているパワーアンプを、超音波送信期間においては、消費電力が第1の値となる第1の動作モードに設定し、超音波受信期間においては、消費電力が第1の値よりも小さい第2の動作モードに設定する。

30

**【0033】**

波形データ生成部32は、走査制御部31の制御の下で、超音波用探触子1から少なくとも1つの超音波ビームを送信するために、超音波用探触子1に供給すべき複数の駆動信号の波形を表す1組の波形データを生成する。シングルビーム送信を行う場合には、波形データ生成部32が、送信メモリ33に格納されている1組の波形データを順次読み出して、それを複数の送信回路21に出力する。マルチビーム送信を行う場合には、波形データ生成部32が、送信メモリ33に格納されている複数組の波形データを順次読み出して、各々の超音波トランスデューサについて複数の駆動波形を合成することによって得られる合成駆動波形を表す波形データを生成し、生成された1組の波形データを複数の送信回路21に出力する。

40

**【0034】**

複数の送信回路21は、1組の波形データに基づいて複数の駆動信号を生成し、超音波用探触子1に含まれている複数の超音波トランスデューサ11にそれぞれ供給する。これにより、送信フォーカス処理が行われて、超音波用探触子1から所望の方向に向けて超音波ビームが送信される。マルチビーム送信を行う場合には、超音波用探触子1から複数の異なる方向に向けて複数の超音波ビームが同時に送信される。

**【0035】**

50

受信メモリ 34 は、複数の受信回路 22 の A/D 変換器から出力されるデジタルの受信信号を、超音波トランスデューサごとに時系列に記憶する。位相整合演算部 35 は、走査制御部 31 において設定された受信方向に基づいて、格納部 40 に記録されている複数の受信遅延パターンの中から所定のパターンを選択し、そのパターンに基づいて複数の受信信号に遅延を与えて加算することにより、受信フォーカス処理を行う。この受信フォーカス処理により、超音波エコーの焦点が絞り込まれた音線データが形成される。なお、受信フォーカス処理は、A/D 変換の前、又は、TGC 増幅器による補正の前に行うようにしても良い。

#### 【0036】

表示画像演算部 36 は、位相整合演算部 35 によって形成された音線データに基づいて、画像データを生成する。表示部 50 は、例えば、CRT や LCD 等のディスプレイ装置を含んでおり、表示画像演算部 36 によって生成された画像データに基づいて、超音波画像を表示する。

10

#### 【0037】

次に、送信及び受信のタイミングについて説明する。

図 2 は、第 1 の実施形態に係る超音波撮像装置における超音波の送受信タイミングの例を示すタイミングチャートである。図 2 に示す例においては、1 フレームの超音波画像を取得するための約 1/30 秒の期間において、主トリガとして 128 個のパルスが生成され、これに同期して、超音波トランスデューサのそれぞれのチャンネルに多数の駆動パルスが供給される。主トリガの第 2 番目のパルスから第 3 番目のパルスまでの期間（破線で

20

#### 【0038】

図 3 に示すように、主トリガのパルスを生成する間隔は、約 250  $\mu$ s である。その中で、送信条件設定期間が約 35  $\mu$ s であり、送信期間が約 15  $\mu$ s であり、受信期間が約 200  $\mu$ s である。送信条件設定期間においては、セクタスキャンのために駆動信号の遅延時間等が設定されたり、リニアスキャンのためにマルチプレクサの切換えが行われたりする。このように、1 フレームの超音波画像を取得する期間において、送信期間よりも受信期間の方が長いので、受信期間においてパワーアンプの消費電力を削減することができれば、全体としての消費電力削減も大きくなる。

#### 【0039】

図 3 に示す例において、パワーアンプが正常に動作しなければならない送信期間は、約 250  $\mu$ s の内の約 15  $\mu$ s であり、全体の約 6% の期間に過ぎない。これに対し、少なくとも受信期間の約 200  $\mu$ s においては、パワーアンプの動作を停止することができる。これにより、約 250  $\mu$ s の内の約 200  $\mu$ s、即ち、全体の約 80% の期間において、消費電力を削減することが可能となる。

30

#### 【0040】

そこで、本実施形態においては、各パワーアンプにおける出力トランジスタのバイアス電流を、図 3 の最下段に示すように制御している。まず、受信期間において、図 1 に示す走査制御部 31 は、パワーアンプを B 級動作モード以下（例えば、C 級動作モード）に設定して、出力トランジスタのドレインにおけるバイアス電流をゼロとする。

40

#### 【0041】

次に、送信条件設定期間において、走査制御部 31 は、出力トランジスタのゲート・ソース間に印加されるバイアス電圧を増加させることにより、パワーアンプを C 級動作モードから A 級又は A B 級動作モードに切り換えて、出力トランジスタのドレインにおけるバイアス電流を増加させる。

#### 【0042】

次に、送信期間において、走査制御部 31 は、出力トランジスタのゲート・ソース間に印加されるバイアス電圧を固定することにより、このバイアス電流を維持する。その後、再び受信期間になると、走査制御部 31 は、出力トランジスタのゲート・ソース間に印加されるバイアス電圧を減少させることにより、パワーアンプを A 級又は A B 級動作モード

50

からC級動作モードに切り換えて、出力トランジスタのドレインにおけるバイアス電流をゼロとする。

【0043】

図4は、第1の実施形態に係る超音波撮像装置において用いられるパワーアンプの第1の構成例を示す図である。このパワーアンプは、NPNバイポーラトランジスタQ11及びQ12、Nチャネル電界効果トランジスタQ21、Pチャネル電界効果トランジスタQ22と、抵抗R11～R16と、電界コンデンサC11及びC12とを含んでいる。トランジスタQ11及びQ12は、図1に示す走査制御部31からそれぞれ抵抗R15及びR16を介してベースに印加される制御信号に従って、オン状態又はオフ状態となる。トランジスタQ21及びQ22としては、エンハンスメント型のMOSFETが使用される。なお、コンデンサC11及びC12は、デカップリング用のコンデンサである。

10

【0044】

送信期間においては、制御信号がローレベルとなり、トランジスタQ11及びQ12はオフ状態となっている。入力端子に供給された駆動信号は、コンデンサC11を介して抵抗R11及びR12によって分圧され、トランジスタQ21のゲートに印加される。また、駆動信号は、コンデンサC11を介して抵抗R13及びR14によって分圧され、トランジスタQ22のゲートに印加される。

【0045】

トランジスタQ21のドレインには、電源電位+HVが供給され、トランジスタQ22のドレインには、電源電位-HVが供給されており、トランジスタQ21及びQ22は、駆動信号に従ってプッシュプル動作を行う。トランジスタQ21及びQ22のソースの接続点において出力信号が合成され、合成された出力信号がコンデンサC2を介して出力端子に供給される。

20

【0046】

トランジスタQ21及びQ22のバイアス電圧としては、電源電位+HVと電源電位-HVとの間の電圧が抵抗R11～R14によって分圧され、抵抗R12及びR13に発生した電圧が、トランジスタQ21及びQ22のゲート間に印加される。本実施形態においては、抵抗R12の両端電圧 $V_{R12}$ を、トランジスタQ21のゲート・ソース間の飽和電圧 $V_{GS21}$ 以上に設定すると共に、抵抗R13の両端電圧 $V_{R13}$ を、トランジスタQ22のゲート・ソース間の飽和電圧(絶対値) $V_{GS22}$ 以上に設定することにより、トランジスタQ21及びQ22は、ドレインにバイアス電流が流れるA級動作モード又はAB級モードに設定される。

30

【0047】

一方、受信期間においては、制御信号がハイレベルとなり、トランジスタQ11及びQ12はオン状態となる。これにより、抵抗R12の両端電圧 $V_{R12}$ と抵抗R13の両端電圧 $V_{R13}$ は、ほぼゼロとなり、トランジスタQ21及びQ22は、ドレインにバイアス電流が流れないC級動作モードに設定される。ここで、C級動作とは、増幅素子にバイアスを与えず、入力信号の電圧が十分高いときにのみ出力電圧が得られる動作をいう。従って、C級動作によれば、一定レベルよりも小さいレベルの信号は出力されない。

【0048】

受信期間において、図1に示す走査制御部31が、駆動信号の振幅をゼロにするように波形データ生成部32又は送信回路21を制御するので、送信回路21のD/A変換器の交流出力電圧がゼロになり、パワーアンプの交流出力電圧もゼロになる。以上のようにすれば、受信期間において、トランジスタQ21及びQ22にバイアス電流も信号電流も流れないので、消費電力を低減することができる。また、トランジスタQ21及びQ22は、完全にカットオフするので、送信動作と受信動作とを切り換える切換回路20の役割を兼ねることができる。

40

【0049】

特に、マルチビーム送信においては、超音波用探触子1から複数の異なる方向に超音波ビームを個別に送信させるために用いられる複数の駆動波形が重ね合わせられることによ

50

り、振幅の大きい合成駆動波形が生成されるので、パワーアンプの最大出力を大きくしなければならない。A級動作においては、パワーアンプの入力信号がゼロのときにパワーアンプにおいて消費されるエネルギー（即ち、発熱量）が最大となるので、受信期間において出力トランジスタのバイアス電流をゼロにすることは、発熱量を低減するために効果的である。

#### 【0050】

この例においては、送信期間においてパワーアンプをA級又はAB級動作モードに設定し、受信期間においてパワーアンプをC級動作モードに設定するようにしたが、本発明はこれに限定されず、受信期間における消費電力が、送信期間における消費電力よりも小さくなれば良い。例えば、送信期間においてパワーアンプをA級動作モードに設定し、受信期間においてパワーアンプをAB級動作モードに設定しても良い。あるいは、送信期間においてパワーアンプをAB級動作モードに設定し、受信期間においてパワーアンプをB級動作モード以下、例えば、B級動作モードとC級動作モードとの中間に設定したり、C級動作モード以下、例えば、出力トランジスタに負のバイアス電圧を与えるように設定しても良い。

10

#### 【0051】

図5は、第1の実施形態に係る超音波撮像装置において用いられるパワーアンプの第2の構成例を示す図である。このパワーアンプは、Nチャンネル電界効果トランジスタQ31及びPチャンネル電界効果トランジスタQ32と、抵抗R21～R24と、電界コンデンサC11及びC12とによって構成される増幅器の他に、スイッチ回路SW1及びSW2を含んでいる。スイッチ回路SW1及びSW2の各々は、複数のトランジスタ及び抵抗、又は、メカニカルリレー等によって構成され、走査制御部31から出力される制御信号に従って開閉する。なお、スイッチ回路SW1及びSW2の内の一方を省略するようにしても良い。

20

#### 【0052】

送信期間においては、制御信号によってスイッチ回路SW1及びSW2が閉じて、増幅器に電源電位+HV及び-HVが供給され、トランジスタQ31及びQ32は、駆動信号に従ってプッシュプル動作を行う。ここで、トランジスタQ31及びQ32のゲート・ソース間に印加されるバイアス電圧は、抵抗R21～R24によって決定される。この構成例においても、トランジスタQ31及びQ32をA級動作又はAB級動作させることが望ましい。

30

#### 【0053】

一方、受信期間においては、制御信号によってスイッチ回路SW1及びSW2が開いて、増幅器への電源供給経路が遮断される。その結果、トランジスタQ31及びQ32にバイアス電流が流れないので、消費電力を低減することができる。

#### 【0054】

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

図6は、本発明の第2の実施形態に係る超音波撮像装置の構成を示すブロック図である。図6に示すように、第2の実施形態においては、走査制御部31から送信回路21のパワーアンプに制御信号が出力されず、その代わりに、パワーアンプが、それぞれのD/A変換器から供給される駆動信号のレベルに応じて、出力トランジスタのバイアス電流を変化させている。

40

#### 【0055】

図7は、第2の実施形態に係る超音波撮像装置において用いられるパワーアンプの第1の構成例を示す図である。このパワーアンプは、Nチャンネル電界効果トランジスタQ21及びPチャンネル電界効果トランジスタQ22と、電界コンデンサC11及びC12と、可変バイアス回路61及び62とによって構成される増幅器の他に、駆動信号検出回路63と、バイアス制御回路64とを含んでいる。

#### 【0056】

送信期間において、それぞれのD/A変換器からパワーアンプの入力端子に駆動信号が

50

供給される。駆動信号検出回路 6 3 は、包絡線検波等を行うことにより駆動信号の振幅を検出して、駆動信号の振幅に対応する検出電圧を発生する。バイアス制御回路 6 4 は、この検出電圧に基づいて、可変バイアス回路 6 1 及び 6 2 を制御する。これにより、トランジスタ Q 2 1 及び Q 2 2 のゲート・ソース間に印加されるバイアス電圧が、駆動信号の振幅に応じて連続的又は段階的に変化して、パワーアンプが A 級又は A B 級動作モードに設定され、トランジスタ Q 2 1 及び Q 2 2 のドレインにバイアス電流が流れると共に、駆動信号が電力増幅される。

**【 0 0 5 7 】**

一方、受信期間においては、走査制御部 3 1 が、駆動信号の振幅がゼロになるように波形データ生成部 3 2 を制御するので、送信回路 2 1 の D / A 変換器の交流出力電圧がゼロになる。駆動信号検出回路 6 3 は、駆動信号のゼロ振幅に対応する検出電圧を発生する。バイアス制御回路 6 4 は、この検出電圧に基づいて、トランジスタ Q 2 1 のゲートとトランジスタ Q 2 2 のゲートとの間に印加される電圧をゼロとするように可変バイアス回路 6 1 及び 6 2 を制御する。これにより、トランジスタ Q 2 1 及び Q 2 2 のゲート・ソース間に印加されるバイアス電圧がゼロとなり、パワーアンプが C 級動作モードに設定されて、トランジスタ Q 2 1 及び Q 2 2 のドレインにおけるバイアス電流がゼロとなる。

10

**【 0 0 5 8 】**

この例においては、送信期間においてパワーアンプを A 級又は A B 級動作モードに設定し、受信期間においてパワーアンプを C 級動作モードに設定するようにしたが、本発明はこれに限定されず、受信期間における消費電力が、送信期間における消費電力よりも小さくなれば良い。例えば、送信期間においてパワーアンプを A 級動作モードに設定し、受信期間においてパワーアンプを A B 級動作モードに設定しても良い。あるいは、送信期間においてパワーアンプを A B 級動作モードに設定し、受信期間においてパワーアンプを B 級動作モード以下、例えば、B 級動作モードと C 級動作モードとの中間に設定したり、C 級動作モード以下、例えば、出力トランジスタに負のバイアス電圧を与えるように設定しても良い。

20

**【 0 0 5 9 】**

図 8 は、第 2 の実施形態に係る超音波撮像装置において用いられるパワーアンプの第 2 の構成例を示す図である。このパワーアンプは、N チャンネル電界効果トランジスタ Q 3 1 及び P チャンネル電界効果トランジスタ Q 3 2 と、抵抗 R 2 1 ~ R 2 4 と、電界コンデンサ C 1 1 及び C 1 2 とによって構成される増幅器の他に、スイッチ回路 S W 1 及び S W 2 と、駆動信号検出回路 7 1 と、電源供給制御回路 7 2 とを含んでいる。なお、スイッチ回路 S W 1 及び S W 2 の内の一方を省略するようにしても良い。

30

**【 0 0 6 0 】**

駆動信号検出回路 7 1 は、包絡線検波等を行うことにより駆動信号の振幅を検出して、駆動信号の振幅に対応する検出電圧を生成する。さらに、駆動信号検出回路 7 1 は、検出電圧を参照電圧と比較することにより駆動信号が供給されているか否かを判定し、判定結果を表す判定信号を発生する。送信期間において、それぞれの D / A 変換器からパワーアンプの入力端子に駆動信号が供給される。従って、駆動信号検出回路 7 1 は、駆動信号が供給されている旨を表す判定信号を発生する。電源供給制御回路 7 2 は、この判定信号に基づいて、増幅器に電源電位 + H V 及び - H V を供給するようにスイッチ回路 S W 1 及び S W 2 を制御する。

40

**【 0 0 6 1 】**

その結果、電源電位 + H V と電源電位 - H V とがトランジスタ Q 2 1 及び Q 2 2 のドレインにそれぞれ供給されると共に、電源電位 + H V と電源電位 - H V との間の電圧が抵抗 R 2 1 ~ R 2 4 によって分圧されて生じたバイアス電圧が、トランジスタ Q 2 1 及び Q 2 2 のゲート間に印加される。これにより、増幅器が A 級又は A B 級動作モードに設定され、トランジスタ Q 2 1 及び Q 2 2 のドレインにバイアス電流が流れると共に、駆動信号が電力増幅される。

**【 0 0 6 2 】**

50

一方、受信期間においては、駆動信号検出回路 7 1 が、駆動信号が供給されていない旨を表す判定信号を発生する。電源供給制御回路 7 2 は、この判定信号に基づいて、増幅器への電源供給を遮断するようにスイッチ回路 S W 1 及び S W 2 を制御する。これにより、トランジスタ Q 3 1 及び Q 3 2 のドレインにバイアス電流が流れないので、消費電力を低減することができる。

【産業上の利用可能性】

【0063】

本発明は、超音波を送受信して生体内臓器の診断や非破壊検査を行うための超音波撮像装置において利用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る超音波撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】第 1 の実施形態に係る超音波撮像装置における超音波の送受信タイミングの例を示すタイミングチャートである。

【図 3】図 2 の一部について時間軸を拡大して示すタイミングチャートである。

【図 4】第 1 の実施形態に係る超音波撮像装置において用いられるパワーアンプの第 1 の構成例を示す図である。

【図 5】第 1 の実施形態に係る超音波撮像装置において用いられるパワーアンプの第 2 の構成例を示す図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施形態に係る超音波撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図 7】第 2 の実施形態に係る超音波撮像装置において用いられるパワーアンプの第 1 の構成例を示す図である。

【図 8】第 2 の実施形態に係る超音波撮像装置において用いられるパワーアンプの第 2 の構成例を示す図である。

【図 9】従来の超音波撮像装置において用いられるパルサの構成例を示す図である。

【図 10】従来の超音波撮像装置において用いられるパワーアンプの構成例を示す図である。

【符号の説明】

【0065】

- 1 超音波用探触子
- 2 超音波撮像装置本体
- 1 1 超音波トランスデューサ
- 2 0 切換回路
- 2 1 送信回路
- 2 2 受信回路
- 3 0 コンピュータ
- 3 1 走査制御部
- 3 2 波形データ生成部
- 3 3 送信メモリ
- 3 4 受信メモリ
- 3 5 位相整合演算部
- 3 6 表示画像演算部
- 4 0 格納部
- 5 0 表示部
- 6 1、6 2 可変バイアス回路
- 6 3 駆動信号検出回路
- 6 4 バイアス制御回路
- 7 1 駆動信号検出回路
- 7 2 電源供給制御回路

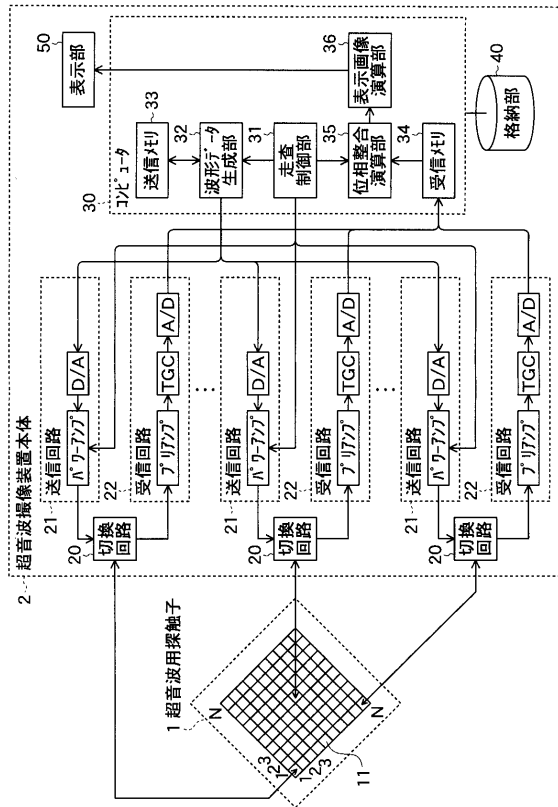
10

20

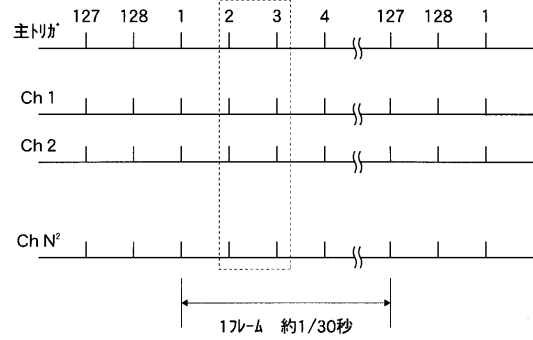
30

40

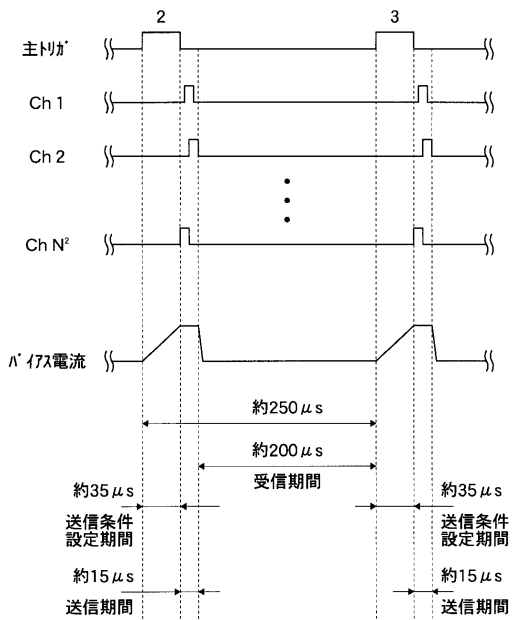
【 図 1 】



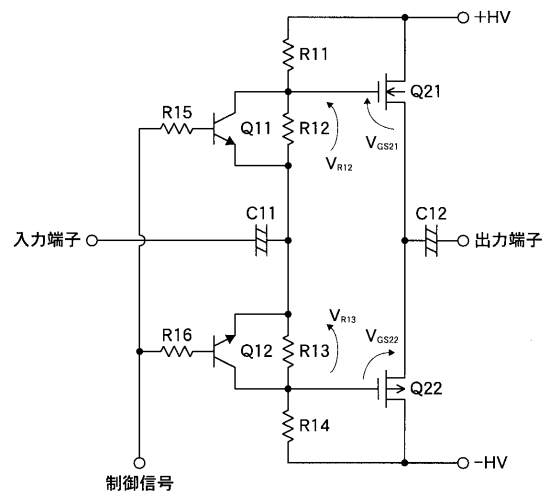
【 図 2 】



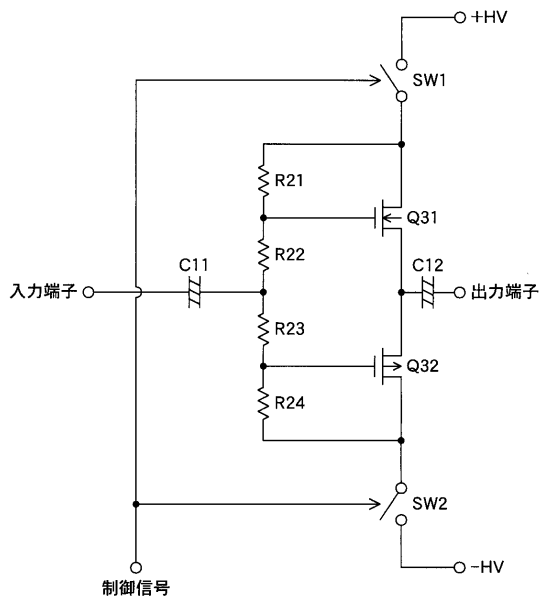
【 図 3 】



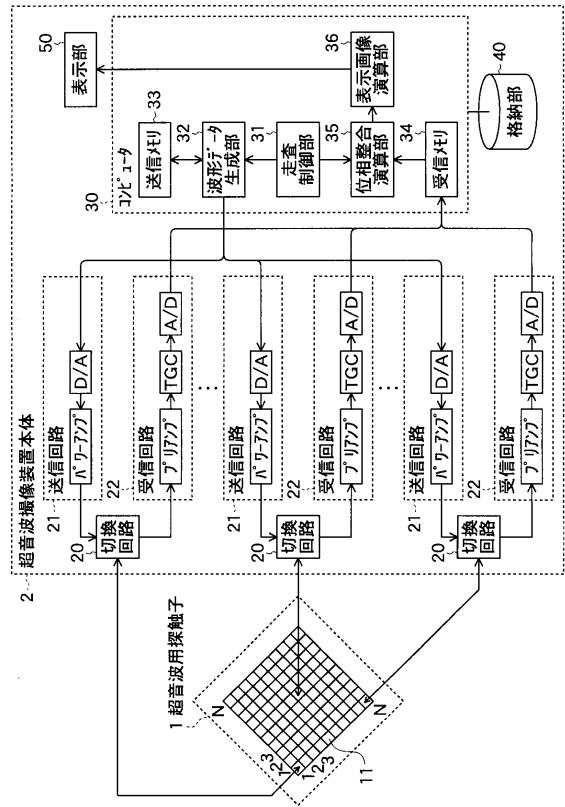
【 図 4 】



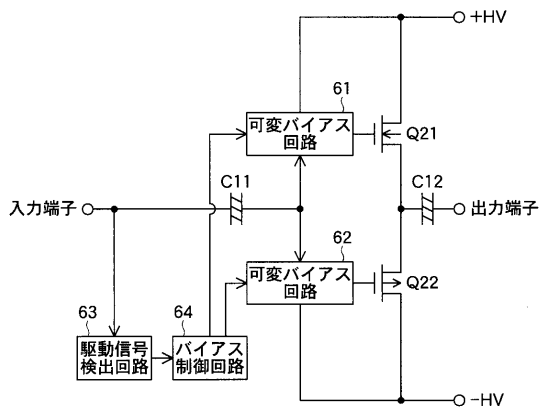
【 図 5 】



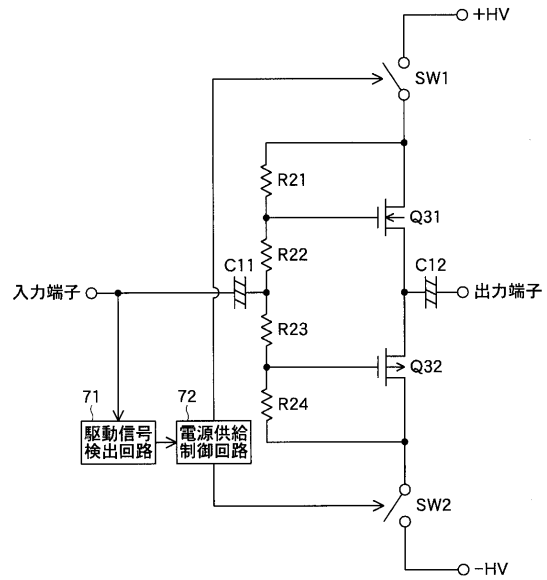
【 図 6 】



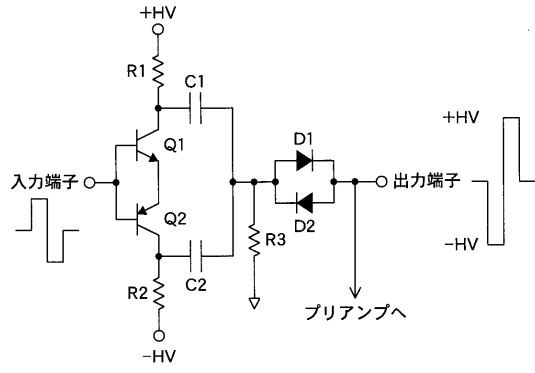
【 図 7 】



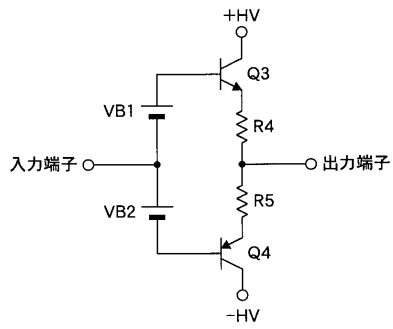
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



专利名称(译)	超声成像设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2006217942A</a>	公开(公告)日	2006-08-24
申请号	JP2005031452	申请日	2005-02-08
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片有限公司		
[标]发明人	佐藤智夫		
发明人	佐藤 智夫		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/EE15 4C601/GB06 4C601/HH01 4C601/HH05 4C601/HH06 4C601/HH27 4C601/HH28 4C601/JB11		
代理人(译)	宇都宫正明		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

为了减少功率放大器中的功耗，该功率放大器用于将驱动信号提供给超声成像设备中的超声换能器。超声成像设备包括：超声探头；以及波形数据生成单元，该波形数据生成单元生成表示要被提供给超声探头的多个驱动信号的波形的一组波形数据。；多个D/A转换器，分别将一组波形数据转换成多个驱动信号；以及多个放大器，分别对多个驱动信号进行功率放大并将其提供给超声探头，多个放大器被设置为在超声波发送期间功耗为第一值的第一操作模式，并且被设置为在超声波接收期间功耗小于第一值的第二操作模式。以及一种接收系统电路，其处理多个接收信号并获取表示超声图像的图像数据。 [选型图]图1

