

(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2006-121529
(P2006-121529A)

(43) 公開日 平成18年5月11日(2006.5.11)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H03F 3/217 (2006.01)	H03F 3/217	5D020
H03G 5/02 (2006.01)	H03G 5/02 C	5J030
H03G 5/16 (2006.01)	H03G 5/16 A	5J500
H04R 3/04 (2006.01)	H03G 5/16 B	
	H04R 3/04 101	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)		

(21) 出願番号	特願2004-308777 (P2004-308777)	(71) 出願人	000005016 パイオニア株式会社 東京都目黒区目黒1丁目4番1号
(22) 出願日	平成16年10月22日(2004.10.22)	(74) 代理人	100083839 弁理士 石川 泰男
		(72) 発明者	朝長 博 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社所沢工場内
		Fターム(参考)	5D020 CD05 5J030 AA06 AB01 AC01 AC09 AC16 AC17 AC20 AC22 5J500 AA02 AA27 AA41 AA66 AC26 AC61 AF17 AF18 AH10 AH29 AH33 AH38 AK17 AK34 AK42 AK62 AK64 AS05 AT01 AT03 AT06

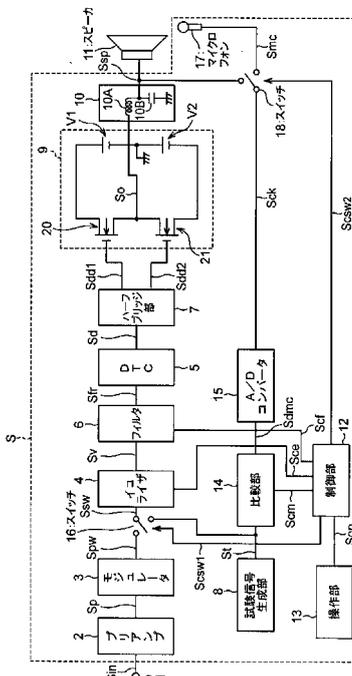
(54) 【発明の名称】 D級増幅装置、増幅制御プログラム及び情報記録媒体

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 L P F に起因する音質低下要因の影響を除去して高音質のD級増幅装置等を提供する。

【解決手段】 増幅部9及びL P F 10を備えるD級アンプSにおいて、音圧特性平坦化用の試験信号S t及び位相特性補償用の試験信号S tを夫々生成する試験信号生成部8と、各試験信号S tに対応する音を集音して得られる集音信号S m cと、そのときのL P F 10の出力段からの出力信号S s tと、のいずれか一方を用いて、D級アンプSとしての音圧特性を補正すると共に位相特性を補償する比較部14及び制御部12と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

音信号を増幅手段により増幅し、高域雑音除去用のローパスフィルタ手段を介してスピーカに出力する D 級増幅装置において、

予め設定された一定振幅の連続波形を有する音圧試験信号を生成して前記増幅手段に出力する音圧試験信号生成手段と、

前記ローパスフィルタ手段のカットオフ周波数に対応して予め設定された周波数を有し且つ一又は複数波長分のみの信号である位相試験信号を生成して前記増幅手段に出力する位相試験信号生成手段と、

前記音圧試験信号及び前記位相試験信号が前記増幅手段及び前記ローパスフィルタ手段を介して夫々前記スピーカに出力されることで当該スピーカから放音された音を集音し、集音信号を生成する集音手段と、

前記音圧試験信号及び前記位相試験信号が前記増幅手段を介して前記ローパスフィルタ手段に出力されることで当該ローパスフィルタ手段から前記スピーカに出力されるフィルタ出力信号と、前記集音信号と、を切り換える切換手段と、

前記切換手段から出力された前記フィルタ出力信号又は前記集音信号のいずれか一方を用いて、前記 D 級増幅装置としての音圧特性を少なくとも補正する補正手段と、

を備えることを特徴とする D 級増幅装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の D 級増幅装置において、

前記補正手段は、

前記音圧試験信号に対応する前記集音信号を用いて前記音圧特性を平坦化する音圧平坦化手段と、

前記位相試験信号に対応する前記集音信号を用いて前記 D 級増幅装置としての位相特性における位相回転を補正する位相補正手段と、

により構成されていることを特徴とする D 級増幅装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の D 級増幅装置において、

前記位相試験信号生成手段は、前記位相回転が発生すると予測される周波数を有する前記位相試験信号である第一位相試験信号と、前記位相回転が発生しないと予測される周波数を有する前記位相試験信号である第二位相試験信号と、を夫々別個に生成して前記増幅手段に出力すると共に、

前記位相補正手段は、前記第一位相試験信号に対応する前記集音信号と前記第二位相試験信号に対応する前記集音信号との位相差を用いて前記位相回転を補正することを特徴とする D 級増幅装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の D 級増幅装置において、

前記スピーカと前記集音手段との間の距離を入力するために用いられる入力手段を更に備え、

前記位相試験信号生成手段は、前記位相回転が発生すると予測される周波数を有する前記位相試験信号を生成して前記増幅手段に出力すると共に、

前記位相補正手段は、当該位相試験信号に対応する前記集音信号の位相と前記距離とに基づいて前記位相回転を補正することを特徴とする D 級増幅装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の D 級増幅装置において、

前記補正手段は、

前記音圧試験信号に対応する前記フィルタ出力信号を用いて前記音圧特性を平坦化する音圧平坦化手段により構成されていることを特徴とする D 級増幅装置。

【請求項 6】

音信号を増幅手段により増幅し、雑音除去用のローパスフィルタ手段を介してスピーカ

に出力する D 級増幅装置に含まれるコンピュータを、

予め設定された一定振幅の連続波形を有する音圧試験信号を生成して前記増幅手段に出力する音圧試験信号生成手段、

前記ローパスフィルタ手段のカットオフ周波数に対応して予め設定された周波数を有し且つ一又は複数波長分のみの信号である位相試験信号を生成して前記増幅手段に出力する位相試験信号生成手段、

前記音圧試験信号及び前記位相試験信号が前記増幅手段及び前記ローパスフィルタ手段を介して夫々前記スピーカに出力されることで当該スピーカから放音された音を集音して得られる集音信号と、前記音圧試験信号及び前記位相試験信号が前記増幅手段を介して前記ローパスフィルタ手段に出力されることで当該ローパスフィルタ手段から前記スピーカに出力されるフィルタ出力信号と、を切り換える切換手段、及び、

前記切換手段から出力された前記フィルタ出力信号又は前記集音信号のいずれか一方を用いて、前記 D 級増幅装置としての位相特性を少なくとも補正する補正手段、

として機能させることを特徴とする増幅制御プログラム。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の増幅制御プログラムが前記コンピュータで読取可能に記録されていることを特徴とする情報記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、D 級増幅装置、増幅制御プログラム及び情報記録媒体の技術分野に属し、より詳細には、デジタル信号又はアナログ信号のいずれかである音信号を、例えば PWM (Pulse Width Modulation) 方式により変調して得られた変調信号を増幅する D 級増幅装置及び当該 D 級増幅装置において動作する増幅制御プログラム並びに当該増幅制御プログラムを記録した情報記録媒体の技術分野に属する。

【背景技術】

【0002】

従来、オーディオ製品用の増幅装置（以下、適宜アンプと称する）としては、当該増幅装置を構成するトランジスタにおけるバイアス電圧の設定方法により、A 級アンプ、B 級アンプ又は C 級アンプ等の種類がある。そして、これら以外に、特にその効率の高さに着目した D 級アンプ（この他に、一般には、「スイッチングアンプ」とか「PWM アンプ」と称される場合もある）と称されるアンプの開発が盛んに行われている。このとき、当該効率としては、例えば、アナログアンプが約 40% であるのに対して、D 級アンプは 90% 程度の効率を有することが知られている。

【0003】

ここで、当該 D 級アンプは、デジタル信号又はアナログ信号のいずれかである音信号に対して PWM 方式により変調処理を施し、当該変調処理により得られる変調信号を矩形波のまま増幅し、その後 LPF (Low Pass Filter) を介してスピーカに出力するアンプである。

【0004】

このとき、当該 LPF は、PWM 方式を用いて変調処理が実行されることに起因して必然的に発生するキャリア周波数成分及びその高調波成分を除去して音質を高めるものとして、D 級増幅装置としては必須の要件とされているものであり、具体的には、コイル及びコンデンサを用いた LC フィルタとして実現されるものである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述したようにキャリア周波数成分等の除去により音質の向上に資する LPF ではあるが、この LPF が存在することに起因して逆に音質を低下させることとなる以下の二つの問題点があり、従来からも指摘されている。

10

20

30

40

50

【0006】

すなわち、第一の問題点として、上述したようにLPFがLCフィルタとして構成されていることに起因して、図1(a)に示すようにそのカットオフ周波数(図1(a)に示す場合は20キロヘルツ)の約十分の一の周波数近辺から、通過する信号におけるその周波数成分の位相が回転し始め、当該カットオフ周波数近辺では約180度まで回転してしまうのである。そして、この位相回転が生じると、例えば同時に演奏されている高音用の楽器の音が低音用の楽器の音よりも遅れて聴取者の位置に到達してしまい、音の定位や臨場感が損なわれることになる。

【0007】

また、第二の問題点としては、同様にLCフィルタとしてLPFが構成されているため、当該LPFの出力端に接続されるスピーカの負荷インピーダンスの変動によりその周波数特性の平坦性が損なわれてしまうのである。すなわち、D級増幅装置の設計時においては接続されるスピーカの負荷インピーダンスをある一定値と想定し、その負荷インピーダンスに最適化してコイルのインダクタンスやコンデンサの容量等を決定する。しかしながら、一般には負荷インピーダンスには複数の種類があり、よって設計時に想定されていた負荷インピーダンス以外の負荷インピーダンスを有するスピーカが接続されると、図1(b)に示すように音圧の周波数特性が平坦にならないのである。より具体的には、図1(b)に示すように想定される負荷インピーダンス(図1(b)の場合は4オーム)よりも高い負荷インピーダンス(図1(b)の場合は8オーム)を有するスピーカが接続された場合はそのカットオフ周波数周辺で周波数特性にピークが生じてしまい、一方想定される負荷インピーダンスよりも低い負荷インピーダンス(図1(b)の場合は2オーム)を有するスピーカが接続された場合は、逆にカットオフ周波数より低い周波数で音圧レベルの減衰が始まってしまうのである。そして、このピーク又はレベル減衰が発生すると、再生されるべき音の倍音が強調されてしまったり或いは欠落してしまうという音質的問題が生じるのである。

【0008】

そこで、本願は上記の各問題点に鑑みて為されたもので、その目的の一例は、D級増幅装置として必須のLPFに起因する音質低下要因の影響を除去して高音質のD級増幅装置及び当該D級増幅装置において動作する増幅制御プログラム並びに当該増幅制御プログラムを記録した情報記録媒体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、音信号を増幅部等の増幅手段により増幅し、高域雑音除去用のLPF等のローパスフィルタ手段を介してスピーカに出力するD級増幅装置において、予め設定された一定振幅の連続波形を有する音圧試験信号を生成して前記増幅手段に出力する試験信号生成部等の音圧試験信号生成手段と、前記ローパスフィルタ手段のカットオフ周波数に対応して予め設定された周波数を有し且つ一又は複数波長分のみの信号である位相試験信号を生成して前記増幅手段に出力する試験信号生成部等の位相試験信号生成手段と、前記音圧試験信号及び前記位相試験信号が前記増幅手段及び前記ローパスフィルタ手段を介して夫々前記スピーカに出力されることで当該スピーカから放音された音を集音し、集音信号を生成するマイクロフォン等の集音手段と、前記音圧試験信号及び前記位相試験信号が前記増幅手段を介して前記ローパスフィルタ手段に出力されることで当該ローパスフィルタ手段から前記スピーカに出力されるフィルタ出力信号と、前記集音信号と、を切り換えるスイッチ等の切換手段と、前記切換手段から出力された前記フィルタ出力信号又は前記集音信号のいずれか一方を用いて、前記D級増幅装置としての音圧特性を少なくとも補正する比較部等の補正手段と、を備える。

【0010】

上記の課題を解決するために、請求項6に記載の発明は、音信号を増幅部等の増幅手段により増幅し、高域雑音除去用のLPF等のローパスフィルタ手段を介してスピーカに出力するD級増幅装置に含まれるコンピュータを、予め設定された一定振幅の連続波形を有

する音圧試験信号を生成して前記増幅手段に出力する音圧試験信号生成手段、前記ローパスフィルタ手段のカットオフ周波数に対応して予め設定された周波数を有し且つ一又は複数波長分のみの信号である位相試験信号を生成して前記増幅手段に出力する位相試験信号生成手段、前記音圧試験信号及び前記位相試験信号が前記増幅手段及び前記ローパスフィルタ手段を介して夫々前記スピーカに出力されることで当該スピーカから放音された音を集音して得られる集音信号と、前記音圧試験信号及び前記位相試験信号が前記増幅手段を介して前記ローパスフィルタ手段に出力されることで当該ローパスフィルタ手段から前記スピーカに出力されるフィルタ出力信号と、を切り換える切換手段、及び、前記切換手段から出力された前記フィルタ出力信号又は前記集音信号のいずれか一方を用いて、前記D級増幅装置としての位相特性を少なくとも補正する補正手段、として機能させる。

10

【0011】

上記の課題を解決するために、請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の増幅制御プログラムが前記コンピュータで読取可能に記録されている。

【発明を実施するための最良の形態】**【0012】**

次に、本願を実施するための最良の形態について、図2及び図3を用いて説明する。

【0013】

なお、以下に説明する各実施形態は、デジタル信号又はアナログ信号のいずれかである音信号をPWM方式により変調した後に増幅するD級アンプ(当該音信号自体の音量及び音色等を調整するプリアンプを含む)に対して本願を適用した場合の実施の形態である。

20

【0014】

また、図2は実施形態に係るD級アンプの概要構成を示すブロック図であり、図3はその動作を示す図である。

【0015】**(i) 実施形態**

図2に示すように、実施形態に係るD級アンプSは、入力端子1に接続されたプリアンプ2と、モジュレータ3と、イコライザ4と、DTC(Dead Time Controller)5と、FIR(Finite Impulse Response)型のフィルタ6と、ハーフブリッジ部7と、音圧試験信号生成手段及び位相試験信号生成手段としての試験信号生成部8と、増幅部9と、コイル10A及びコンデンサ10BからなりLCフィルタとして機能するローパスフィルタ手段としてのLPF10と、制御部12と、入力手段としての操作部13と、補正手段、音圧平坦化手段及び位相補正手段としての比較部14と、A/D(Analog/Digital)コンバータ15と、スイッチ16と、切換手段としてのスイッチ18と、集音手段としてのマイクロフォン17と、により構成されており、当該LPF10からの出力信号S_{sp}がスピーカ11に出力されるように構成されている。

30

【0016】

また、増幅部9は、例えばMOS(Metal Oxide Silicon)型でn型のFET(Field Effect Transistor)20及び21と、直流電源V1及びV2と、により構成されている。

【0017】

このとき、増幅部9においては、FET20のソース端子が直流電源V1の正極に接続されており、直流電源V1の負極が直流電源V2の正極に接続されており、直流電源V2の負極がFET21のドレイン端子に接続されており、更に、FET21のソース端子がFET20のドレイン端子に接続されている。そして、FET20とFET21との間にLPF10への接続点が設けられており、直流電源V1とV2との間は接地されている。

40

【0018】

ここで、上記DTC5は、対応する増幅部9に含まれているFET20が必ずオンからオフに遷移し終わってからFET21をオフからオンに遷移させ、更にFET21が必ずオンからオフに遷移し終わってからFET20をオフからオンに遷移させるものである。このDTC5の機能により、FET20とFET21とが同時にオンとなることによる大電流の発生を防止するのである。

50

【 0 0 1 9 】

また、上記ハーフブリッジ回路 7 は、増幅部 9 に含まれている F E T 2 0 及び 2 1 の双方に n 型の F E T を使用するための切換回路である。

【 0 0 2 0 】

次に、動作を説明する。

【 0 0 2 1 】

(A) 音圧特性平坦化のための補正值及び位相特性補正值の演算動作

初めに、スピーカ 1 1 が接続された状態における D 級アンプ S としての音圧特性を平坦化し更に位相特性を補正するための設定を行う初期設定動作について説明する。なお、当該初期設定動作は、D 級アンプ S を用いて実際に音を再生・出力する前に実行されるものである。 10

【 0 0 2 2 】

当該初期設定動作が実行される場合に、スイッチ 1 6 は制御部 1 2 からの制御信号 S csw1 に基づいて比較部 1 4 及び試験信号生成部 8 側に接続されており、一方、スイッチ 1 8 は、制御部 1 2 からの制御信号 S csw2 に基づいてマイクロフォン 1 7 側に接続されている。

【 0 0 2 3 】

この状態において、D 級アンプ S の音圧特性を平坦化する場合、試験信号生成部 8 は、予め設定された振幅を有する連続正弦波である試験信号 S t を生成し、スイッチ 1 6 を介してスイッチ信号 S sw としてイコライザ 4 へ出力する。 20

【 0 0 2 4 】

ここで、当該試験信号 S t の周波数は、音圧特性を平坦化すべき周波数帯域に含まれる周波数全てについて当該平坦化処理を実行するべく、当該周波数帯域内において継時的に単調増加又は単調減少するように試験信号生成部 8 において制御されている。

【 0 0 2 5 】

そして、初期設定状態とされているイコライザ 4 は、当該スイッチ信号 S sw (すなわち試験信号 S t そのもの) をそのままイコライザ信号 S v としてフィルタ 6 へ出力する。

【 0 0 2 6 】

次に、初期設定状態とされているフィルタ 6 は、当該イコライザ信号 S v (同様に試験信号 S t そのもの) をそのままフィルタ信号 S fr として D T C 5 へ出力する。 30

【 0 0 2 7 】

更に、D T C 5 は、上述した F E T 2 0 及び 2 1 の動作が実現されるようにフィルタ信号 S fr を制御した後、制御フィルタ信号 S d としてハーフブリッジ回路 7 へ出力する。

【 0 0 2 8 】

そして、ハーフブリッジ回路 7 は、出力されてきた制御フィルタ信号 S d に対して予め当該ハーフブリッジ回路 7 として設定されている処理を施し、駆動信号 S dd1 及び S dd2 として F E T 2 0 のゲート端子及び F E T 2 1 のゲート端子に夫々別個に出力する。

【 0 0 2 9 】

これ以後、実際の音の再生時と同様の F E T 2 0 及び 2 1 のオン/オフ動作により、直流電源 V 1 及び V 2 を用いた D 級増幅動作が実行され、その結果としての増幅信号 S o が L P F 1 0 へ出力される。 40

【 0 0 3 0 】

そして、L P F 1 0 において、増幅信号 S o に対する高域遮断処理が施され、スピーカ 1 1 に対する出力信号 S sp として当該スピーカ 1 1 に出力され対応する放音が行われる。

【 0 0 3 1 】

次に、当該放音された音は、マイクロフォン 1 7 において集音され、対応する集音信号 S mc が当該マイクロフォン 1 7 からスイッチ 1 8 へ出力される。そして、スイッチ 1 8 を介してスイッチ信号 S ck (すなわち、集音信号 S mc そのもの) として A / D コンバータ 1 5 へ出力され、アナログ信号からデジタル信号に変換された後、デジタル集音信号 S dmc 50

として比較部 14 に出力される。

【0032】

これらにより、比較部 14 は、上記試験信号 S_t の周波数が必要な周波数帯域内で変化するのに伴って出力されてくるデジタル集音信号 S_{dmc} の音圧を検出し、その周波数に対する変化を制御信号 S_{cm} として制御部 12 へ出力する。

【0033】

そして、制御部 12 は、スピーカ 11 が接続されている状態での当該音圧特性に基づき、実際の音の出力時において当該音圧特性を平坦なものとするために各周波数毎の音圧を制御するイコライザ 4 を制御するための制御信号 S_{ce} の値を設定する。

【0034】

このとき、当該制御部 12 の動作としてより具体的には、例えば、D 級アンプ S がスピーカ 11 の負荷インピーダンスが 4 オームであることを前提として設計されているにも拘らず、負荷インピーダンスが 8 オームであるスピーカ 11 が接続されていることに起因して図 1 (b) に符号「8」として示すような凸部を有する音圧特性がデジタル集音信号 S_{dmc} として得られた場合、制御部 12 は、その凸部を相殺するような音圧制御特性（すなわち、当該凸部が現れる周波数において当該凸部を相殺するだけの凹部を有する音圧制御特性）を発揮するようにイコライザ 4 を制御するための上記制御信号 S_{ce} を設定する。また、同じく、D 級アンプ S がスピーカ 11 の負荷インピーダンスが 4 オームであることを前提として設計されているにも拘らず、負荷インピーダンスが 2 オームであるスピーカ 11 が接続されていることに起因して図 1 (b) に符号「2」として示すような早期に低減してしまふ音圧特性がデジタル集音信号 S_{dmc} として得られた場合、制御部 12 は、高周波数領域の音圧を増大させるような音圧制御特性を発揮するようにイコライザ 4 を制御するための上記制御信号 S_{ce} を設定する。

10

20

【0035】

以上の一連の動作により、スピーカ 11 が実際に接続されたときの D 級アンプ S の音圧特性を平坦化するための試験動作が終了し、その結果得られた制御信号 S_{ce} が制御部 12 内の図示しないメモリ内に格納される。

【0036】

次に、D 級アンプ S の位相特性を補正する場合、試験信号生成部 8 は、予め設定された振幅を有すると共に当該位相特性における位相回転が発生しない周波数として予め設定されている周波数（例えば、LPF 10 のカットオフ周波数が 20 キロヘルツである場合は 100 ヘルツ）を有し且つ一波長分のみの信号である試験信号 S_t （図 3 (a) 符号 S_t 参照）と、同様の振幅を有すると共に当該位相回転が発生する周波数として予め設定されている周波数（例えば、同様にカットオフ周波数が 20 キロヘルツである場合は 10 キロヘルツ）を有し且つ一波長分のみの信号である試験信号 S_t （図 3 (b) 符号 S_t 参照）と、を夫々別個に時間差を設けて生成し、比較部 14 に出力すると共に、スイッチ 16 を介してスイッチ信号 S_{sw} としてイコライザ 4 へ出力する。なお、この場合、試験信号 S_t としては、一波長分のみの信号に限られるものではなく、各試験信号 S_t としての開始タイミングが夫々判別できるのであれば、複数波長分の信号であってもよい。

30

40

【0037】

そして、初期設定状態とされているイコライザ 4 及びフィルタ 6、並びに DTC 5、ハーフブリッジ回路、増幅部 9 及び LPF 10 は、上述した音圧特性を補正する場合と同様に機能し、これにより、スピーカ 11 から出力信号 S_{sp} （二種類の試験信号 S_t が増幅された結果としての出力信号 S_{sp} ）に対応する放音が行われる。

【0038】

次に、当該放音された音は、マイクロフォン 17 において集音され、対応する集音信号 S_{mc} が当該マイクロフォン 17 からスイッチ 18 を介してスイッチ信号 S_{ck} として A/D コンバータ 15 へ出力され、アナログ信号からデジタル信号に変換された後、デジタル集音信号 S_{dmc} として比較部 14 に出力される。

【0039】

50

これらにより、比較部 14 は、二種類の試験信号 S_t の夫々につき、元の試験信号 S_t と、対応するデジタル集音信号 S_{dmc} とを位相比較し、その位相差を抽出する。ここで、当該位相差抽出処理としてより具体的には、図 3 (a) に示すように、先ず位相回転が発生しない周波数を有する試験信号 S_t とこれに対応するデジタル集音信号 S_{dmc} とを位相比較することでスピーカ 11 とマイクロフォン 17 との間の距離に起因する位相遅れ t (図 3 (a) 参照) を検出し、次に、位相回転が発生する周波数を有する試験信号 S_t とこれに対応するデジタル集音信号 S_{dmc} とを位相比較することでスピーカ 11 とマイクロフォン 17 との間の距離に起因する位相遅れ t に対して補正されるべき位相回転に起因する位相遅れ t' (図 3 (b) 参照) が加算された位相遅れ ($t + t'$) を検出する。そして、比較部 14 において夫々の位相遅れの差を演算する (より具体的には、位相遅れ ($t + t'$) から位相遅れ t を減算する) ことにより、補正されるべき位相回転に起因する位相遅れ t' を検出する。そして、当該位相遅れ t' として検出された位相回転を補正するようにフィルタ 6 の特性を制御するための制御信号 S_{cf} の値を設定する。

【 0 0 4 0 】

以上の一連の動作により、スピーカ 11 が接続されたときの D 級アンプ S の位相特性 (位相回転) を補正するための試験動作が終了し、その結果得られた制御信号 S_{cf} が制御部 12 内の図示しないメモリ内に格納される。

【 0 0 4 1 】

(B) 再生時における音圧特性及び位相特性の補正動作

次に上述して求められた制御信号 S_{ce} 及び S_{cf} の値を用いて行われる、音の再生時における各補正動作について説明する。

【 0 0 4 2 】

実際の音の再生時においては、先ず、操作部 13 において D 級アンプ S 全体の動作を設定又は変更するための操作が使用者により実行されると、当該操作に対応する操作信号 S_{op} を生成して制御部 12 に出力する。

【 0 0 4 3 】

これにより、操作部 12 は、スイッチ 16 をモジュレータ 3 側に切り換えるように制御信号 S_{csw1} を制御してスイッチ 16 に出力する。なお、このとき、スイッチ 18 はいずれの端子側に切り換えられていてもよい。

【 0 0 4 4 】

これと並行して、制御部 12 は、上述した音圧特性平坦化動作により取得した音圧特性平坦化用の制御信号 S_{ce} をメモリから読み出してイコライザ 4 に出力し、音圧特性を平坦化させるような周波数特性を有するように当該イコライザ 4 を設定すると共に、上述した位相特性補正動作により取得した位相特性補正用の制御信号 S_{cf} をメモリから読み出してフィルタ 6 に出力し、当該フィルタ 6 を位相特性補正用のフィルタ特性を有するように設定する。

【 0 0 4 5 】

この状態でプリアンプ 2 は、音信号 S_{in} に対して使用者の操作に基づく波形変形や音量調整等の処理を施し、処理信号 S_p としてモジュレータ 13 に出力する。

【 0 0 4 6 】

次に、モジュレータ 13 は、当該処理信号 S_p に対して予め設定されている P W M 方式の変調処理を施して変調信号 S_{pw} を生成し、スイッチ 16 を介してスイッチ信号 S_{sw} としてイコライザ 4 へ出力する。

【 0 0 4 7 】

そして、音圧特性平坦化用に設定されているイコライザ 4 は、当該スイッチ信号 S_{sw} に対して制御信号 S_{ce} により示される音圧特性平坦化処理を施し、イコライザ信号 S_v としてフィルタ 6 へ出力する。

【 0 0 4 8 】

次に、位相特性補正用に設定されているフィルタ 6 は、当該イコライザ信号 S_v に対して位相特性補正用のフィルタ処理を施し、フィルタ信号 S_{fr} として D T C 5 へ出力する。

10

20

30

40

50

【0049】

更に、DTC5は、上述したFET20及び21の動作が実現されるようにフィルタ信号Sfrを制御した後、制御フィルタ信号Sdとしてハーフブリッジ回路7へ出力する。

【0050】

そして、ハーフブリッジ回路7は、出力されてきた制御フィルタ信号Sdに対して予め当該ハーフブリッジ回路7として設定されている処理を施し、駆動信号Sdd1及びSdd2としてFET20のゲート端子及びFET21のゲート端子に夫々別個に出力する。

【0051】

これ以後、実際の音の再生時と同様のFET20及び21のオン/オフ動作により、直流電源V1及びV2を用いたD級増幅動作が実行され、その結果としての増幅信号SoがLPF10へ出力される。

10

【0052】

そして、LPF10において、増幅信号Soに対する高域遮断処理が施され、スピーカ11に対する出力信号Sspとして当該スピーカ11に出力され対応する放音が行われる。

【0053】

以上のようにして、音圧平坦化処理及び位相特性補正処理が施された状態でD級増幅動作を伴う実際の音の再生が実行されることとなる。

【0054】

以上説明したように、第1実施形態に係る音圧特性平坦化処理及び位相特性補正処理によれば、各試験信号Stに対応するデジタル集音信号Sdmcを用いてD級アンプSとしての音圧特性を平坦化するので、スピーカ11の負荷インピーダンスを含めた実際の音環境に応じて音圧特性を平坦化することができ、良好な音質を有するD級アンプSを実現することができる。

20

【0055】

また、試験信号Stに対応するデジタル集音信号Sdmcを用いて位相回転をも補正するので、音圧と位相の両面から音質の改善を図ることができる。

【0056】

更に、位相特性補正処理につき、図3に示す二種類の試験信号St夫々に対応するデジタル集音信号Sdmc同士の位相差を用いて位相回転を補正するので、周波数に依存する位相回転を効率的に補正することができる。

30

【0057】

(11) 変形形態

次に、本願に係る変形形態について説明する。

【0058】

まず、第一の変形形態として、上述した実施形態においては、位相特性補正用の制御信号Scfを求めるに際し、図3(a)及び(b)に夫々示す二種類の試験信号Stを用いる場合について説明したが、これ以外に、図3(b)に示すような位相回転が発生する周波数を有する試験信号Stのみを用いて当該制御信号Scfを算出することもできる。

【0059】

この場合は、スピーカ11からマイクロフォン17までの距離を予め使用者が測定し、その測定値を操作部13を用いて入力することが必要となる。すなわち、この距離の測定値を用いれば図3(b)に示す位相遅れ t を別途算出することができるので、これを、上述したように位相回転が発生する周波数を有する試験信号Stとこれに対応するデジタル集音信号Sdmcとを位相比較して検出された位相遅れ($t + t'$)から減算すれば、補正されるべき位相回転に起因する位相遅れ t' が検出できるのである。そして、当該位相遅れ t' として検出された位相回転を補正するようにフィルタ6の特性を制御するための制御信号Scfの値を設定する。

40

【0060】

以上説明したように、第一の変形形態によれば、位相回転が発生すると予測される周波

50

数を有する試験信号 S_t に対応するデジタル集音信号 S_{dmc} の位相とスピーカ 11 マイクロフォン 17 間の距離とに基づいて位相回転を補正するので、効果的な位相特性の改善を少ない試験信号 S_t を用いて実行することができる。

【0061】

次に、第二の変形形態として、上述した実施形態においては、マイクロフォン 17 から出力されてくる集音信号 S_{mc} を用いて各補正動作を実行する場合について説明したが、このような補正動作は、例えば D 級アンプ S が搭載された製品を購入した使用者が、実際の使用を開始する前にスピーカ 11 を接続した状態で実行する補正動作である。

【0062】

これに対して、例えば D 級アンプ S の製品としての出荷時において、スイッチ 18 を L P F 10 側に接続し、出力信号 S_{sp} をそのまま A / D コンバータ 15 でデジタル化した信号を用いて音圧平坦化処理のための制御信号 S_{ce} の値を求めることもできる。

【0063】

この場合は、スピーカ 11 が販売後に接続されるべき端子には、例えば予め設定された負荷インピーダンス（例えば 8 Ω ）を有するダミーロードを接続することで、擬似的にスピーカ 11 が接続された状態を再現することができる。

【0064】

そして、この状態で上述した音圧特性平坦化処理用の連続正弦波である試験信号 S_t 、すなわち、その周波数が、音圧特性を平坦化すべき周波数帯域内において継時的に単調増加又は単調減少する試験信号 S_t をイコライザ 4 に出力し、それに対応して L P F 10 から出力される出力信号 S_{sp} を用いて、音圧特性平坦化用の制御信号 S_{ce} を生成する。

【0065】

なお、第二の変形形態においては、フィルタ 6 としては、予め設定された任意の位相遅れ時間に対応するフィルタ特性を有するように設定することになる。

【0066】

以上説明したように、第二の変形形態によれば、音圧特性平坦化用の試験信号 S_t に対応して L P F 10 から出力される出力信号 S_{sp} を用いて音圧特性を平坦化するので、スピーカ 11 からの音が集音できない状態（例えば製品出荷時における試験段階）であっても音圧特性の改善により音質を向上させることができる。

【0067】

更に、第三の変形形態として、上述した制御部 12 及び比較部 14 としての補正制御処理に対応するプログラムをフレキシブルディスク又はハードディスク等の情報記録媒体に記録しておき、又はインターネット等を介して取得して記録しておき、これらを汎用のコンピュータで読み出して実行することにより、当該コンピュータを実施形態に係る制御部 12 及び比較部 14 として活用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図 1】従来技術の問題点を示す図であり、(a) は位相特性としての問題点を示す図であり、(b) は音圧特性としての問題点を示す図である。

【図 2】実施形態の D 級アンプの概要構成を示すブロック図である。

【図 3】実施形態の D 級アンプの動作を示す図であり、(a) は位相特性補正動作を説明する図 (I) であり、(b) は位相特性補正動作を説明する図 (II) である。

【符号の説明】

【0069】

- 1 入力端子
- 2 プリアンプ
- 3 モジュレータ
- 4 イコライザ
- 5 D T C
- 6 フィルタ

10

20

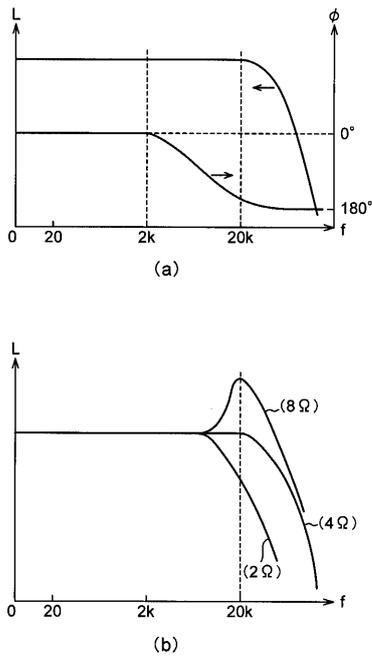
30

40

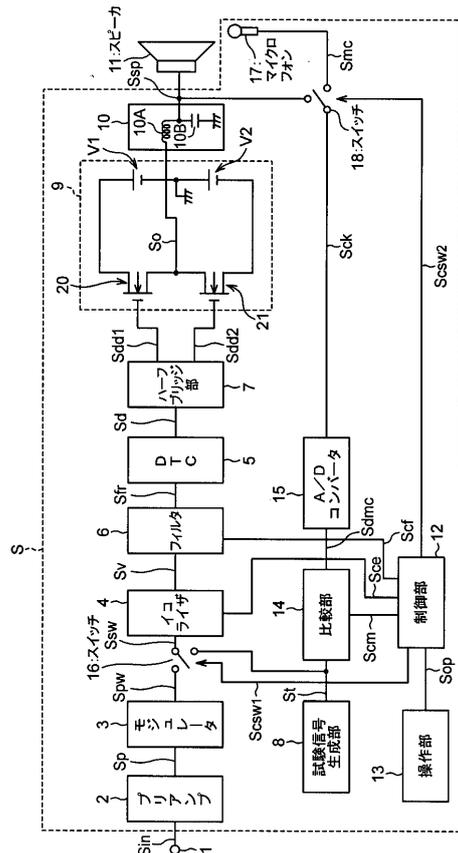
50

- 7 ハーフブリッジ部
- 8 試験信号生成部
- 9 増幅部
- 10 LPF
- 11 スピーカ
- 12 制御部
- 13 操作部
- 14 比較部
- 15 A/Dコンバータ
- 16、18 スイッチ
- 17 マイクロフォン
- 20、21 FET
- V1、V2 直流電源

【図1】



【図2】



【 図 3 】

