

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6199676号  
(P6199676)

(45) 発行日 平成29年9月20日(2017.9.20)

(24) 登録日 平成29年9月1日(2017.9.1)

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

請求項の数 6 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2013-197400 (P2013-197400)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成25年9月24日 (2013.9.24)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2015-62498 (P2015-62498A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成27年4月9日 (2015.4.9)	(74) 代理人	110001210
審査請求日	平成28年8月1日 (2016.8.1)		特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
		(72) 発明者	石塚 大輔
			東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立 アロカメディカル株式会社内
		審査官	宮川 哲伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置用電源ユニットおよび超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波診断装置内の回路に電力を供給する超音波診断装置用電源ユニットにおいて、  
前記超音波診断装置の動作状態に応じて定められたスイッチング周波数でスイッチング  
を行うスイッチング電源回路と、

前記スイッチング電源回路の出力電圧に基づいて、当該出力電圧をフィードバック制御  
するフィードバック部と、を備え、

前記フィードバック部は、自らが形成するフィードバックループのループゲイン特性に  
おけるクロスオーバー周波数を、前記スイッチング周波数に応じて設定する、

ことを特徴とする超音波診断装置用電源ユニット。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波診断装置用電源ユニットにおいて、

前記フィードバック部は、

前記フィードバックループ上に設けられ、前記ループゲイン特性を定める特性可変回路  
と、

前記ループゲイン特性を定める係数列を前記特性可変回路に与える係数設定部であって、  
前記スイッチング周波数の変更に伴って前記クロスオーバー周波数が連動して変更される  
ように、前記係数列を前記特性可変回路に与える係数設定部と、

を備える、ことを特徴とする超音波診断装置用電源ユニット。

【請求項 3】

20

請求項 2 に記載の超音波診断装置用電源ユニットにおいて、  
前記特性可変回路は、前記係数設定部から係数列が与えられることで特性が設定されるデジタルフィルタを含む、ことを特徴とする超音波診断装置用電源ユニット。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置用電源ユニットにおいて、  
前記フィードバック部は、前記スイッチング周波数を超えず、かつ、前記スイッチング周波数近傍の周波数に、前記クロスオーバー周波数を設定する、ことを特徴とする超音波診断装置用電源ユニット。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置用電源ユニットにおいて、  
前記フィードバック部は、前記フィードバック部によるフィードバック制御の応答性を優先する応答性優先モード、および、前記スイッチング電源回路における電力効率を優先する効率優先モードの中から選択されたモードで動作し、  
前記フィードバック部は、前記選択されたモードに従って、前記スイッチング周波数に応じて前記クロスオーバー周波数を設定する、ことを特徴とする超音波診断装置用電源ユニット。

10

【請求項 6】

超音波を被検体に送受信する超音波プローブと、  
前記超音波プローブに送信信号を供給する送信部と、  
前記超音波プローブからの受信信号を用いて超音波画像を生成する画像生成部と、  
生成された超音波画像を表示する画像表示部と、  
前記超音波プローブおよび前記各部のうち少なくとも 1 つに電力を供給する電源ユニットと、を備えた超音波診断装置であって、  
前記電源ユニットは、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置用電源ユニットを含むことを特徴とする超音波診断装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置用電源ユニットに関し、特に、出力電圧がフィードバック制御される電源ユニットに関する。

30

【背景技術】

【0002】

被検体に対して超音波を送受信することで被検体内を観測する超音波診断装置が広く用いられている。超音波診断装置は、超音波を送信する送信回路、超音波を受信する受信回路、受信信号に基づいて超音波画像を形成する画像処理回路等を備える。これらの電子回路には、通常、電源電圧として直流電圧が印加される。そのため、一般的な超音波診断装置には、商用電源コンセントから得られる交流電圧を直流電圧に変換し、その直流電圧を電源電圧として各電子回路に出力する電源ユニットが設けられている。なお、バッテリーを搭載した可搬型の超音波診断装置も知られている。

40

【0003】

一般に、超音波診断装置用の電源ユニットは、スイッチング電源回路を備える。スイッチング電源回路は、スイッチングによって直流電圧を調整し、各電子回路に適切な電源電圧を出力するものである。その場合、電源電圧を一定にするため、出力電圧がフィードバック制御される。フィードバック制御における応答性等の特性は、フィードバック制御を行う回路の特性に応じて設定される。

【0004】

下記の特許文献 1 には、超音波診断装置に備えられる電源ユニットとしてのスイッチング電源が記載されている。このスイッチング電源のスイッチング周波数は、スイッチングに起因して表示される画像ノイズが画像上で目立たないような周波数に設定されている。

50

## 【 0 0 0 5 】

なお、スイッチング電源回路には、特許文献 2 に記載されているように、フィードバック制御によって出力電圧を目標値に近付け、または出力電圧を目標値に維持するものがある。この特許文献 2 に記載されたスイッチング電源回路では、フィードバック制御を行う回路がデジタル回路で構成されている。ただし、この特許文献 2 には超音波診断装置への適用については記載されていない。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 1 - 2 1 7 8 4 2 号公報

10

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 2 - 1 1 0 1 2 4 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 7 】

超音波診断装置用の電源ユニットにスイッチング電源回路を用いることで、電源ユニットからはスイッチングに基づくノイズが発せられ、このノイズが超音波診断装置内の各電子回路（特にアナログ電子回路）に及ぶ可能性ある。電源ユニットから発せられたノイズの周波数が、超音波診断装置の処理下にある信号の周波数に一致し、あるいは近付くと、超音波診断装置に表示される画像にノイズが現れたり、超音波診断装置に表示される測定値に誤差が含まれたりすることがある。そこで、引用文献 1 に記載されているように、スイッチングに起因するノイズの周波数が超音波診断装置の処理下にある信号の周波数あるいは画像化される周波数範囲と相違するように、スイッチング周波数を定めるのが望ましい。また超音波診断装置の処理下にある信号の周波数あるいは画像化される周波数範囲は、超音波診断装置の動作状態によって変動するので、動作状態に応じてスイッチング周波数を切り替えるのが望ましい。

20

## 【 0 0 0 8 】

しかしながら、スイッチング周波数が切り替えられたにもかかわらず、それまでと同じ条件でフィードバック制御を行ったのでは、出力されるリップル電圧が増加する等、必ずしも適切な電源特性を得られない。

## 【 0 0 0 9 】

本発明は、超音波診断装置において、電源ユニットのスイッチング周波数が変化しても出力電圧のフィードバック制御が適切に行われるようにすることを目的とする。

30

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 0 】

本発明は、超音波診断装置内の回路に電力を供給する超音波診断装置用電源ユニットにおいて、前記超音波診断装置の動作状態に応じて定められたスイッチング周波数でスイッチングを行うスイッチング電源回路と、前記スイッチング電源回路の出力電圧に基づいて、当該出力電圧をフィードバック制御するフィードバック部と、を備え、前記フィードバック部は、自らが形成するフィードバックループのループゲイン特性におけるクロスオーバー周波数を、前記スイッチング周波数に応じて設定することを特徴とする。

40

## 【 0 0 1 1 】

上記構成によれば、クロスオーバー周波数がスイッチング周波数に応じて適応的に設定される。つまり、フィードバックループのループゲイン特性がスイッチング周波数に応じて操作される。これにより、ループゲイン特性を固定的とした場合に生じる問題（例えば、応答性の低下やリップル電圧の増大等の問題）を解消または軽減できる。より詳しくは、ループゲイン特性は、横軸を周波数とし、縦軸をループゲインとした座標系において表される特性であって、クロスオーバー周波数はループゲインが 1 ( 0 d B ) となる周波数である。ループゲイン特性は、周波数が高くなると小さなループゲインとなる傾向を有し、基本的に少なくともクロスオーバー周波数付近においては右肩下がりとなる。よって、クロスオーバー周波数の変更はループゲイン特性を周波数軸方向に沿って全体的にシフトさせるこ

50

とに相当する。このことを前提として、上記構成は、スイッチング周波数の変動に応じてループゲイン特性をシフトさせることにより、目的や状況に適合したスイッチング電源特性を提供するものである。

【0012】

望ましくは、前記フィードバック部は、前記フィードバックループ上に設けられ、前記ループゲイン特性を定める特性可変回路と、前記ループゲイン特性を定める係数列を前記特性可変回路に与える係数設定部であって、前記スイッチング周波数の変更に伴って前記クロスオーバー周波数が連動して変更されるように、前記係数列を前記特性可変回路に与える係数設定部と、を備える。

【0013】

望ましくは、前記特性可変回路は、前記係数設定部から係数列が与えられることで特性が設定されるデジタルフィルタである。デジタルフィルタを利用すれば係数列を変更することにより迅速かつ容易に特性を切り替えることができる。

【0014】

望ましくは、前記フィードバック部は、前記スイッチング周波数を超えない前記スイッチング周波数近傍における周波数に、前記クロスオーバー周波数を設定する。この構成によれば、スイッチング周波数においてループゲインが1未満となり、スイッチング電源回路から出力されるリップル電圧の増大を抑制できる。同時に、スイッチング周波数より低い周波数帯域において一定程度のループゲインを確保できるので、良好な応答性を得られる。

【0015】

望ましくは、前記フィードバック部は、前記フィードバック部によるフィードバック制御の応答性を優先する応答性優先モード、および前記スイッチング電源回路における電力効率を優先する効率優先モードの中から選択されたモードで動作し、前記フィードバック部は、前記選択されたモードに従って、前記スイッチング周波数に応じて前記クロスオーバー周波数を設定する。

【0016】

また、本発明は、超音波を被検体に送受信する超音波プローブと、前記超音波プローブに送信信号を供給する送信部と、前記超音波プローブからの受信信号を用いて超音波画像を生成する画像生成部と、生成された超音波画像を表示する画像表示部と、前記超音波プローブおよび前記各部のうち少なくとも1つに電力を供給する電源ユニットと、を備えた超音波診断装置であって、前記電源ユニットは、前記超音波診断装置用電源ユニットを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、超音波診断装置において、電源ユニットのスイッチング周波数が変化しても出力電圧のフィードバック制御を適切に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1実施形態に係る超音波診断装置を示す図である。

【図2】スイッチング電源回路の構成例を示す図である。

【図3】ループゲインの一般的な周波数特性を示す図である。

【図4】フィードバック部の構成例を示す図である。

【図5】係数設定部が実行する処理の一例を示すフローチャートである。

【図6】各スイッチング周波数についてループゲイン特性を示す図である。

【図7】デジタルフィルタの構成例を示す図である。

【図8】係数設定部が実行する処理の一例を示すフローチャートである。

【図9】各効率優先度についてループゲイン特性を示す図である。

【図10】第2実施形態に係る超音波診断装置を示す図である。

【図11】信号処理回路の構成例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 2】信号処理回路の構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

(1) 超音波診断装置の構成

図 1 には、本発明の実施形態に係る超音波診断装置の構成が示されている。超音波診断装置 8 は、電源ユニット 10 および電源供給先 12 を備える。電源ユニット 10 は、商用電源コンセントから電源プラグ 14 を介して取得された交流電圧を直流電圧に変換する。そして、その直流電圧をスイッチングによって調整し、電源電圧として電源供給先 12 へ出力する。図 1 には、電源供給先 12 として、内部回路群 12 A および制御部 12 B が例示されている。ただし、他の回路やユニットに電源が供給されてもよい。それらの電子回路は、電源ユニット 10 から出力された電源電圧によって動作する。内部回路群 12 A には、例えば、送信回路、受信回路、信号処理回路等が含まれる。制御部 12 B は、一般に、CPU および動作プログラムによって構成される。

10

【0020】

制御部 12 B は、電源ユニット 10 に対してスイッチング周波数を指定する。例えば、装置動作状況ごとにスイッチング周波数を決定するテーブル等を用意しておいてもよい。電源ユニット 10 は、指定されたスイッチング周波数でスイッチングを行い、規定の電圧値をもった電源電圧を生成する。スイッチング周波数は、電源ユニット 10 に起因して生じるスイッチングノイズの周波数が、超音波診断装置 8 の処理下にある信号の周波数あるいは画像化される周波数範囲と相違するように可変設定される。スイッチング周波数の変更によって、スイッチングノイズが画像観察や測定結果の評価の障害となる問題を回避または軽減できる。

20

【0021】

超音波診断装置 8 は、B モード、パルスドブラモード、連続波ドブラモード等、複数種の測定モードの中から選択されたモードで動作する。それらの測定モードの中には周波数に関連する多くのパラメータが含まれる。上記のように、制御部 12 B は、スイッチングノイズが画像観察等に影響を与えないように、装置動作状況に応じてスイッチング周波数を可変設定している。

【0022】

(2) 電源ユニットの構成および基本動作

30

電源ユニット 10 について図 1 を参照して説明する。電源ユニット 10 は、電源供給先 12 に供給する電源電圧を生成するものであり、本実施形態においては、電源ユニット 10 が自己の出力電圧をフィードバック制御するためのフィードバック部 26 を備えている。これによって、電源ユニット 10 の出力電圧は目標電圧に近付けられ、または目標電圧に維持される。以下、電源ユニット 10 について具体的に説明する。

【0023】

AC/DC 変換回路 16 は、商用電源コンセントから電源プラグ 14 を介して取得された交流電圧を直流電圧に変換し、その直流電圧をスイッチング電源回路 18 の入力端子 T1 および T2 に印加する。スイッチング電源回路 18 は、後に詳述するフィードバック部 26 から出力されたパルス幅変調信号の周波数およびデューティ比に応じてスイッチングを行い、AC/DC 変換回路 16 から出力された直流電圧を調整（例えば、降圧、昇圧）する。調整後の直流電圧が出力端子 T3 および T4 間に現れる。ここで、デューティ比は、パルス幅変調信号の 1 周期に対する、パルス幅変調信号がハイレベルとなる時間の比である。パルス幅変調信号の基本周波数はスイッチング周波数である。スイッチング電源回路 18 には、デューティ比が大きい程、出力電圧が大きくなるものと、デューティ比が大きい程、出力電圧が小さくなるものとがある。スイッチング電源回路 18 としては、入力電圧を降圧して出力する降圧コンバータ回路や、入力電圧を昇圧して出力する昇圧コンバータ回路が用いられる。出力端子 T3 および T4 の間に生じた電源電圧が電源供給先 12 に提供されている。

40

【0024】

50

出力端子T3と接地導体との間には図示の例において分圧器20が接続されている。分圧器20は、直列接続された第1抵抗器22および第2抵抗器24を備える。第1抵抗器22および第2抵抗器24の中間接続点には、フィードバック部26が接続されている。これによって、第1抵抗器22および第2抵抗器24により分圧された電圧が、フィードバック電圧としてフィードバック部26に入力される。第1抵抗器22および第2抵抗器24の抵抗値をそれぞれR1およびR2とすると、分圧比Hは $H = R2 / (R1 + R2)$ となる。フィードバック電圧Vfは、分圧比Hおよび出力電圧V2によって、 $Vf = H \cdot V2$ と表される。これによって、電圧レベルが適切な範囲に調整されたフィードバック電圧がフィードバック部26に入力される。なお、フィードバック電圧がスイッチング電源回路18の出力電圧と同一であってもよい場合には、出力端子T3は、分圧器20を介さ

10

#### 【0025】

フィードバック部26は、フィードバック電圧に基づいて、電源ユニット10の出力電圧を目標電圧に近付け、または、目標電圧に維持するようなデューティ比を有するパルス幅変調信号を生成し、スイッチング電源回路18に出力する。これによって、スイッチング電源回路18は、指定されたスイッチング周波数でスイッチングを行い、出力電圧に対するフィードバック制御が行われる。

#### 【0026】

##### (3) スwitchング電源回路の構成例

図2には、スイッチング電源回路18として降圧コンバータ回路を用いた場合の電源ユニット10の構成例が示されている。入力端子T2およびT4は、グランド線38に接続されており、グランド線38は接地導体に接続されている。入力コンデンサ28の一端は入力端子T1に接続され、その他端はグランド線38に接続されている。FET30(Field Effect Transistor)のドレイン端子は入力端子T1に接続されている。FET30のゲート端子は制御端子T5に接続されている。ダイオード32のアノード端子はグランド線38に接続され、カソード端子はFET30のソース端子に接続されている。FET30とダイオード32との接続点にはインダクタ34の一端が接続され、その他端は出力端子T3に接続されている。出力コンデンサ36の一端は出力端子T3に接続され、その他端はグランド線38に接続されている。

20

#### 【0027】

入力コンデンサ28は、入力端子T1およびT2からの入力電圧V1に含まれるリップル電圧を低減するためのものである。FET30は、制御端子T5から入力されたパルス幅変調信号がハイレベルであるときにオンとなり、パルス幅変調信号がローレベルであるときにオフとなる。これによって、FET30は、パルス幅変調信号の周波数およびデューティ比に従ってオンオフを繰り返す。

30

#### 【0028】

FET30がオンであるときは、入力端子T1および入力コンデンサ28からFET30を介してインダクタ34に電流が流入する。このときFET30がオフになると、インダクタ34に流れる電流の時間変化により、インダクタ34に誘導起電力Veが発生する。この誘導起電力Veによって出力コンデンサ36がダイオード32を介して充電され、出力コンデンサ36の充電電圧が出力電圧V2として出力端子T3およびT4から出力される。パルス幅変調信号のデューティ比が大きい程、出力電圧V2は大きくなる。なお、フィードバック制御の応答性を良好とすることで出力電圧V2の変動が小さくなり、出力コンデンサ36の容量を小さくし、出力コンデンサ36を小型化することができる。

40

#### 【0029】

##### (4) フィードバック部

##### (4-1) フィードバック部の基本動作

図1に戻ってフィードバック部26について説明する。フィードバック部26は、分圧器20からのフィードバック電圧と、予め定められた基準電圧との相違に基づいてパルス幅変調信号を生成し、スイッチング電源回路18に出力する。ここでは、デューティ比が

50

大きい程、自己の出力電圧が大きくなるスイッチング電源回路 18 を用いた場合について説明する。

【0030】

フィードバック部 26 は、フィードバック電圧が基準電圧を超えるときは、パルス幅変調信号のデューティ比を減少させ、フィードバック電圧が基準電圧よりも小さいときは、パルス幅変調信号のデューティ比を増加させる。また、フィードバック部 26 は、フィードバック電圧が基準電圧と一致するときはパルス幅変調信号のデューティ比を維持する。

【0031】

これによって、フィードバック電圧が基準電圧に近付けられ、または、基準電圧に維持されるようなパルス幅変調信号がスイッチング電源回路 18 に出力される。その結果、出力端子 T3 および T4 からの出力電圧は目標電圧に近付けられ、または、目標電圧に維持される。ここで、目標電圧  $V_{r2}$  は、フィードバック電圧に対する基準電圧を  $V_r$  として、上記の分圧比  $H$  を用いて  $V_{r2} = V_r / H$  と表される。

10

【0032】

なお、デューティ比が大きい程、自己の出力電圧が小さくなるスイッチング電源回路 18 を用いた場合には、フィードバック電圧が基準電圧を超えるときにデューティ比を増加させ、フィードバック電圧が基準電圧よりも小さいときにデューティ比を減少させる動作が実行される。

【0033】

(4-2) ループ伝達特性

フィードバック部 26 は特性が可変な回路を有しており、その特性を設定することでフィードバックループのループ伝達特性を設定する。これによって、フィードバック部 26 は、フィードバック制御の応答性を適切なものとする。

20

【0034】

ループ伝達特性はループ伝達関数  $G$  によって表される。ループ伝達関数  $G$  は、周波数についての関数であり、電圧等の伝達量がフィードバックループを一巡したときに伝達量を受ける変化を複素数で表したものである。フィードバックループは、フィードバック部 26、スイッチング電源回路 18 および分圧器 20 によって形成される。したがって、ループ伝達関数  $G$  は、フィードバック部 26 の伝達関数  $G_f$ 、スイッチング電源回路 18 の伝達関数  $G_p$ 、および分圧比  $H$  によって、 $G = G_f \cdot G_p \cdot H$  と表される。ここで、フィードバック部 26 の伝達関数  $G_f$  は、フィードバック部 26 から出力されるパルス幅変調信号のデューティ比を、フィードバック部 26 に入力されるフィードバック電圧で除したものである。スイッチング電源回路 18 の伝達関数  $G_p$  は、スイッチング電源回路 18 の出力電圧を、スイッチング電源回路 18 に入力されるパルス幅変調信号のデューティ比で除したものである。

30

【0035】

ループ伝達関数の一般的な特性につき説明する。ループ伝達関数  $G$  の絶対値であるループゲインは、伝達量の周波数によって異なる値を有する。図 3 には、一般的なループゲインの周波数特性（ループゲイン特性）が示されている。横軸は周波数を示し、縦軸はループゲインを示す。ただし、縦軸および横軸は対数スケールである。この周波数特性では、周波数（ポール周波数） $f_p$  よりも高域では周波数が増加するにつれて、ループゲインが  $0\text{ dB}$  より大きい値から  $0\text{ dB}$  を下回る値まで減少する。ループゲインが  $0\text{ dB}$  となる周波数  $f_c$  がクロスオーバー周波数である。周波数の増加に対してループゲインが  $0\text{ dB}$  を超える値から  $0\text{ dB}$  を下回る値まで減少するような特性をクロスオーバー特性とする。電源ユニット 10 のループゲインは、一般に、このようなクロスオーバー特性を備えるものである。

40

【0036】

次に、フィードバック制御の応答性につき説明する。電源ユニット 10 では、ループゲインが大きい程、出力電圧を目標電圧に近づける作用が強くなり、より迅速に出力電圧が目標電圧に近付けられる。ループゲインがクロスオーバー特性を有する場合、クロスオーバ

50

周波数が大きい程、広い周波数帯域でループゲインが大きくなり、出力電圧を目標電圧に近付ける作用が強くなる。したがって、クロスオーバー周波数が大きい程、フィードバック制御の応答性が良好となる。

#### 【 0 0 3 7 】

しかし、クロスオーバー周波数を無条件に大きくしたのでは、次に説明するように、スイッチングに基づきスイッチング電源回路 1 8 から出力されるリップル電圧が大きくなる。図 1 に示される電源ユニット 1 0 の構成では、出力端子 T 3 および T 4 から出力されたリップル電圧に応じた伝達量は、分圧器 2 0、フィードバック部 2 6 およびスイッチング電源回路 1 8 を一巡し、再び出力端子 T 3 および T 4 から出力される。したがって、ループゲインが 0 d B を超えるとリップル電圧が増幅され、出力端子 T 3 および T 4 から出力されるリップル電圧が増大してしまう。また、フィードバック制御ではスイッチング周期（スイッチング周波数の逆数）より短い時間での出力電圧の変化を抑制することは困難であるところ、リップル電圧の周期はスイッチング周期より短い。そのため、リップル電圧をフィードバック制御によって抑制することは困難である。このようなリップル電圧は、電源供給先 1 2 の内部回路群 1 2 A の動作に影響を及ぼすことがある。

10

#### 【 0 0 3 8 】

そこで、フィードバック部 2 6 は、スイッチング周波数近傍で、ループゲインが 0 d B 未満となるように自らの伝達特性を設定する。すなわち、フィードバック部 2 6 は、クロスオーバー周波数が、スイッチング周波数を超えないできる限り大きい値となるように、自らの伝達特性を設定する。これによって、リップル電圧に応じてフィードバックループを一巡する伝達量は減衰し、出力端子 T 3 および T 4 から出力されるリップル電圧が抑制される。したがって、スイッチング電源回路 1 8 から出力されるリップル電圧が抑制されるという条件の下で、フィードバック制御の応答性が良好となる。以下では、ループ伝達特性を設定するためのフィードバック部 2 6 の具体的な構成および動作について説明する。

20

#### 【 0 0 3 9 】

##### ( 4 - 3 ) フィードバック部の構成および動作

図 4 には、フィードバック部 2 6 の具体的な構成が示されている。フィードバック部 2 6 は、例えば、F P G A ( Field Programmable Gate Array )、D S P ( Digital Signal Processor ) 等、プログラミングによって内部に各回路が構成されるデバイスによって構成される。また、A S I C ( Application Specific Integrated Circuit ) 等の特定用途向けに設計されたデバイスを用いてもよい。

30

#### 【 0 0 4 0 】

A / D 変換器 4 0 は、分圧器 2 0 から出力されたフィードバック電圧をデジタル信号に変換し、デジタルフィルタ 4 2 に出力する。デジタルフィルタ 4 2 は、係数設定部 5 2 から出力されたフィルタ係数列（複数のフィルタ係数による組）によって特性が設定される特性可変回路である。デジタルフィルタ 4 2 は、A / D 変換器 4 0 から出力されたフィードバック電圧に対してフィルタ処理を施し、フィルタ処理後の電圧をパルス幅変調器 4 4 に出力する。パルス幅変調器 4 4 は、フィルタ処理後の電圧から基準電圧を減じた電圧誤差を求める。なお、この電圧誤差は、デジタルフィルタ 4 2 の前段で求めてもよい。この場合、A / D 変換器 4 0 とデジタルフィルタ 4 2 との間には減算器が設けられ、A / D 変換器 4 0 から出力された信号および基準電圧が減算器に入力され、これらの減算結果がデジタルフィルタ 4 2 に入力される。

40

#### 【 0 0 4 1 】

キャリア生成部 5 4 には、制御部 1 2 B から通信ポート 4 8 を介して周波数指定情報が与えられる。キャリア生成部 5 4 は、周波数指定情報によって指定されるスイッチング周波数を有するキャリア信号をパルス幅変調器 4 4 に出力する。ここで、キャリア信号は、パルス幅変調信号を生成する際の基準となる信号である。

#### 【 0 0 4 2 】

パルス幅変調器 4 4 は、基準電圧、電圧誤差およびキャリア信号に基づいて、パルス幅変調信号を生成する。パルス幅変調信号は、周波数指定情報で指定されたスイッチング周

50

波数と同一の周波数を有し、電圧誤差に応じたデューティ比を有する信号である。パルス幅変調器 44 は、パルス幅変調信号をドライバ 46 に出力する。ドライバ 46 は、パルス幅変調信号のレベルを調整し、スイッチング電源回路 18 に出力する。

#### 【0043】

このような処理によれば、スイッチング電源回路 18 がスイッチングを行う際のデューティ比についてフィードバック制御が行われると共に、スイッチング電源回路 18 のスイッチング周波数が制御部 12B によって指定された周波数に設定される。

#### 【0044】

ループ伝達特性は、フィードバック部 26、スイッチング電源回路 18、および分圧器 20 のそれぞれの伝達特性によって定まり、これらのうちの 1 つであるフィードバック部 26 の伝達特性が変化することで、ループ伝達関数も変化する。そこで、次に説明するように、フィードバック部 26 は、デジタルフィルタ 42 の特性を設定することで自らの伝達特性を設定し、ループ伝達特性を適切に設定する。

10

#### 【0045】

##### (4-4) フィルタ特性の設定

デジタルフィルタ 42 の特性設定について説明する。制御部 12B は、スイッチング周波数を指定するための周波数指定情報を電源ユニット 10 に出力する。その際、制御部 12B は、スイッチングノイズの周波数と、内部回路群 12A の処理下にある信号の周波数等とが相違するように、つまりスイッチングノイズが生じてそれが画像観察上あるいは計測上、障害とならないようなスイッチング周波数を電源ユニット 10 に対して指定する。

20

#### 【0046】

図 4 を参照しつつ図 5 に基づいてその処理について説明する。係数設定部 52 は、制御部 12B から通信ポート 48 を介して周波数指定情報を取得する (S101)。そして、周波数指定情報によって指定されたスイッチング周波数が、現時点におけるスイッチング周波数から変更されたものであるかを判定する (S102)。係数設定部 52 は、スイッチング周波数に変更がないと判定したときは、ステップ S101 の処理に戻る。一方、スイッチング周波数に変更されたと判定したときは、次のステップ S103 に進む。

30

#### 【0047】

係数記憶部 50 には、複数種のスイッチング周波数のそれぞれに対し、デジタルフィルタ 42 に出力されるべきフィルタ係数列を対応付けた周波数 / フィルタ係数テーブルが予め記憶されている。係数記憶部 50 は、フィードバック部 26 の内部に設けられていなくてもよく、フィードバック部 26 の外部に設けられた ROM (Read Only Memory) 等であってもよい。

#### 【0048】

係数設定部 52 は、周波数 / フィルタ係数テーブルを参照し、周波数指定情報によって指定されたスイッチング周波数に対応するフィルタ係数列を求める (S103)。係数設定部 52 は、そのフィルタ係数列をデジタルフィルタ 42 に出力する (S104)。これによって、デジタルフィルタ 42 の特性が、フィルタ係数列に従って設定される。係数設定部 52 がステップ S101 ~ S104 の処理を繰り返す間、制御部 12B は、電源ユニット 10 に対し動作状態に応じたスイッチング周波数を随時指定する。このフローチャートで示される処理は、測定終了等の操作が超音波診断装置において行われたときに終了する。

40

#### 【0049】

デジタルフィルタ 42 として、例えば、3 つのポール周波数および 2 つの零点周波数を有する伝達関数でフィルタ特性が表されるものを用いた場合、 $z$  領域におけるデジタルフィルタ 42 の伝達関数  $F(z)$  は、次のように表される。

#### 【0050】

$$F(z) = (a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + a_3 z^{-3})$$

50

$$/ (1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + b_3 z^{-3})$$

## 【0051】

この場合、フィルタ係数列  $(a_0, a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3)$  がデジタルフィルタ42に入力されることで、デジタルフィルタ42の特性が設定される。

## 【0052】

図6には、スイッチング周波数  $f_{s1} \sim f_{s3}$  のそれぞれについて、周波数/フィルタ係数テーブルに基づいて定まるループゲイン特性が概念的に示されている。ループゲイン特性62-1、62-2および62-3は、それぞれ、スイッチング周波数  $f_{s1}$ 、 $f_{s2}$  および  $f_{s3}$  に応じて選択される特性である。

## 【0053】

クロスオーバー周波数  $f_{c1}$  は、スイッチング周波数  $f_{s1}$  を超えない、スイッチング周波数  $f_{s1}$  近傍 1の周波数に設定される。クロスオーバー周波数  $f_{c2}$  は、スイッチング周波数  $f_{s2}$  を超えない、スイッチング周波数  $f_{s2}$  近傍 2の周波数に設定される。クロスオーバー周波数  $f_{c3}$  は、スイッチング周波数  $f_{s3}$  を超えない、スイッチング周波数  $f_{s3}$  近傍 3の周波数に設定される。

## 【0054】

ここで、スイッチング周波数を超えない、スイッチング周波数の近傍とは、スイッチング周波数を  $f_s$  としたときに、例えば、 $0.7f_s \leq f \leq 0.95f_s$  が成立する周波数  $f$ 、より好ましくは、 $0.8f_s \leq f \leq 0.95f_s$  が成立する周波数  $f$  である。もっとも、各数値は状況に応じて変わり得るものであり、他の数値条件を採用し得る。

## 【0055】

この処理では、スイッチング周波数が高くなったときは、クロスオーバー周波数はスイッチング周波数に連動して高く設定され、スイッチング周波数が低くなったときは、クロスオーバー周波数はスイッチング周波数に連動して低く設定される。上述のように、クロスオーバー周波数を大きくするとフィードバック制御の応答性が良好になるものの、クロスオーバー周波数がスイッチング周波数以上となると、スイッチング電源回路18から出力されるリップル電圧が増大する。したがって、スイッチング電源回路18から出力されるリップル電圧が抑制されるという条件の下で、フィードバック制御の応答性が良好となるようにクロスオーバー周波数が設定される。

## 【0056】

なお、周波数/フィルタ係数テーブルに含まれるフィルタ係数列は、フィードバック制御が安定化されるように定められている。デジタルフィルタ42として、3つのポール周波数  $f_{p1} \sim f_{p3}$  と2つの零点周波数  $f_{z1}$  および  $f_{z2}$  を有する伝達関数でフィルタ特性が表されるものを用い、スイッチング電源回路18として図2に示される降圧コンバータ回路を用いた場合、次の周波数関係が成立するときに安定化の条件が成立することが多い。すなわち、 $f_{p1} = 0$ 、 $f_{LC} < f_{z1} = f_{z2} < f_{p2} = f_{p3}$  の関係を成立させたときに、クロスオーバー周波数を零点周波数  $f_{z2}$  とポール周波数  $f_{p2}$  との間の周波数とすることで安定化の条件が成立することが多い。ここで、周波数  $f_{LC}$  は、インダクタ34および出力コンデンサ36の共振周波数である。

## 【0057】

上記のようなフィードバック部26の動作によれば、制御部12Bによって指定されたスイッチング周波数に対し、フィードバック制御が安定化され、スイッチング電源回路18から出力されるリップル電圧が抑制されるという条件の下で、フィードバック制御の応答性が良好となる。また、フィードバック部26には特性が可変な回路が用いられるため、制御部12Bによって指定されるスイッチング周波数が変化した場合であっても、ハードウェアを変更することなく適応的にフィルタ特性を設定することができる。

## 【0058】

図7には、上記の伝達関数  $F(z)$  によってフィルタ特性が表されるデジタルフィルタ42の構成例が示されている。入力信号  $V_{in}$  は、遅延器58A1および係数乗算器56A0に入力される。係数演算器56A0は、入力信号にフィルタ係数  $a_0$  を乗じて加算合

10

20

30

40

50

計器 60 に出力する。遅延器 58A1 は入力された信号をデジタル離散時間だけ遅延させて遅延器 58A2 および係数乗算器 56A1 に出力し、遅延器 58A2 は入力された信号をデジタル離散時間だけ遅延させて遅延器 58A3 および係数乗算器 56A2 に出力する。さらに、遅延器 58A3 は入力された信号をデジタル離散時間だけ遅延させて係数乗算器 56A3 に出力する。係数乗算器 56A1 ~ 56A3 は、それぞれ、遅延器 58A1 ~ 58A3 から出力された信号にフィルタ係数  $a_1 \sim a_3$  をそれぞれ乗じて、加算合計器 60 に出力する。

【0059】

遅延器 58B1 は加算合計器 60 から入力された信号をデジタル離散時間だけ遅延させて遅延器 58B2 および係数乗算器 56B1 に出力し、遅延器 58B2 は入力された信号をデジタル離散時間だけ遅延させて遅延器 58B3 および係数乗算器 56B2 に出力する。さらに、遅延器 58B3 は入力された信号をデジタル離散時間だけ遅延させて係数乗算器 56B3 に出力する。係数乗算器 56B1 ~ 56B3 は、それぞれ、遅延器 58B1 ~ 58B3 から出力された信号にフィルタ係数  $b_1 \sim b_3$  をそれぞれ乗じて、加算合計器 60 に出力する。加算合計器 60 は、各係数乗算器から出力された信号を加算合計した信号を出力信号  $V_{out}$  として出力する。

【0060】

(4-5) 応答性優先モードおよび効率優先モード

デジタルフィルタ 42 の特性を設定する処理に際しては、スイッチング電源回路 18 における電力効率を考慮してもよい。ここで、電力効率とは、スイッチング電源回路 18 に入力された電力に対する、スイッチング電源回路 18 から出力された電力の比率をいう。

【0061】

スイッチング電源回路 18 では、フィードバック制御の応答性が良好となる程、スイッチング素子における電力損失が大きくなる。したがって、クロスオーバー周波数を大きくする程、フィードバック制御の応答性が良好となるが、スイッチング電源回路 18 における電力効率は低くなる。逆に、クロスオーバー周波数を小さくする程、フィードバック制御の応答性が劣化するが、スイッチング電源回路 18 における電力効率は高くなる。

【0062】

そこで、電源ユニット 10 は、フィードバック制御の応答性を優先した応答性優先モード、および、スイッチング電源回路 18 における電力効率を優先した効率優先モードの中から、制御部 12B によって選択された制御モードで動作することとしてもよい。

【0063】

超音波診断装置は、Bモード、パルスドプラモード、連続波ドプラモード等、複数種の測定モードのうちいずれかで動作し、複数種の動作状態を取り得る。よって、超音波診断装置は、動作状態に応じて消費電力の時間変動が異なる。そこで、制御部 12B は、消費電力の時間変動が大きい状態にあるときは、電源ユニット 10 に対して応答性優先モードを指定し、消費電力の時間変動量が小さい状態にあるときは、電源ユニット 10 に対して効率優先モードを指定する。図 8 には制御モードが指定された際にフィードバック部 26 の係数設定部 52 が実行する処理が示されている。

【0064】

図 8 において、制御部は、制御モード指定情報を電源ユニットに出力する。係数設定部は、制御モード指定情報を取得する (S201)。係数設定部は、制御モード指定情報によって指定された制御モードが、効率優先モードであるか否かを判定する (S202)。係数設定部は、指定された制御モードが効率優先モードでない場合、すなわち、応答性優先モードである場合は、応答性優先モードの動作を実行する。ここで、応答性優先モードは、図 5 のフローチャートにおけるステップ S101 ~ S104 で示される処理を実行する制御モードである。係数設定部は、指定された制御モードが効率優先モードである場合、以下のステップ S203 ~ S206 で示される効率優先モードの動作を実行する。

【0065】

制御部は、効率優先モードを指定した場合、上述の周波数指定情報に加えて、動作状態

10

20

30

40

50

に応じた効率優先度を電源ユニットに出力する。効率優先度は、電力効率を優先する度合いを示す値である。ここでは、この値が大きい程、電力効率の優先度を高くすべきことを意味するものとする。なお、効率優先度に代えて、電力効率を優先する度合いを示す符号情報を用いてもよい。

【 0 0 6 6 】

係数設定部は、周波数指定情報および効率優先度を取得する ( S 2 0 3 )。係数設定部は、周波数指定情報によって指定されたスイッチング周波数および効率優先度が、現時点における値から変更されたものであるかを判定する ( S 2 0 4 )。係数設定部は、これらの値のいずれにも変更がないと判定したときは、ステップ S 2 0 3 の処理に戻る。一方、これらの値のうち少なくとも一方に変更があると判定したときは、次のステップ S 2 0 5

10

【 0 0 6 7 】

係数記憶部は、スイッチング周波数と効率優先度との複数種の組み合わせのそれぞれに対し、デジタルフィルタに出力されるべきフィルタ係数列を対応付けた効率優先モード用テーブルを予め記憶している。

【 0 0 6 8 】

係数設定部は、効率優先モード用テーブルを参照し、指定されたスイッチング周波数および効率優先度との組み合わせに対応するフィルタ係数列を求める ( S 2 0 5 )。係数設定部は、そのフィルタ係数列をデジタルフィルタ 4 2 に出力する ( S 2 0 6 )。これによって、デジタルフィルタ 4 2 のフィルタ特性が、フィルタ係数列に従って設定される。

20

【 0 0 6 9 】

係数設定部がステップ S 2 0 3 ~ S 2 0 6 の処理を繰り返す間、制御部は、電源ユニットに対し動作状態に応じたスイッチング周波数および効率優先度を随時指定する。このフローチャートで示される処理は、測定終了等の操作が超音波診断装置において行われたときに終了する。

【 0 0 7 0 】

図 9 には、効率優先モード用テーブルに基づいて定まるループゲイン特性が概念的に示されている。ここでは、周波数指定情報によって指定されたスイッチング周波数  $f_s$  に対し、効率優先度が  $n_1$ 、 $n_2$  および  $n_3$  である場合のそれぞれについてループゲイン特性の例が示されている。効率優先度  $n_1$ 、 $n_2$  および  $n_3$  には  $n_1 < n_2 < n_3$  の関係があり、それぞれに対応するループゲイン特性は、 $64-1$ 、 $64-2$  および  $64-3$  である。

30

【 0 0 7 1 】

ループゲイン特性  $64-1$ 、 $64-2$  および  $64-3$  についてのクロスオーバー周波数は、それぞれ、 $f_{c1}$ 、 $f_{c2}$  および  $f_{c3}$  である。図 9 には、スイッチング周波数が周波数  $f_s$  で示され、応答性優先モードにおいてクロスオーバー周波数として設定される基準クロスオーバー周波数が  $f_{c0}$  で示されている。これらの周波数には、 $f_{c3} < f_{c2} < f_{c1} < f_{c0} < f_s$  の関係がある。上記のように、クロスオーバー周波数を小さくする程、スイッチング電源回路における電力効率が高くなる。したがって、ループゲイン特性  $64-3$  についての電力効率は、ループゲイン特性  $64-2$  についての電力効率よりも高く、ループゲイン特性  $64-2$  についての電力効率は、ループゲイン特性  $64-1$  についての電力効率よりも高い。さらに、ループゲイン特性  $64-1$  についての電力効率は、応答性優先モードにおける電力効率よりも高い。

40

【 0 0 7 2 】

電源ユニットが効率優先モードで動作することで、応答性優先モードで動作する場合よりも電力効率を優先したフィードバック制御が行われる。また、効率優先モードの動作において制御部が、 $n_1 < n_2 < n_3$  の関係にある効率優先度を電源ユニットに出力することで、効率優先度が  $n_3$  であるときのフィードバック制御では、効率優先度が  $n_2$  であるときのフィードバック制御よりも電力効率が優先される。そして、効率優先度が  $n_2$  であるときのフィードバック制御では、効率優先度が  $n_1$  であるときのフィードバック制御よ

50

りも電力効率が優先される。

【 0 0 7 3 】

フィードバック部 2 6 に用いられる特性可変回路としては、デジタルフィルタ 4 2 に代えて、特性が異なる複数のフィルタのうち 1 つを選択的に用いるフィルタ群を用いてもよい。このようなフィルタ群は選択スイッチを有し、選択スイッチの切り替えによって、特性が固定された複数のフィルタのうちいずれかが用いられる。

【 0 0 7 4 】

また、上記では、スイッチング電源回路 1 8 に対しフィードバック制御を行う実施形態について説明した。AC / DC 変換回路 1 6 として、スイッチングに基づき入力電圧 V 1 を調整する回路を用いた場合、AC / DC 変換回路 1 6 に対して、同様のフィードバック制御が行われてもよい。この場合、AC / DC 変換回路 1 6 に対応するフィードバック部が設けられる。フィードバック部は、AC / DC 変換回路 1 6 の出力電圧に基づいて、AC / DC 変換回路 1 6 にパルス幅変調信号を出力する。AC / DC 変換回路 1 6 は、パルス幅変調信号の周波数およびデューティ比に基づいてスイッチングを行う。

【 0 0 7 5 】

( 5 ) 応用例

図 1 0 には、第 2 実施形態に係る超音波診断装置が示されている。この超音波診断装置は、主要部 1 2 C および電源ユニット 1 0 を備える。電源ユニット 1 0 は、複数の電源サブユニット 1 0 a により構成されている。制御部 7 2 は、動作状態に応じて各電源サブユニット 1 0 a に対してスイッチング周波数を指定する。各電源サブユニット 1 0 a は、指定されたスイッチング周波数で動作し、自己が担当する内部回路に対して所定の電源電圧を供給する。

【 0 0 7 6 】

主要部 1 2 C について簡単に説明しておく。超音波プローブ 6 6 は、複数の超音波振動子 6 8 を備える。超音波プローブ 6 6 は、送受分離回路 7 0 を介して送信回路 7 4 および受信回路 7 6 に接続されている。送信回路 7 4 は、送受分離回路 7 0 を介して、超音波プローブ 6 6 の各超音波振動子 6 8 に送信信号を出力する。各超音波振動子 6 8 は、送信信号に応じた超音波を被検体に送信する。

【 0 0 7 7 】

被検体内で反射した超音波は超音波プローブ 6 6 で受信される。各超音波振動子 6 8 は、送受分離回路 7 0 を介して、受信回路 7 6 に受信信号を出力する。受信回路 7 6 は、各超音波振動子 6 8 から出力された受信信号を整相加算する。受信回路 7 6 は、整相加算によって得られた整相加算信号を信号処理回路 7 8 に出力する。信号処理回路 7 8 は、整相加算信号に基づいて、測定結果を表す画像データを生成し、その画像データに基づく画像を画像表示器 8 0 に表示させる。制御部 7 2 は、各測定モードに応じた処理を実行するように、送信回路 7 4、受信回路 7 6 および信号処理回路 7 8 を制御する。また、主要部 1 2 C が備える超音波プローブ 6 6 および各回路には、必要に応じて電源サブユニット 1 0 a のいずれかから電源電力が供給される。

【 0 0 7 8 】

このように、本実施形態に係る超音波診断装置は、超音波プローブ 6 6、超音波プローブ 6 6 に送信信号を供給する送信部としての送信回路 7 4、超音波プローブ 6 6 からの受信信号に基づいて超音波画像を生成する画像生成部としての信号処理回路 7 8、および、超音波画像を表示する画像表示部としての画像表示器 8 0 を備える。本実施形態に係る超音波診断装置は、さらに、超音波プローブ 6 6 および上記各部（各内部回路）のうち、電源電力の供給が必要なものに電力を供給する複数の電源サブユニット 1 0 a を備える。各電源サブユニット 1 0 a は、自己の電力供給先に対して所定の電源電圧を出力する。

【 0 0 7 9 】

図 1 1 には、信号処理回路 7 8 の構成が、電源サブユニット 1 0 a - 1 ~ 1 0 a - 4 および制御部 7 2 と共に示されている。信号処理回路 7 8 は、B モード画像処理回路 8 2、カラードブラ画像処理回路 8 4、パルスドブラ画像処理回路 8 6、および連続波ドブラ画

10

20

30

40

50

像処理回路 88 を備える。各画像処理回路は、例えば、FPGA、DSP 等、プログラミングによって内部に各回路が構成されるデバイスによって構成される。また、ASIC 等の特定用途向けに設計されたデバイスを用いてもよい。

#### 【0080】

Bモード画像処理回路 82 は、断層画像を表す画像データを生成する。カラードブラ画像処理回路 84 は、断層画像上の各位置に血流速度に応じた色彩が付された画像を表す画像データを生成する。パルスドブラ画像処理回路 86 は、被検体内の特定の位置に流れる血液の速度の時間変化を表示する画像データを生成する。連続波ドブラ画像処理回路 88 は、超音波ビーム上に流れる血液の速度の時間変化を表示する画像データを生成する。各画像処理回路は、超音波診断装置の測定モードに応じて画像を生成する。

10

#### 【0081】

電源サブユニット 10a-1 ~ 10a-4 は、それぞれ、Bモード画像処理回路 82、カラードブラ画像処理回路 84、パルスドブラ画像処理回路 86、および連続波ドブラ画像処理回路 88 に電源電圧を出力する。これらの電源サブユニットについては、フィードバック部を共通のハードウェアで構成してもよい。すなわち、FPGA、DSP、ASIC 等によって、1つのデバイス内に4個のフィードバック部を構成し、各フィードバック部から個別にパルス幅変調信号を出力させてもよい。

#### 【0082】

制御部 72 は、各電源サブユニットに対し、個別にスイッチング周波数を指定する。スイッチング周波数が指定された各電源サブユニットは、図 5 に示されたフローチャートに従ってフィルタ特性を設定すると共に、指定されたスイッチング周波数で動作し、各画像処理回路に電源電圧を出力する。

20

#### 【0083】

この処理に際して制御部 72 は、例えば、超音波プローブ 66 で送受信される超音波の中心周波数や、信号処理回路 78 で生成される画像信号の周波数と、スイッチングノイズ周波数とが相違するようにスイッチング周波数を指定する。また、電源ユニット 10a-2 については、パルス超音波の繰り返し周波数と、スイッチングノイズ周波数とが相違するようにスイッチング周波数を指定してもよい。

#### 【0084】

本実施形態に係る超音波診断装置によれば、各画像処理回路を担当する電源サブユニットに適切なスイッチング周波数でスイッチングさせると共に、各画像処理回路に適切な電源電圧を印加することができる。

30

#### 【0085】

図 12 には、信号処理回路 78 についての第 2 の構成例が示されている。信号処理回路 78 が備える各画像処理回路には、共通の電源サブユニット 10 から電源電力が供給される。

#### 【0086】

制御部 72 は、信号処理回路 78 の動作状態に応じたスイッチング周波数を電源サブユニット 10 に対して指定すると共に、信号処理回路 78 の電力消費状態に応じた効率優先度を電源サブユニット 10 に出力する。信号処理回路 78 の電力消費状態には、待機状態、単独電力消費状態、および複合電力消費状態がある。待機状態は、信号処理回路 78 において信号処理が行われていない状態である。単独電力消費状態は、Bモード画像処理回路 82、カラードブラ画像処理回路 84、パルスドブラ画像処理回路 86、および連続波ドブラ画像処理回路 88 のうち 1 つにおいて信号処理が行われている状態である。複合電力消費状態は、これらの画像処理回路のうち 2 以上の画像処理回路において信号処理が行われている状態である。

40

#### 【0087】

信号処理回路 78 が備える各画像処理回路は、常に一定の電力を消費するのではなく、それぞれの消費電力は測定状態に応じて変動する。そして、信号処理が行われている画像処理回路の数が多いため、信号処理回路 78 で消費される電力の時間変動が大きくなり、電

50

源サブユニット10におけるフィードバック制御につき良好な応答性が要求される。

【0088】

そこで、制御部72は、信号処理回路78の電力消費状態に応じて、フィードバック制御の応答性を優先した応答性優先モード、および、電源サブユニット10における電力効率の向上を優先した効率優先モードから制御モードを選択する。そして、選択した制御モードを電源サブユニット10に対して指定する。

【0089】

制御部72は、信号処理回路78が複合電力消費状態であるときは、電源サブユニット10に対し応答性優先モードを指定する。また、制御部72は、信号処理回路78が単独電力消費状態または待機状態であるときは、電源サブユニット10に対し効率優先モードを指定する。さらに、制御部72は、信号処理回路78が単独電力消費状態であるときは効率優先度を $m1$ とし、信号処理回路78が待機状態であるときは、効率優先度を $m2$ として電源サブユニット10に出力する。ここで、効率優先度 $m1$ および $m2$ には $m1 < m2$ の関係があるものとする。電源サブユニット10は、図8に示されたフローチャートに従い指定された制御モードで動作して、各画像処理回路に電源電圧を出力する。

10

【0090】

このような処理によれば、信号処理回路78が複合電力消費状態であるときは、信号処理回路78が単独電力消費状態または待機状態であるときよりも応答性を優先したフィードバック制御が行われる。また、信号処理回路78が待機状態であるときは、信号処理回路78が単独電力消費状態または複合電力消費状態であるときに対し電力効率を優先したフィードバック制御が行われる。

20

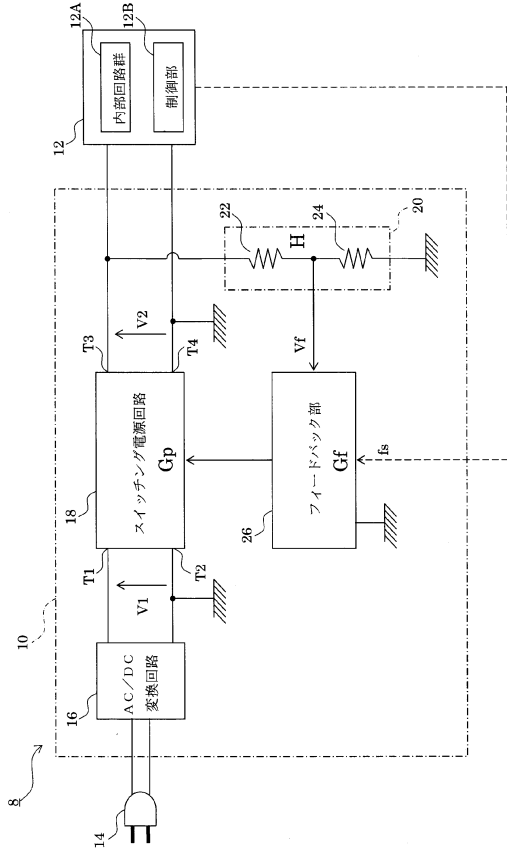
【符号の説明】

【0091】

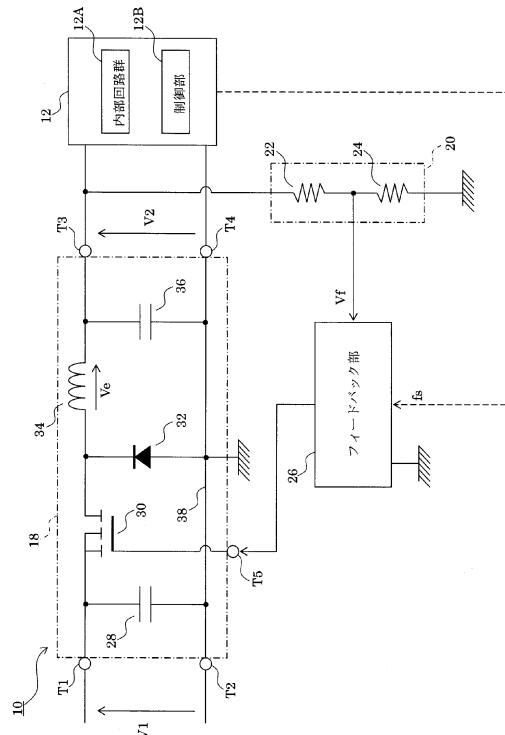
8 超音波診断装置、10 電源ユニット、10a, 10a-1~10a-4 電源サブユニット、12 電源供給先、12A 内部回路群、12B, 72 制御部、12C 主要部、13 内部回路群、14 電源プラグ、16 AC/DC変換回路、18 スイッチング電源回路、20 分圧器、22 第1抵抗器、24 第2抵抗器、26 フィードバック部、28 入力コンデンサ、30 FET、32 ダイオード、34 インダクタ、36 出力コンデンサ、38 グランド線、40 A/D変換器、42 デジタルフィルタ、44 パルス幅変調器、46 ドライバ、48 通信ポート、50 係数記憶部、52 係数設定部、54 キャリア生成部、56A0~56A3, 56B1~56B3 係数乗算器、58A1~58A3, 58B1~58B3 遅延器、60 加算合計器、66 超音波プローブ、68 超音波振動子、70 送受分離回路、74 送信回路、76 受信回路、78 信号処理回路、80 画像表示器、82 Bモード画像処理回路、84 カラーDプラ画像処理回路、86 パルスDプラ画像処理回路、88 連続波Dプラ画像処理回路。

30

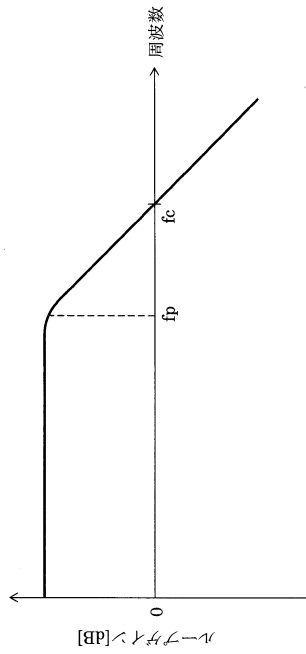
【図1】



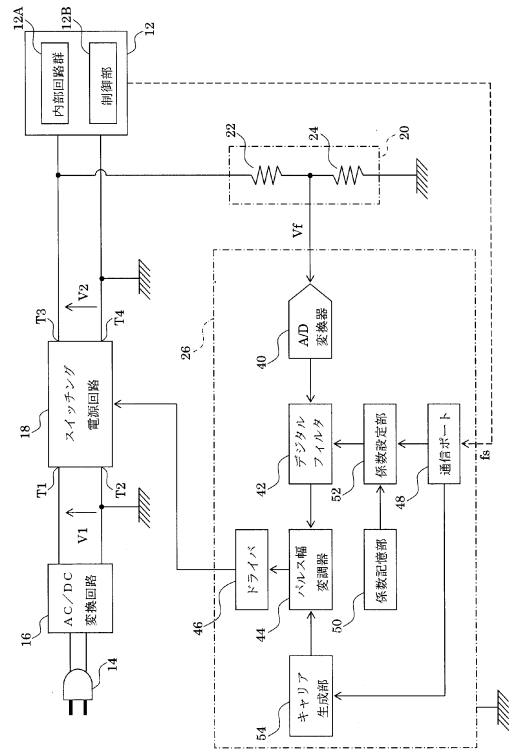
【図2】



【図3】

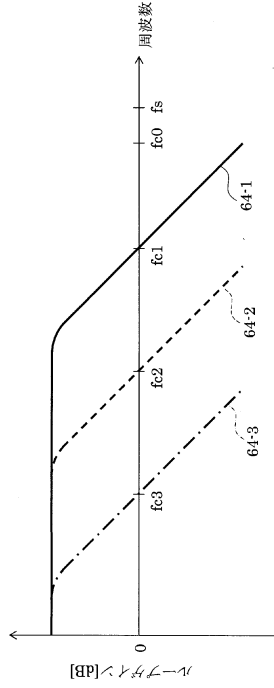


【図4】

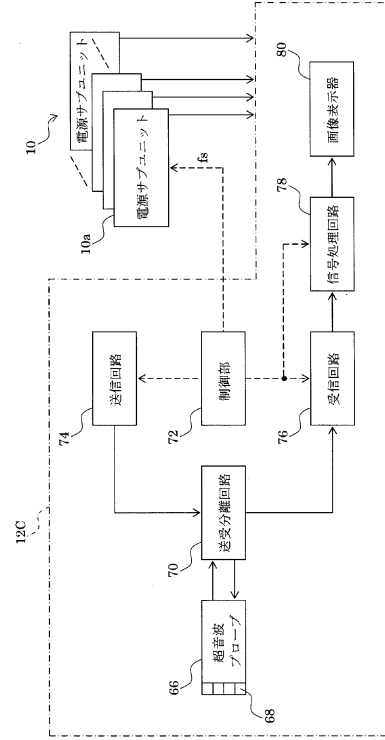




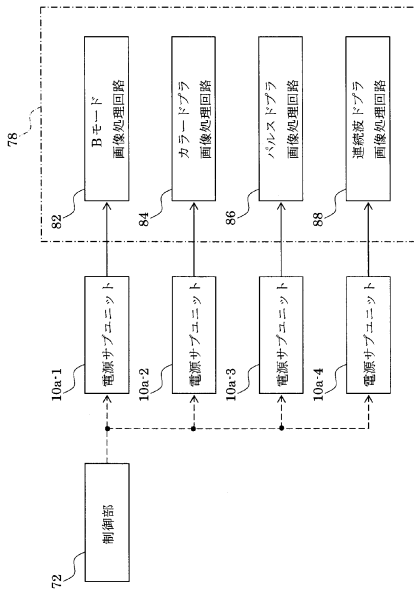
【図9】



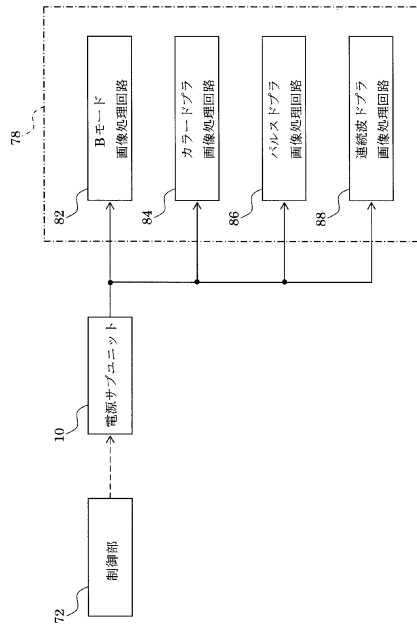
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-110124(JP,A)  
特開2011-217842(JP,A)  
特開平05-130992(JP,A)  
特開平9-9620(JP,A)  
特開2005-020886(JP,A)  
特開昭59-144364(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00 - 8/15  
H02M 5/155

专利名称(译)	用于超声诊断设备和超声诊断设备的电源单元		
公开(公告)号	<a href="#">JP6199676B2</a>	公开(公告)日	2017-09-20
申请号	JP2013197400	申请日	2013-09-24
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	日立アロカメディカル株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	石塚大輔		
发明人	石塚 大輔		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE02 4C601/JB31 4C601/JB32 4C601/LL05 4C601/LL40		
其他公开文献	JP2015062498A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

### 摘要(译)

要解决的问题：即使开关电源电路的开关频率改变，也能够适当地执行超声波诊断装置中的开关电源电路的输出电压的反馈控制。一种开关电源电路18执行在根据超声波诊断装置8的工作条件的规定的开关频率的切换，并且输出电源电压到内部电路组12A。反馈部分26反馈控制开关电源电路18的输出电压。反馈单元26包括作为特性可变电路的数字滤波器。通过设置数字滤波器的特性，反馈回路来循环的环路增益特性的反馈单元26，开关电源电路18和分压器20被设置。在那种情况下，根据开关频率设置反馈回路的环路增益特性中的交叉频率。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特許公報(B2)	(11) 特許番号 特許第6199676号 (P6199676)
(45) 発行日 平成29年9月20日(2017.9.20)		(24) 登録日 平成29年9月1日(2017.9.1)
(51) Int. Cl. A61B 8/00 (2006.01) F1 A61B 8/00		
請求項の数 6 (全 19 頁)		
(21) 出願番号 特願2013-197400(P2013-197400)	(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	
(22) 出願日 平成25年9月24日(2013.9.24)		
(65) 公開番号 特開2015-62498(P2015-62498A)	(74) 代理人 110001210 特許業務法人YK I 国際特許事務所	
(43) 公開日 平成27年4月9日(2015.4.9)	(72) 発明者 石塚 大輔 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 日立アロカメディカル株式会社内	
審査請求日 平成28年8月1日(2016.8.1)	審査官 宮川 啓伸	
最終頁に続く		
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置用電源ユニットおよび超音波診断装置		