

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6538585号
(P6538585)

(45) 発行日 令和1年7月3日(2019.7.3)

(24) 登録日 令和1年6月14日(2019.6.14)

(51) Int.Cl. F I
H04B 1/04 (2006.01) H04B 1/04 R

請求項の数 8 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2016-28124 (P2016-28124)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成28年2月17日(2016.2.17)	(74) 代理人	110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2017-147606 (P2017-147606A)	(72) 発明者	江頭 慶真 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
(43) 公開日	平成29年8月24日(2017.8.24)	(72) 発明者	山口 恵一 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
審査請求日	平成30年2月21日(2018.2.21)	審査官	前田 典之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変調信号生成装置および無線装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力信号を変調して変調信号を生成する変調信号生成装置であって、
 第1制御信号に基づいて第1増幅信号を生成する第1増幅器と、
 前記第1増幅器より増幅率が小さく、第2制御信号に基づいて第2増幅信号を生成する第2増幅器と、
 前記入力信号に含まれる第1成分信号に基づいて前記第1制御信号を生成する第1制御部と、
 前記入力信号と前記第1成分信号との差分である第1差分信号に含まれる高調波成分を除去し、第1フィルタリング信号を生成する第1フィルタと、
 前記第1フィルタリング信号に含まれる第2成分信号に基づいて前記第2制御信号を生成する第2制御部と、
 第p-1増幅器より増幅率が小さく、第p制御信号に基づいて第p増幅信号を生成する第p増幅器(p=3~N、N:3以上の整数)と、
 第p-2成分信号と第p-1成分信号との差分である第p-1差分信号に含まれる高調波成分を除去し、第p成分信号を生成する第p-1フィルタと、
 前記第p成分信号に基づいて前記第p制御信号を生成する第p制御部と、
 前記第1、第2増幅信号および前記第p増幅信号を合成し前記変調信号を生成する合成部と、
 を備える変調信号生成装置。

【請求項 2】

前記第 1 制御部は、
 第 1 周波数範囲の前記第 1 成分信号に基づいて前記第 1 制御信号を生成し、
 前記第 1 フィルタは、
 前記第 1 差分信号を、前記第 1 周波数範囲よりも狭い第 2 周波数範囲に制限して前記第 1 フィルタリング信号を生成する請求項 1 に記載の変調信号生成装置。

【請求項 3】

前記第 1 および第 2 周波数範囲は、それぞれ前記入力信号を送信する場合の送信キャリア周波数を含む範囲である請求項 2 に記載の変調信号生成装置。

【請求項 4】

前記第 1 増幅器は複数あり、
 複数の前記第 1 増幅器は、互いに並列に接続され、それぞれ前記第 1 増幅信号を生成し、
 前記第 1 制御部は、
 所定の時間ごとに異なる優先順位に基づいて複数の前記第 1 増幅器のうち駆動させる前記第 1 増幅器を決定し、決定した前記第 1 増幅器を駆動させる前記第 1 制御信号を生成する第 1 制御信号生成部を備える請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の変調信号生成装置。

【請求項 5】

前記第 2 増幅器は複数あり、
 複数の前記第 2 増幅器は、互いに並列に接続され、それぞれ前記第 2 増幅信号を生成し、
 前記第 2 制御部は、
 所定の時間ごとに異なる優先順位に基づいて複数の前記第 2 増幅器のうち駆動させる前記第 2 増幅器を決定し、決定した前記第 2 増幅器を駆動させる前記第 2 制御信号を生成する第 2 制御信号生成部を備える請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の変調信号生成装置。

【請求項 6】

前記第 p - 1 フィルタは、第 p - 2 フィルタのカットオフ周波数より高いカットオフ周波数を有する請求項 1 に記載の変調信号生成装置。

【請求項 7】

前記第 p 増幅器は複数あり、
 複数の前記第 p 増幅器は、互いに並列に接続され、それぞれ前記第 p 増幅信号を生成し、
 前記第 p 制御部は、
 所定の時間ごとに異なる優先順位に基づいて複数の前記第 p 増幅器のうち駆動させる前記第 p 増幅器を決定し、決定した前記第 p 増幅器を駆動させる前記第 p 制御信号を生成する第 p 制御信号生成部を備える請求項 1 に記載の変調信号生成装置。

【請求項 8】

送信データから送信信号を生成する信号生成部と、
 前記送信信号を変調して第 1 変調信号を生成する変調部と、
 前記第 1 変調信号を変調して第 2 変調信号を生成する変調信号生成装置と、
 前記第 2 変調信号を送信するアンテナ部と、
 を備え、
 前記変調信号生成装置は、
 入力信号を変調して変調信号を生成する変調信号生成装置であって、
 第 1 制御信号に基づいて第 1 増幅信号を生成する第 1 増幅器と、
 前記第 1 増幅器より増幅率が小さく、第 2 制御信号に基づいて第 2 増幅信号を生成する第 2 増幅器と、
 前記入力信号に含まれる第 1 成分信号に基づいて前記第 1 制御信号を生成する第 1 制御部と、
 前記入力信号と前記第 1 成分信号との差分である第 1 差分信号に含まれる高調波成分を

10

20

30

40

50

除去し、第1フィルタリング信号を生成する第1フィルタと、

前記第1フィルタリング信号に含まれる第2成分信号に基づいて前記第2制御信号を生成する第2制御部と、

第 $p - 1$ 増幅器より増幅率が小さく、第 p 制御信号に基づいて第 p 増幅信号を生成する第 p 増幅器 ($p = 3 \sim N$ 、 $N : 3$ 以上の整数)と、

第 $p - 2$ 成分信号と第 $p - 1$ 成分信号との差分である第 $p - 1$ 差分信号に含まれる高調波成分を除去し、第 p 成分信号を生成する第 $p - 1$ フィルタと、

前記第 p 成分信号に基づいて前記第 p 制御信号を生成する第 p 制御部と、

前記第1、第2増幅信号および前記第 p 増幅信号を合成し前記第2変調信号を生成する合成部と、

を備える無線装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、変調信号生成装置および無線装置に関する。

【背景技術】

【0002】

たとえば中波放送のように、キャリア信号にデータ信号を重畳して変調信号を生成し、生成した変調信号を送信する送信機において、増幅率の異なる増幅器を複数用いて変調信号を生成し、生成した変調信号を送信する送信機が知られている。かかる送信機では、等出力電力増幅器およびバイナリ電力増幅器をオンオフ制御することで変調信号を生成する。

【0003】

しかしながら、上述の送信機では、バイナリ電力増幅器で入力信号の細かい情報部分を補正するため、バイナリ電力増幅器のオンオフ動作速度が高速になり、かかる高速動作に起因して変調信号の歪みが増加する可能性がある。そのため、かかる歪みを低減するために、次数の高いバンドパスフィルタを用いる必要があり、回路規模が増加する恐れがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-258768号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、回路規模を低減することができる変調信号生成装置および無線装置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】

【0006】

入力信号を変調して変調信号を生成する変調信号生成装置は、第1増幅器と、第2増幅器と、第1制御部と、第1フィルタと、第2制御部と、第 p 増幅器 ($p = 3 \sim N$ 、 $N : 3$ 以上の整数)と、第 $p - 1$ フィルタと、第 p 制御部と、合成部と、を備える。第1増幅器は、第1制御信号に基づいて第1増幅信号を生成する。第2増幅器は、前記第1増幅器より増幅率が小さく、第2制御信号に基づいて第2増幅信号を生成する。第1制御部は、前記入力信号に含まれる第1成分信号に基づいて前記第1制御信号を生成する。第1フィルタは、前記入力信号と前記第1成分信号との差分である第1差分信号に含まれる高調波成分を除去し、第1フィルタリング信号を生成する。第2制御部は、前記第1フィルタリング信号に含まれる第2成分信号に基づいて前記第2制御信号を生成する。第 p 増幅器は、第 $p - 1$ 増幅器より増幅率が小さく、第 p 制御信号に基づいて第 p 増幅信号を生成する。第 $p - 1$ フィルタは、第 $p - 2$ 成分信号と第 $p - 1$ 成分信号との差分である第 $p - 1$ 差分

10

20

30

40

50

信号に含まれる高調波成分を除去し、第 p 成分信号を生成する。第 p 制御部は、前記第 p 成分信号に基づいて前記第 p 制御信号を生成する。合成部は、前記第 1、第 2 増幅信号および前記第 p 増幅信号を合成し前記変調信号を生成する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1実施形態にかかる変調信号生成装置を示すブロック図。

【図2】第1実施形態にかかる第 i 制御部を示すブロック図。

【図3】第1実施形態にかかる第 i 制御部の各部を説明する図。

【図4】第1実施形態にかかる第 1、第 2 周波数範囲を説明する図。

【図5】第1実施形態にかかる変調信号生成装置の構成例を示す図。

10

【図6】第1実施形態にかかる変調信号生成装置の各部が生成する信号の一例を示す図。

【図7】第1実施形態にかかる第 1 ~ 第 $N - 1$ フィルタを備えていない変調信号生成装置の構成例を示す図。

【図8】第1実施形態にかかる第 1 ~ 第 $N - 1$ フィルタを備えていない変調信号生成装置の各部が生成する信号の一例を示す図。

【図9】第2実施形態にかかる変調信号生成装置の構成を示す図。

【図10】第2実施形態にかかる変調信号生成装置の第1制御部の構成を示す図。

【図11】第2実施形態にかかる変調信号生成装置の各部が生成する信号の一例を示す図。

。

【図12】第3実施形態にかかる無線装置を示す図。

20

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる変調信号生成装置及び無線装置の最良な実施形態を詳細に説明する。

【0009】

(第1実施形態)

図1を用いて、第1実施形態にかかる変調信号生成装置10について説明する。図1は、本実施形態にかかる変調信号生成装置10を示すブロック図である。変調信号生成装置10は、入力信号 S_{in} とキャリア信号 S_{ca} とを重畳して、変調信号である出力信号 S_{out} を生成する。

30

【0010】

< 1 . 変調信号生成装置10の構成 >

変調信号生成装置10は、A/D変換部100と、第 n 制御部20 n (n は1から N までの自然数、 N は2以上の自然数) と、第 m フィルタ30 m (m は1から $N - 1$ までの自然数) と、キャリア信号生成部400と、 K_n 台の第 n 増幅器501__1 ~ 501__ K_n (K_n は自然数) と、合成部600と、バンドパスフィルタ700とを備える。

【0011】

< 1 . 1 . A/D変換部100 >

図1に示すA/D変換部100は、入力信号 S_{in} を所定ビット数の基準信号 S_{100} に変換する。入力信号 S_{in} は、たとえば振幅変調、周波数変調および位相変調の1つあるいは複数を組み合わせた所定の変調が施された、中心周波数 F_c の変調信号である。なお、以下、入力信号 S_{in} が変調信号である場合について説明するが、入力信号 S_{in} はこれに限られない。入力信号 S_{in} は、たとえば音声信号やデータ信号など変調を施されていない信号であってもよい。この場合、変調信号生成装置10が図示しない変調部を有し、かかる変調部によって基準信号 S_{100} に対して所定の変調処理を施すようにしてもよい。

40

【0012】

< 1 . 2 . 第1 ~ 第 N 制御部201 ~ 20 N >

変調信号生成装置10は、第1 ~ 第 N 制御部201 ~ 20 N を有する。第1 ~ 第 N 制御部201 ~ 20 N は、対応する第1 ~ 第 N 増幅器501 ~ 50 N を制御する第1 ~ 第 N 制

50

御信号 $S_{201} \sim S_{20N}$ をそれぞれ生成する。第 1 ~ 第 N 増幅器 $501 \sim 50N$ がそれぞれ複数台ある場合 (第 1 増幅器 $501_1 \sim 501_K1$ 、第 2 増幅器 $502_1 \sim 502_K2$ 、 \dots 、第 N 増幅器 $50N_1 \sim 50N_KN$ 。K1、K2、 \dots 、KN は自然数。)、第 1 ~ 第 N 制御部 $201 \sim 20N$ は、増幅器それぞれに対応する複数の第 1 ~ 第 N 制御信号 $S_{201_1} \sim S_{20N_KN}$ を生成する。また、第 1 ~ 第 N - 1 制御部 $201 \sim 20(N-1)$ は、第 1 ~ 第 N - 1 差分信号 $S_{d1} \sim S_{d(N-1)}$ を生成し、第 1 ~ 第 N - 1 フィルタ $301 \sim 30(N-1)$ にそれぞれ出力する。

【0013】

< 1.2.1. 第 i 制御部 $20i$ >

図 2 および図 3 を用いて第 i 制御部 $20i$ ($i = 2 \sim N - 1$) の詳細について説明する。図 2 は、第 i 制御部 $20i$ を示すブロック図である。図 3 は、第 i 制御部 $20i$ の各部を説明する図である。第 i 制御部 $20i$ は、量子化処理部 $2i1$ と、決定部 $2i2$ と、制御信号生成部 $2i3$ と、差分信号生成部 $2i4$ とを有する。

10

【0014】

< 1.2.1.1. 量子化処理部 $2i1$ >

量子化処理部 $2i1$ は、第 $i - 1$ フィルタリング信号 $S_{f(i-1)}$ に基づいて第 i 成分信号 S_{ci} を生成する。量子化処理部 $2i1$ は、第 $i - 1$ フィルタリング信号 $S_{f(i-1)}$ の値 (図 3 の第 $i - 1$ フィルタリング信号 $S_{f(i-1)}$ の振幅値に相当) をステップ幅 X_i の整数倍値の中でゼロ方向に最も近い値に丸めるゼロ方向丸め処理を行い、第 i 成分信号 S_{ci} を生成する。第 i 成分信号 S_{ci} は、図 3 に示すようにステップ幅が「 X_i 」であるステップ状の信号となる。量子化処理部 $2i1$ は、生成した第 i 成分信号 S_{ci} を決定部 $2i2$ および差分信号生成部 $2i4$ に出力する。

20

【0015】

ここで、ステップ幅 X_i について説明する。ステップ幅 X_i は、第 1 ~ 第 N 増幅器 $501_1 \sim 50N_KN$ の増幅率 $A_1 \sim A_N$ に応じて決定される値である。なお、 A_n は、第 n 増幅器 $50n_1 \sim 50n_Kn$ それぞれの増幅率である (n は 1 ~ N の自然数)。第 $i - 1$ フィルタリング信号 $S_{f(i-1)}$ が $-B$ から $+B$ までの値を取り得るとした場合、すなわち図 3 の第 $i - 1$ フィルタリング信号 $S_{f(i-1)}$ の最大振幅値が B 、最小振幅値が $-B$ である場合、ステップ幅 X_i は、 $X_i = A_i \times B / (A_1 \times K_1 + A_2 \times K_2 + \dots + A_N \times K_N)$ で表現される。

30

【0016】

< 1.2.1.2. 決定部 $2i2$ >

決定部 $2i2$ は、第 i 成分信号 S_{ci} の振幅値に基づいて合成部 600 によって合成する第 i 増幅信号 $S_{50i_1} \sim S_{50i_Ki}$ の数、すなわち駆動する第 i 増幅器 $50i_1 \sim 50i_Ki$ の台数を決定する。図 3 の例では、決定部 $2i2$ は、第 i 成分信号 S_{ci} の値に応じて第 i 増幅器 $50i_1 \sim 50i_Ki$ の駆動台数 M_i を「 $2 \ 1 \ 0 \ 1 \ 2 \ \dots$ 」と変化させる。決定部 $2i2$ は、決定した駆動台数 M_i を制御信号生成部 $2i3$ に出力する。

【0017】

< 1.2.1.3. 制御信号生成部 $2i3$ >

制御信号生成部 $2i3$ は、決定部 $2i2$ が決定した第 i 増幅器 $50i_1 \sim 50i_Ki$ の駆動台数 M_i に応じて駆動する第 i 増幅器 $50i_1 \sim 50i_Ki$ を決定する。たとえば制御信号生成部 $2i3$ は、第 i 増幅器 $50i_1$ から第 i 増幅器 $50i_Ki$ まで順に M_i 台の増幅器を選択する。制御信号生成部 $2i3$ は、選択した増幅器を駆動する第 i 制御信号 $S_{20i_1} \sim S_{20i_Ki}$ を生成する。

40

【0018】

例えば図 3 に示す例では、駆動台数 M_i が「2」の場合、制御信号生成部 $2i3$ は、第 i 増幅器 $50i_1$ 、 $50i_2$ を駆動する増幅器として選択する。制御信号生成部 $2i3$ は、選択した第 i 増幅器 $50i_1$ 、 $50i_2$ をオンする第 i 制御信号 S_{20i_1} 、 S_{20i_2} を生成し、選択しなかった第 i 増幅器 $20i_3$ 、 $20i_4$ をオフする

50

第 i 制御信号 S_{20i_3} 、 S_{20i_4} を生成する。

【0019】

制御信号生成部 $2i3$ は、生成した第 i 制御信号 $S_{20i_1} \sim S_{20i_Ki}$ を対応する第 i 増幅器 $50i_1 \sim 50i_Ki$ に出力する。なお、図3では、第 i 増幅器 $50i$ の台数が「4」、すなわち $Ki = 4$ の場合について示しているが、第 i 増幅器 $50i_1 \sim 50i_Ki$ の台数はこれに限られず、4台より多くても少なくともよい。

【0020】

< 1.2.1.4.差分信号生成部 $2i4$ >

差分信号生成部 $2i4$ は、第 $i-1$ フィルタリング信号 $S_{f(i-1)}$ と第 i 成分信号 S_{ci} との差分である第 i 差分信号 S_{di} を生成する。具体的には、差分信号生成部 $2i4$ は、例えば減算器（図示せず）を有し、第 $i-1$ フィルタリング信号 $S_{f(i-1)}$ から第 i 成分信号 S_{ci} を減算することで、量子化処理部 $2i1$ による丸め処理によって発生した誤差を表す第 i 差分信号 S_{di} を生成する。差分信号生成部 $2i4$ は、生成した第 i 差分信号 S_{di} を第 i フィルタ $30i$ に出力する。

10

【0021】

なお、 $i = 1$ である場合、すなわち第1制御部 201 は、量子化処理部 211 に入力される信号が入力信号 S_{in} を A/D 変換した基準信号 S_{100} である点を除き、図2および図3に示す第 i 制御部 $20i$ の構成および動作と同じであるため説明を省略する。また、 $i = N$ である場合、すなわち第 N 制御部 $20N$ が、差分信号生成部 $2N4$ を備えていない点を除き、図2および図3に示す第 i 制御部 $20i$ の構成および動作と同じであるため説明を省略する。

20

【0022】

なお、ここでは、第 i 制御部 $20i$ が、量子化処理部 $2i1$ と、決定部 $2i2$ と、制御信号生成部 $2i3$ と、差分信号生成部 $2i4$ とを有する場合について説明したが、これに限られない。

【0023】

第 i 制御部 $20i$ が出力する第 i 制御信号 $S_{20i_1} \sim S_{20i_Ki}$ および第 i 差分信号 S_{di} は、第 i 制御部 $20i$ に入力される第 $i-1$ フィルタリング信号 $S_{f(i-1)}$ によって一意に定まる。したがって、たとえば第 i 制御部 $20i$ に入力される第 $i-1$ フィルタリング信号 $S_{f(i-1)}$ の全パターンに対応する出力信号（第 i 制御信号 $S_{20i_1} \sim S_{20i_Ki}$ および第 i 差分信号 S_{di} ）を格納したメモリやエンコーダで第 i 制御部 $20i$ を構成してもよい。

30

【0024】

また、量子化処理部 $2i1$ で用いられるステップ幅が $X_i = 2^L$ (L は任意の自然数) の関係を満たし、第 $i-1$ フィルタリング信号 $S_{f(i-1)}$ と第 i 差分信号 S_{di} が絶対値表記（最上位ビットが符号を表し、それ以下のビットは0からの距離を表すデジタル信号の表現法）で表される場合、量子化処理部 $2i1$ 、決定部 $2i2$ および差分信号生成部 $2i4$ の処理を簡略化することができる。

【0025】

たとえば、第 $i-1$ フィルタリング信号 $S_{f(i-1)}$ を P ビットの絶対値表記で表現した場合、量子化処理部 $2i1$ は、第 $i-1$ フィルタリング信号 $S_{f(i-1)}$ の下位 L ビットを切り捨てる（下位 L ビットをすべて0に上書きする）ことで第 i 成分信号 S_{ci} を生成することができる。また、決定部 $2i2$ は第 i 成分信号 S_{ci} の最上位ビット（符号ビット）を除く上位 $P-L-1$ ビットを抽出することで、駆動させる第 i 増幅器 $50i_1 \sim 50i_Ki$ の駆動台数 M_i を決定できる。また、差分信号生成部 $2i4$ は、第 $i-1$ フィルタリング信号 $S_{f(i-1)}$ の最上位ビットと下位 L ビットを合わせた $L+1$ ビットを抽出することで、第 i 差分信号 S_{di} を生成することができる。

40

【0026】

上述した第1～第 N 制御部 $201 \sim 20N$ では、基準信号 S_{100} または第1～第 $N-1$ フィルタリング信号 $S_{f1} \sim S_{f(N-1)}$ が入力されてから、第1～第 N 制御信号 S

50

201__1 ~ S20N__KNおよび第1 ~ 第N - 1差分信号Sd1 ~ Sd(N - 1)が出力されるまで、所定の処理遅延が発生する。また、第1 ~ 第N - 1フィルタ301 ~ 30(N - 1)にも所定の処理遅延が発生する。

【0027】

ここで、第i制御部20iの処理遅延のサンプル数をLiとし、第iフィルタ30iの処理遅延のサンプル数をLfiとする。このとき、第i制御部20iは、第1 ~ 第N制御信号S201__1 ~ S20N__KNを同期させるために、第i制御信号S20i__1 ~ S20i__Kiを $LSi = L(i + 1) + L(i + 2) \dots + L(N) + Lf(i - 1) + Lfi \dots + Lf(N - 1)$ だけ遅延させて出力することが望ましい。なお、以下では説明を簡単にするために、かかる処理遅延は発生しないものとして説明する。

10

【0028】

< 1.3. 第1 ~ 第N - 1フィルタ301 ~ 30(N - 1) >

図1に示すように、変調信号生成装置10は、第1 ~ 第N - 1フィルタ301 ~ 30(N - 1)を有する。第1 ~ 第N - 1フィルタ301 ~ 30(N - 1)は、第1 ~ 第N - 1差分信号Sd1 ~ Sd(N - 1)に含まれる高調波成分を除去し、第1 ~ 第N - 1フィルタリング信号Sf1 ~ Sf(N - 1)を生成する。

【0029】

ここで、たとえば入力信号Sinや第1成分信号Sc1が第1周波数範囲FW1の信号であるとする、第1 ~ 第N - 1フィルタ301 ~ 30(N - 1)は、第1 ~ 第N - 1差分信号Sd1 ~ Sd(N - 1)を、第1周波数範囲FW1より狭い第2周波数範囲FW2に制限して、第1 ~ 第N - 1フィルタリング信号Sf1 ~ Sf(N - 1)を生成する。図4に示すように、第1周波数範囲FW1は、たとえば合成部600が生成する合成信号S600の周波数範囲を含む範囲である。また、第2周波数範囲FW2は、たとえば入力信号Sinを送信する場合の送信キャリア周波数fcaを含む所定の範囲であり、バンドパスフィルタ700の周波数特性FBのうち通過帯域を含む範囲である。

20

【0030】

このように、第1 ~ 第N - 1フィルタ301 ~ 30(N - 1)は、第2周波数範囲FW2の第1 ~ 第N - 1フィルタリング信号Sf1 ~ Sf(N - 1)を生成する。第2 ~ 第N制御部202 ~ 20Nは、かかる第1 ~ 第N - 1フィルタリング信号Sf1 ~ Sf(N - 1)に含まれる第2 ~ 第N成分信号Sc2 ~ ScNに基づいて、第2 ~ 第N制御信号S202__1 ~ 20N__KNを生成する。そのため、第2 ~ 第N増幅器502__1 ~ 50N__KNは、第2周波数範囲FW2の第2 ~ 第N成分信号Sc2 ~ ScNに基づいて駆動する。これにより、第2 ~ 第N増幅器502__1 ~ 50N__KNは、後段のバンドパスフィルタ700で通過する帯域の信号を増幅することになり、変調信号Soutを高精度に生成することができる。なお、図4は、第1、第2周波数範囲FW1、FW2を説明する図である。

30

【0031】

また、第m + 1フィルタ30(m + 1)は、第mフィルタ30mのカットオフ周波数より高いカットオフ周波数を有することが望ましい。カットオフ周波数が高いほどフィルタの回路規模が小さくなるとともに、フィルタリング信号に高周波の信号が含まれる。第m + 1フィルタ30(m + 1)のカットオフ周波数を、第mフィルタ30mのカットオフ周波数より高くすると、第m + 1フィルタリング信号Sf(m + 1)は、第mフィルタリング信号Sfmより高周波成分を含むことになる。すなわち、第m + 1フィルタリング信号Sf(m + 1)に含まれる第m + 1成分信号Sf(m + 1)は、第mフィルタリング信号Sfmに含まれる第m成分信号Sfmより高周波成分を含むことになる。

40

【0032】

ここで、高周波成分を含む成分信号に基づいて増幅器を駆動させると、増幅器は高速に動作する。増幅器は、増幅率が小さいほど高速に動作することができる。そこで、増幅率が小さい第m + 1増幅器50(m + 1)を増幅率が大きい第m増幅器50mより高速に駆動するように、第m + 1制御信号S20(m + 1)__1 ~ S20(m + 1)__K(m + 1)

50

)を、第 m フィルタリング信号 $S_{f m}$ より高周波成分が含まれる第 $m + 1$ フィルタリング信号 $S_{f (m + 1)}$ に基づいて生成する。これにより、第1～第 $N - 1$ フィルタ301～30($N - 1$)の回路規模を削減することができる。なお、ここでは、第 $m + 1$ 増幅器50($m + 1$)が第 m 増幅器50 m より増幅率が小さい、すなわち第1増幅器501、第2増幅器502、・・・、第 N 増幅器50 N の順に増幅率が小さくなっていくものとする。

【0033】

< 1.4. キャリア信号生成部400 >

キャリア信号生成部400は、キャリア信号 $S_{c a}$ を生成する。キャリア信号 $S_{c a}$ は、入力信号 $S_{i n}$ あるいは基準信号 S_{100} の符号(極性)に応じて値が変化する信号である。キャリア信号 $S_{c a}$ は、第1～第 N 増幅器501__1～50 N __ $K N$ が出力する第1～第 N 増幅信号 S_{501_1} ～ S_{50N_KN} の極性を切り替えるために用いられる。たとえば、キャリア信号生成部400は、基準信号 S_{100} が正の場合に「+1」、負の場合に「-1」のキャリア信号 $S_{c a}$ を生成する。このように、キャリア信号生成部400は、基準信号 S_{100} の極性情報として「+1」、「-1」の2値のキャリア信号 $S_{c a}$ を生成する。キャリア信号生成部400は、生成したキャリア信号 $S_{c a}$ を第1～第 N 増幅器501__1～50 N __ $K N$ に出力する。

10

【0034】

なお、ここでは、キャリア信号 $S_{c a}$ を「+1」、「-1」の2値の信号としたがこれに限られない。第1～第 N 増幅器501__1～50 N __ $K N$ のインターフェースに合わせた適切なフォーマットにしたがってキャリア信号 $S_{c a}$ を生成することができる。また、キャリア信号 $S_{c a}$ は、入力信号 $S_{i n}$ と同様、変調信号生成装置10の外部から入力されてもよく、その場合、キャリア信号生成部400を省略することができる。

20

【0035】

< 1.5. 第1～第 N 増幅器501__1～50 N __ $K N$ >

変調信号生成装置10は、増幅率 A_1 の第1増幅器501__1～501__ K_1 、増幅率 A_2 の第2増幅器502__1～502__ K_2 、・・・、増幅率 A_N の第 N 増幅器50 N __1～50 N __ $K N$ を有する($A_1 > A_2 > \dots > A_N$)。ここでは、第1～第 N 増幅器501__1～50 N __ $K N$ の増幅率 $A_1 \sim A_N$ が、 $A_1 = A$ 、 $A_2 = (1/2)^1 A$ 、 $A_3 = (1/2)^2 A$ 、...、 $A_N = (1/2)^{N-1} A$ を満たすものとする。なお、 A は正の実数値である。

30

【0036】

第1増幅器501__1～501__ K_1 には、対応する第1制御信号 S_{201_1} ～ $S_{201_K_1}$ およびキャリア信号 $S_{c a}$ がそれぞれ入力される。第1増幅器501__1～501__ K_1 は、駆動する旨の第1制御信号 S_{201_1} ～ $S_{201_K_1}$ が入力されると、キャリア信号 $S_{c a}$ の極性に応じて正極性または負極性の第1増幅信号 S_{501_1} ～ $S_{501_K_1}$ を出力する。なお、 $K_1 \geq 2$ 、すなわち第1増幅器501__1～501__ K_1 が複数台ある場合、第1増幅器501__1～501__ K_1 は互いに並列に接続されるものとする。また、第2～第 N 増幅器502__1～50 N __ $K N$ は、第1増幅器501__1～501__ K_1 と同じ構成であるため説明を省略する。

【0037】

< 1.6. 合成部600 >

図1に示す合成部600は、第1～第 N 増幅器501__1～50 N __ $K N$ がそれぞれ出力する第1～第 N 増幅信号 S_{501_1} ～ S_{50N_KN} を合成し、合成信号 S_{600} を生成する。合成部600は、生成した合成信号 S_{600} をバンドパスフィルタ700に出力する。

40

【0038】

なお、例えば合成部600において第1～第 N 増幅信号 S_{501_1} ～ S_{50N_KN} をそれぞれ $A_1 : A_2 : \dots : A_K$ の比率で重み付けして加算することで合成信号 S_{600} を生成するようにしてもよい。この場合、第1～第 N 増幅器501__1～50 N __ $K N$ の増幅率 $A_1 \sim A_N$ を同一($A_1 = A_2 = \dots = A_N$)とすることができる。

50

【 0 0 3 9 】

< 1 . 7 . バンドパスフィルタ 7 0 0 >

バンドパスフィルタ 7 0 0 は、合成部 6 0 0 が生成した合成信号 S 6 0 0 を所定の通過帯域で制限し、不要な歪み成分を除去するアナログフィルタである。バンドパスフィルタ 7 0 0 は、変調信号 S o u t を生成する。

【 0 0 4 0 】

< 2 . 変調信号生成装置 1 0 の動作 >

次に、図 5 および図 6 を用いて本実施形態にかかる変調信号生成装置 1 0 の動作を説明する。図 5 は、変調信号生成装置 1 0 の構成例を示す図である。図 6 は、変調信号生成装置 1 0 の各部が生成する信号の一例を示す図である。ここでは、図 5 に示すように、説明を簡略化するため、 $N = 3$ 、 $K_1 = 4$ 、 $K_2 = K_3 = 1$ 、すなわち第 1 増幅器 5 0 1 __ 1 ~ 5 0 1 __ 4 が 4 台、第 2、第 3 増幅器 5 0 2 __ 1、5 0 3 __ 1 がそれぞれ 1 台であるとす。また第 2 増幅器 5 0 2 __ 1 の増幅率 A_2 が第 1 増幅器 5 0 1 __ 1 ~ 5 0 1 __ 4 の増幅率 A_1 の 2 分の 1、第 3 増幅器 5 0 3 __ 1 の増幅率 A_3 が第 1 増幅器 5 0 1 __ 1 ~ 5 0 1 __ 4 の増幅率 A_1 の 4 分の 1 であるとする ($A_1 = 2 A_2 = 4 A_3$)。

【 0 0 4 1 】

入力信号 S i n は、A / D 変換部 1 0 0 に入力され、基準信号 S 1 0 0 に変換される。ここでは、基準信号 S 1 0 0 は、図 5 に示すように単一周波数で最大振幅値が一定の信号であるものとする。基準信号 S 1 0 0 は、第 1 制御部 2 0 1 に入力される。

【 0 0 4 2 】

第 1 制御部 2 0 1 の量子化処理部 2 1 1 によって基準信号 S 1 0 0 から第 1 成分信号 S c 1 が生成される。なお、ここで生成される第 1 成分信号 S c 1 は、図 3 に示す第 i 成分信号 S c i と同じ波形であるため、図示を省略する。すなわち、第 1 制御部 2 0 1 の各部が生成する信号は、図 3 において $i = 1$ とした場合と同じであるため、第 1 制御部 2 0 1 の各部の動作については、図 3 を用いて説明する。

【 0 0 4 3 】

図 3 に示すように、第 1 制御部 2 0 1 の決定部 2 1 2 は、第 1 成分信号 S c 1 に基づいて駆動する第 1 増幅器 5 0 1 __ 1 ~ 5 0 1 __ 4 の台数を決定する。ここでは、決定部 2 1 2 は、第 1 成分信号 S c 1 の値に応じて第 1 増幅器 5 0 1 __ 1 ~ 5 0 1 __ K_1 の駆動台数 M_1 を「2 1 0 1 2 . . .」と変化させる。

【 0 0 4 4 】

制御信号生成部 2 1 3 は、決定部 2 1 2 が決定した台数の第 1 増幅器が駆動するように第 1 制御信号 S 2 0 1 __ 1 ~ S 2 0 1 __ 4 を生成する。制御信号生成部 2 1 3 は、第 1 増幅器 5 0 1 __ 1 ~ 5 0 1 __ K_1 の駆動台数 M_1 の変化「2 1 0 1 2 . . .」に応じて第 1 制御信号 S 2 0 1 __ 1 ~ S 2 0 1 __ 4 を生成する。たとえば、制御信号生成部 2 1 3 は、駆動台数 M_1 が「1」の場合、「1」の第 1 制御信号 S 2 0 1 __ 1 を生成する。また、制御信号生成部 2 1 3 は、駆動台数 M_1 が「1」の場合に「0」の第 1 制御信号 S 2 0 1 __ 2 ~ S 2 0 1 __ 4 を生成することで、第 1 増幅器 5 0 1 __ 2 ~ 5 0 1 __ 4 が駆動しないように制御する。

【 0 0 4 5 】

第 1 制御信号 S 2 0 1 __ 1 ~ S 2 0 1 __ 4 は、それぞれ対応する第 1 増幅器 5 0 1 __ 1 ~ 5 0 1 __ 4 に入力される。また、第 1 増幅器 5 0 1 __ 1 ~ 5 0 1 __ 4 にはキャリア信号 S c a が入力される。ここでは、キャリア信号 S c a は、図 6 に示すように、入力信号 S i n の極性に応じて「1」と「-1」を繰り返す信号である。

【 0 0 4 6 】

第 1 増幅器 5 0 1 __ 1 ~ 5 0 1 __ 4 は、第 1 制御信号 S 2 0 1 __ 1 ~ S 2 0 1 __ 4 が「1」の場合、キャリア信号 S c a を A_1 倍して第 1 増幅信号 S 5 0 1 __ 1 ~ S 5 0 1 __ 4 を生成する。また、第 1 制御信号 S 2 0 1 __ 1 ~ S 2 0 1 __ 4 が「0」の場合、第 1 増幅器 5 0 1 __ 1 ~ 5 0 1 __ 4 は駆動しない、すなわち「0」の第 1 増幅信号 S 5 0 1 __ 1 ~ S 5 0 1 __ 4 を生成する。ここでは、第 1 増幅器 5 0 1 __ 1 ~ 5 0 1 __ 4 は、図 6 に示す

10

20

30

40

50

ように第1制御信号 $S_{201_1} \sim S_{201_4}$ およびキャリア信号 S_{ca} の極性にあわせて正極性の「 A_1 」、負極性の「 $-A_1$ 」、あるいは「 0 」の第1増幅信号 $S_{501_1} \sim S_{501_4}$ を生成する。

【0047】

また、図5の第1制御部201は、基準信号 S_{100} と第1成分信号 S_{c1} との差分である第1差分信号 S_{d1} を生成する。第1差分信号 S_{d1} は、図6に示すように、高調波成分を含む信号となり急峻な波形変動が生じる。

【0048】

第1差分信号 S_{d1} は、第1フィルタ301によってかかる高調波が除去されることで、波形変動が緩やかな第1フィルタリング信号 S_{f1} に変換され、第2制御部202に入力される。第2制御部202の量子化処理部221によって、第1フィルタリング信号 S_{f1} から第2成分信号 S_{c2} が生成される。ここでは、区間 T_{02} で X_2 、それ以外の区間でゼロとなる第2成分信号 S_{c2} が生成される。

10

【0049】

第2制御部202の決定部222は、第2成分信号 S_{c2} に基づいて駆動する第2増幅器 502_1 の台数を決定する。ここでは、第2増幅器 502_1 は1台であるため、決定部222は、第2増幅器 502_1 を駆動するか否かを決定する。具体的に決定部222は、区間 T_{02} で第2増幅器 502_1 を駆動し、それ以外の区間で駆動しないと決定する。

【0050】

20

第2制御部202の制御信号生成部223は、決定部222が決定した区間 T_{02} で第2増幅器 502_1 が駆動するように第2制御信号 S_{202_1} を生成する。たとえば、制御信号生成部223は、区間 T_{02} で「1」、それ以外の区間で「0」の第2制御信号 S_{202_1} を生成する。

【0051】

第2制御信号 S_{202_1} は、第2増幅器 502_1 に入力される。また、第2増幅器 502_1 にはキャリア信号 S_{ca} が入力される。第2増幅器 502_1 は、第2制御信号 S_{202_1} が「1」の場合、キャリア信号 S_{ca} を $A_2 = A_1 / 2$ 倍して第2増幅信号 S_{502_1} を生成する。また、第2制御信号 S_{202_1} が「0」の場合、第2増幅器 502_1 は駆動しない、すなわち「0」の第2増幅信号 S_{502_1} を生成する。ここでは、第2増幅器 502_1 は、図6に示すように区間 T_{02} でキャリア信号 S_{ca} の極性にあわせて正極性の「 $A_2 = A_1 / 2$ 」あるいは負極性の「 $-A_2 = -A_1 / 2$ 」、それ以外の区間で「0」の第2増幅信号 S_{502_1} を生成する。

30

【0052】

続いて、図5の第2制御部202は、第1フィルタリング信号 S_{f1} と第2成分信号 S_{c2} の差分である第2差分信号 S_{d2} を生成する。第2差分信号 S_{d2} は、図6に示すように、高調波成分を含む信号となり急峻な波形変動が生じる。

【0053】

第2差分信号 S_{d2} は、第2フィルタ302によって高調波が除去されることで、波形変動が緩やかな第2フィルタリング信号 S_{f2} に変換され、第3制御部203に入力される。第3制御部203の量子化処理部231によって、第2フィルタリング信号 S_{f2} から第3成分信号 S_{c3} が生成される。ここでは、区間 T_{03} で X_3 、それ以外の区間でゼロとなる第3成分信号 S_{c3} が生成される。

40

【0054】

第3制御部203の決定部232は、第3成分信号 S_{c3} に基づいて駆動する第3増幅器 503_1 の台数を決定する。ここでは、第3増幅器 503_1 は1台であるため、決定部232は、第3増幅器 503_1 を駆動するか否かを決定する。具体的に決定部232は、区間 T_{03} で第3増幅器 503_1 を駆動し、それ以外の区間で駆動しないと決定する。

【0055】

50

第3制御部203の制御信号生成部233は、決定部232が決定した区間T03で第3増幅器503__1が駆動するように第3制御信号S203__1を生成する。たとえば、制御信号生成部233は、区間T03で「1」、それ以外の区間で「0」の第3制御信号S203__1を生成する。

【0056】

第3制御信号S203__1は、第3増幅器503__1に入力される。また、第3増幅器503__1にはキャリア信号Scaが入力される。第3増幅器503__1は、第3制御信号S203__1が「1」の場合、キャリア信号Scaを $A3 = A1 / 4$ 倍して第3増幅信号S503__1を生成する。また、第3制御信号S203__1が「0」の場合、第3増幅器503__1は駆動しない、すなわち「0」の第3増幅信号S503__1を生成する。こ
 10

【0057】

第1増幅信号S501__1～S501__4、第2増幅信号S502__1および第3増幅信号S503__1は、合成部600で合成され、合成信号S600に変換される。合成信号S600は、バンドパスフィルタ700で所定の帯域に制限され、変調信号Soutに変換される。

【0058】

次に、図7および図8を用いて本実施形態にかかる変調信号生成装置10の動作を、仮
 20

に第1～第N-1フィルタ301～30(N-1)を備えていない変調信号生成装置11の動作と比較して説明する。図7は、第1～第N-1フィルタ301～30(N-1)を備えていない変調信号生成装置11の構成例を示す図である。図8は、第1～第N-1フィルタ301～30(N-1)を備えていない変調信号生成装置11の各部が生成する信号の一例を示す図である。第1～第N-1フィルタ301～30(N-1)および第2、第3制御部202、203を備えていない点を除き、変調信号生成装置11の構成および動作は変調信号生成装置10と同じであるため、同一構成要素および信号には同一符号を付し説明を省略する。

【0059】

また、図7に示す変調信号生成装置11の第1制御部201__1では、ステップ幅が
 30

$Xn = 2^L$ の関係を満たし、第1差分信号Sd1がいわゆる絶対値表記で表されるものとする。

【0060】

ここで、上述したように、第1制御部201__1が生成する第1差分信号Sd1は、図
 8に示すように、高調波成分を含み、急峻な波形変動が生じる信号となる。図7に示す変調信号生成装置11は第1フィルタ301を備えていないため、第1制御部201は、第1差分信号Sd1の最下位ビットから数えてLビット目の1ビット信号を第2制御信号S202__1とする。したがって、第1制御部201__1は、第1差分信号Sd1の急峻な
 40

波形変動に応じて第2制御信号S202__1を生成する。そのため、第2制御信号S202__1は、図8に示すように「0」と「1」とを頻繁に繰り返す信号となる。

【0061】

第2制御信号S202__1は、第2増幅器502__1に入力される。第2増幅器502__1は、第2制御信号S202__1に基づいて第2制御信号S202__1を生成する。第2増幅器502__1は、図8に示すように「 $A2 = A1 / 2$ 」、「 $-A2 = -A1 / 2$ 」および「0」を頻繁に繰り返す第2制御信号S202__1を生成する。

【0062】

続いて、第1制御部201__1は、第1差分信号Sd1の最下位ビットから数えてL-
 1ビット目の1ビット信号を第3制御信号S203__1とする。そのため、第1制御部201__1は、図8に示すように、第1制御部201__1は、「0」と「1」とを頻繁に繰り返す第3制御信号S203__1を生成する。
 50

【 0 0 6 3 】

第3制御信号 S_{203_1} は、第3増幅器 503_1 に入力される。第3増幅器 503_1 は、第3制御信号 S_{203_1} に基づいて第3制御信号 S_{203_1} を生成する。第3増幅器 503_1 は、図8に示すように「 $A_3 = A_1 / 4$ 」、「 $-A_3 = -A_1 / 4$ 」および「0」を頻繁に繰り返す第3制御信号 S_{203_1} を生成する。

【 0 0 6 4 】

合成部600は、第1～第3増幅信号 $S_{501_1} \sim S_{503_1}$ を合成し、合成信号 S_{600} を生成する。また、バンドパスフィルタ701は、合成信号 S_{600} を所定の帯域で制限し変調信号 S_{out} を生成する。

【 0 0 6 5 】

このように、図7に示す変調信号生成装置11では、急峻に波形が変動し高調波成分を含む第1差分信号 S_{d1} のビットを直接制御信号として第2、第3増幅器 502_1 、 503_1 を駆動させるため、図8に示すように第2、第3増幅信号 S_{502_1} 、 S_{503_1} が頻繁に「0」「1」を繰り返すことになる。したがって、第2、第3増幅器 502_1 、 503_1 が高速にオンオフを繰り返すことになり、第2、第3増幅器 502_1 、 503_1 のスイッチング周波数が高くなる。

【 0 0 6 6 】

第2、第3増幅器 502_1 、 503_1 のスイッチング周波数が高くなると、高速なスイッチング動作に起因して第2、第3増幅信号 S_{502_1} 、 S_{503_1} の歪みが大きくなる可能性がある。バンドパスフィルタ700は一般的にアナログ回路で構成される。しかしながら、アナログ回路のバンドパスフィルタ701では周波数領域で急峻な抑圧特性を得ることが難しく、通過帯域近傍（つまり、変調信号 S_{out} の中心周波数 F_c 近傍）の歪みを十分に除去できない可能性がある。あるいは、通過帯域近傍の歪みを抑圧するために、次数の高い高性能なバンドパスフィルタ701を用いる必要があり、装置の回路規模やコストが増加する可能性がある。

【 0 0 6 7 】

一方、本実施形態にかかる変調信号生成装置10では、第1、第2差分信号 S_{d1} 、 S_{d2} の高調波成分を第1、第2フィルタ301、302で除去することによって、波形変動が緩やかな第1、第2フィルタリング信号 S_{f1} 、 S_{f2} を生成する。これにより、図6に示すように、第2、第3増幅信号 S_{502_1} 、 S_{503_1} が図8に示す場合に比べて長い周期で「0」「1」を繰り返すことになる。そのため、第2、第3増幅器 502_1 、 503_1 のスイッチング周波数を低く抑えることができる。

【 0 0 6 8 】

これにより、本実施形態にかかる変調信号生成装置10は、スイッチング動作に起因する第2、第3増幅信号 S_{502_1} 、 S_{503_1} の歪みを低減することができる。また、次数の低いバンドパスフィルタ700を用いることができ、装置の回路規模やコストの増加を抑制することができる。

【 0 0 6 9 】

なお、ここで、第1～第 $N-1$ フィルタ301～30($N-1$)のカットオフ周波数 $F_1 \sim F(N-1)$ とバンドパスフィルタ700のカットオフ周波数 F_b との関係について説明する。

【 0 0 7 0 】

バンドパスフィルタ700のカットオフ周波数を F_b とする。ただし、カットオフ周波数 F_b は、入力信号 S_{in} の中心周波数 F_c より大きい($F_b > F_c$)ものとする。この場合、バンドパスフィルタ700で除去できない不要波、すなわち周波数 F_b 以下の不要波には、振幅分解能が不足することに起因する誤差成分と、スイッチング動作に起因する歪み成分が含まれる。

【 0 0 7 1 】

振幅分解能が不足することに起因する誤差成分は、増幅率の小さい第 k 増幅器 $50k_1 \sim 50k_K$ ($k = 2 \sim N$)を用いることで低減することができる。ただし、第 k 増

10

20

30

40

50

増幅器 $50k_1 \sim 50k_K$ は、第 $k-1$ フィルタ $30(k-1)$ によってカットオフ周波数 F_{k-1} 以上の信号成分が除去された第 $k-1$ フィルタリング信号 $S_f(k-1)$ に基づいて動作する。したがって、増幅率の小さい第 k 増幅器 $50k_1 \sim 50k_K$ ($k=2 \sim N$) を用いることで低減することができる誤差成分はカットオフ周波数 F_k 以下の周波数領域の成分に限られる。そのため、バンドパスフィルタ 700 で振幅分解能が不足することに起因する誤差成分を残留させずに除去するためには、 $F_b \leq F_k$ の関係を満たすことが望ましい。

【0072】

一方、第 $k-1$ フィルタ $30(k-1)$ のカットオフ周波数 $F(k-1)$ が大きくなると、スイッチング動作に起因する歪み成分が増加する可能性がある。そのため、第 k 増幅器 $50k_1 \sim 50k_K$ が許容できる第 $k-1$ フィルタ $30(k-1)$ の最大カットオフ周波数を $M_F(k-1)$ とした場合、 $F(k-1) \leq M_F(k-1)$ の関係を満たすことが望ましい。

10

【0073】

このことから、第 k フィルタ $30k$ のカットオフ周波数 F_k は、 $F_b \leq F_k \leq M_F k$ の関係を満たすことが望ましい。一般的に小出力な増幅器ほどスイッチング動作に起因する歪みが発生しにくいいため、 $M_F k$ は「 k 」に対して単調増加する値となる。この場合、カットオフ周波数 F_k を「 k 」に対して単調増加する値に設定することができる。カットオフ周波数 F_k が大きい程、第 k フィルタ $30k$ のインパルス応答が短時間に集中するため、第 k フィルタ $30k$ の所要タップ数を減らすことができる。つまり、カットオフ周波数 F_k を「 k 」に対して単調増加となる値に設定することで、変調信号生成装置 10 のデジタル演算に要する回路規模を削減できる。

20

【0074】

なお、第 k フィルタ $30k$ は、かならずしも全ての第 k 差分信号 $S_{d k}$ に対して設ける必要はない。たとえば、「 k 」が大きい第 k フィルタ $30k$ を省略しても良い。

【0075】

以上のように、本実施形態にかかる変調信号生成装置 10 によれば、第 $1 \sim$ 第 $N-1$ フィルタ $301 \sim 30(N-1)$ を用いて、第 $1 \sim$ 第 $N-1$ 差分信号 $S_{d 1} \sim S_{d(N-1)}$ の高調波成分を除去することで、第 $2 \sim$ 第 N 増幅器 $502_1 \sim 50N_KN$ のスイッチング周波数を低くすることができる。これにより、スイッチング動作に起因する第 $2 \sim$ 第 N 増幅信号 $S_{502_1} \sim S_{50N_KN}$ の歪みを低減することができる。また、バンドパスフィルタ 700 の次数を低くすることができ、装置の回路規模やコストの増加を抑制することができる。

30

【0076】

(第2実施形態)

図9および図10を用いて、第2実施形態にかかる変調信号生成装置 12 について説明する。なお、本実施形態にかかる変調信号生成装置 12 は、第 n 制御部 $80n$ の制御信号生成部 $8n3$ ($n=1 \sim N$) を除き、図1および2に示す変調信号生成装置 10 の構成および動作と同じであるため、同一符号を付し説明を省略する。なお、図9は、第2実施形態にかかる変調信号生成装置 12 の構成を示す図であり、図10は、変調信号生成装置 12 の第1制御部 801 の構成を示す図である。

40

【0077】

また、以下では、説明を簡略化するために、 $N=3$ 、 $K_1=K_2=K_3=4$ である場合について説明する。すなわち、変調信号生成装置 12 は、図9に示すように、4台の第1増幅器 $501_1 \sim 501_4$ 、4台の第2増幅器 $502_1 \sim 502_4$ および4台の第3増幅器 $503_1 \sim 503_4$ の出力である第1～第3増幅信号 $S_{501_1} \sim S_{503_4}$ を合成することで、入力信号 S_{in} を変調信号 S_{out} に変調する。

【0078】

変調信号生成装置 12 の第1～第3制御部 $801 \sim 803$ がそれぞれ有する制御信号生成部 $813 \sim 833$ は、複数の優先順位 P に基づいて、駆動する第1～第3増幅器 501

50

__1 ~ 503__4 を選択する。この点において、決まった順番で第1 ~ 第3増幅器501__1 ~ 503__4 を選択する、すなわち優先順位Pが1つである変調信号生成装置10の制御信号生成部213 ~ 233とは異なる。以下、第1制御部801の制御信号生成部813について説明し、同様に動作する第2、第3制御部802、803の制御信号生成部823、833の説明は省略する。

【0079】

< 3 . 制御信号生成部813 >

図10に示す第1制御部801の制御信号生成部813は、所定の時間ごとに優先順位Pを変更して駆動する第1増幅器501__1 ~ 501__4 を選択する。これにより、駆動させる第1増幅器501__1 ~ 501__4 が特定の増幅器に集中することを避けることができ、第1増幅器501__1 ~ 501__4 の1台あたりのスイッチング周波数をさらに低減することができる。

10

【0080】

図11を用いて、変調信号生成装置12の制御信号生成部813が、それぞれ順位が異なる複数の優先順位P__j (jは自然数)に基づいて、駆動する第1増幅器501__1 ~ 501__4 を決定する場合について具体的に説明する。図11は、変調信号生成装置12の各部が生成する信号の一例を示す図である。

【0081】

制御信号生成部813は、たとえば図示しない記憶部に複数の優先順位P__jを記憶しているものとする。たとえば優先順位P__jは、第1増幅器501__1 ~ 501__4 に対応する番号を要素とするベクトルで表現される。たとえば、ここでは、j = 1、2、3、4とし、各優先順位P__1 ~ P__4は、それぞれP__1 = {V1、V2、V3、V4}、P__2 = {V2、V3、V4、V1}、P__3 = {V3、V4、V1、V2}、P__4 = {V4、V1、V2、V3}であるとする。なお、V1、V2、V3およびV4はそれぞれ第1増幅器501__1、第1増幅器501__2、第1増幅器501__3および第1増幅器501__4にそれぞれ対応する番号である。

20

【0082】

制御信号生成部813は、たとえば所定周期で優先順位P__jを変更する。図11の例では、制御信号生成部813は、たとえば区間T1で優先順位P__1、区間T2で優先順位P__2、区間T3で優先順位P__3、区間T4で優先順位P__4を選択するものとする。なお、制御信号生成部813は、区間T4の次の区間を区間T1とすることで、周期的に優先順位P__jを変更する。

30

【0083】

具体的に、たとえば区間T3における第1増幅器501__1 ~ 501__4 の選択方法について説明する。区間T3において、決定部212が、第1増幅器501__1 ~ 501__4 の駆動台数を「2」に決定した場合、制御信号生成部813は、駆動する増幅器として、優先順位P__3に従い第1増幅器501__3および第1増幅器501__4を選択する。制御信号生成部813は、第1増幅器501__3および第1増幅器501__4を駆動するとして、たとえば「1」を示す第1制御信号S801__3、S801__4を生成する。また、制御信号生成部813は、第1増幅器501__1および第1増幅器501__2を駆動しないとして、たとえば「0」を示す第1制御信号S801__1、S801__2を生成する。このように、複数の優先順位P__jに基づいて第1増幅器501__1 ~ 501__4 を選択することで、特定の増幅器が集中して駆動することができる。

40

【0084】

一方、仮に優先順位Pを1つ(たとえば優先順位P__1)とした場合、制御信号生成部813は、区間にかかわらず第1増幅器501__1から順に駆動増幅器を選択する。そのため、優先順位Pが1つである場合は、駆動させる増幅器として第1増幅器501__1が選択されやすくなり、第1増幅器501__1のスイッチング周波数が増加してしまう恐れがある。

【0085】

50

しかしながら、本実施形態にかかる制御信号生成部 813 は、合成する第 1 増幅信号 S501__1 ~ S501__4 の数および複数の優先順位 P__j に基づいて複数の第 1 増幅器 501__1 ~ 501__4 のうち駆動させる増幅器を決定する。これにより、駆動させる増幅器がばらつきやすくなり第 1 増幅器 501__1 ~ 501__4 のスイッチング周波数の増加を抑制することができる。

【0086】

なお、複数の優先順位 P は、上述した優先順位 P__j に限られない。また、上述した例では、制御信号生成部 813 が、基準信号 S100 の極性に応じて区間を設定しているが、区間はこれに限られない。

【0087】

たとえば、制御信号生成部 813 が、合成する第 1 増幅信号 S501__1 ~ S501__4 の数、第 1 成分信号 Sc1 の値（振幅値）および第 1 成分信号 Sc1 の値（振幅値）の増減に基づいて、複数の第 1 増幅器 501__1 ~ 501__4 のうち駆動させる第 1 増幅器を決定してもよい。このとき、第 1 成分信号 Sc1 の振幅値の符号（極性）及び微分値の符号（極性）の組に対応する優先順位 P に基づいて駆動させるようにする。

【0088】

具体的には、たとえば複数の優先順位 P1__j のうち微分値の符号が正である組に対応する優先順位 P1__1 は、微分値の符号が負である組に対応する優先順位 P1__2 を反転した順位であるとする。すなわち、 $P1__1 = \{V1, V2, V3, V4\}$ の場合、 $P1__2 = \{V4, V3, V2, V1\}$ となる。

【0089】

なお、複数の優先順位 P1__j は、必ずしも反転している必要はなく、たとえば複数の優先順位 P1__j のうち異なる組に対応する優先順位が、組ごとに異なる順位であってもよい。

【0090】

また、制御信号生成部 813 が、前回の区間において決定された増幅器の数のうち最大の数に応じて今回の区間における優先順位 P__j の開始位置を変更するようにしてもよい。たとえば図 11 の例では、区間 T1 において決定された増幅器の数のうち最大の数は「2」である。そこで、制御信号生成部 813 は、次の区間 T2 における優先順位 P__2 の開始位置を「2」に応じて変更する。具体的には、開始位置に最大数である「2」を加えた順位を開始位置とする。図 11 の例では、 $P__2 = \{V2, V3, V4, V1\}$ であるため、たとえば駆動増幅器の台数を 2 台とすると、制御信号生成部 813 は、優先順位 P__2 の開始位置を 2 番目の V3 とし、V3 および V4 にそれぞれ対応する第 1 増幅器 501__3 および第 1 増幅器 501__4 を駆動増幅器に決定する。

【0091】

このように、変調信号生成装置 12 が、前回の区間における第 1 増幅器 501__1 ~ 501__4 の駆動台数に応じて今回の区間の優先順位 P__j の開始位置を変更することで、たとえば前回の区間で駆動させた増幅器を今回の区間でも引き続き駆動させることができるようになる。これにより、第 1 制御信号 S801__1 ~ S801__4 のパルス幅を長くすることができ、第 1 増幅器 501__1 ~ 501__4 のスイッチングによる第 1 増幅信号 S501__1 ~ S501__4 の歪みをより低減することができる。

【0092】

なお、ここでは、優先順位 P__j の開始位置を変更する場合について説明したが、開始位置を変更する優先順位は上述した優先順位 P1__j であってもよく、また優先順位が 1 つに固定されていてもよい。

【0093】

以上のように、本実施形態にかかる変調信号生成装置 12 では、所定の時間ごとに異なる優先順位に基づいて駆動する第 1 ~ 第 3 増幅器 501__1 ~ 503__4 を選択することで、特定の増幅器が集中して駆動することを避けることができ、第 1 ~ 第 3 増幅器 501__1 ~ 503__4 の 1 台あたりのスイッチング周波数をさらに低減することができる。こ

10

20

30

40

50

れにより、スイッチング動作に起因する第1～第3増幅器501__1～503__4の歪みを低減することができる。

【0094】

(第3実施形態)

図12は、第3実施形態にかかる無線装置1を示す図である。本実施形態にかかる無線装置1は、データ生成部20、変調部30、第1実施形態にかかる変調信号生成装置10及びアンテナ部40を備える。ここでは、無線装置1は、第1実施形態にかかる変調信号生成装置10を備えているが第2実施形態に示す変調信号生成装置12を備えるようにしてもよい。

【0095】

データ生成部20は、図示しない上位層からの指示に従い、無線装置1から送信する送信データを生成する。データ生成部20は生成した送信データを変調部30に出力する。変調部30は送信データを変調して第1変調信号を生成する。図12の変調部30は例えば送信データに振幅変調を施して第1変調信号を生成する。変調部30は第1変調信号を変調信号生成装置10に出力する。

【0096】

変調信号生成装置10は、第1変調信号が入力されると、第1変調信号を入力信号 S_{in} として変調し、変調信号 S_{out} を生成する。変調信号生成装置10が変調信号 S_{out} を生成する方法は第1実施形態と同じであるため説明を省略する。変調信号生成装置10は、生成した変調信号 S_{out} を第2変調信号としてアンテナ部40に出力する。

【0097】

アンテナ部40は、第2変調信号が入力されると、アンテナを介して第2変調信号を送信する。なお、図12では、アンテナ部40はアンテナのみを有する構成を示しているが、アンテナ部40の構成はこれに限られない。例えばアンテナ部40が増幅器やフィルタを有する構成としてもよい。

【0098】

以上のように、本実施形態にかかる無線装置1は、変調信号生成装置10が第1変調信号を変調することで、第1実施形態と同様に変調信号生成装置10の回路規模やサイズを低減ことができ、無線装置1を小型化、低コスト化することができる。

【0099】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施される。ことが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0100】

- 1 無線装置
- 10～12 変調信号生成装置
- 20 データ生成部
- 30 変調部
- 40 アンテナ部
- 100 A/D変換部
- 201～20N、801～803 第1～第N制御部
- 301～30(N-1) 第1～第N-1フィルタ
- 400 キャリア信号生成部
- 501__1～50N__KN 第1～第N増幅器
- 600 合成部
- 700 バンドパスフィルタ

10

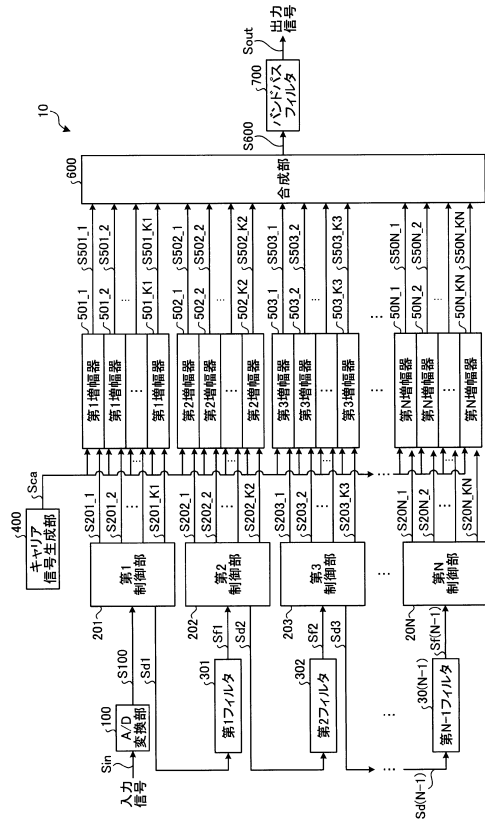
20

30

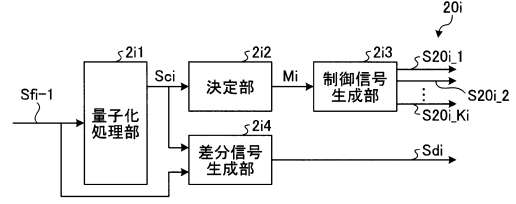
40

50

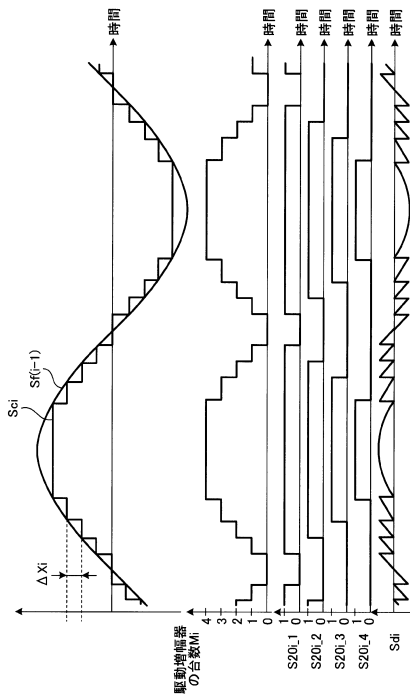
【図1】



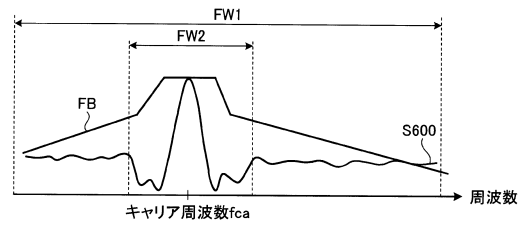
【図2】



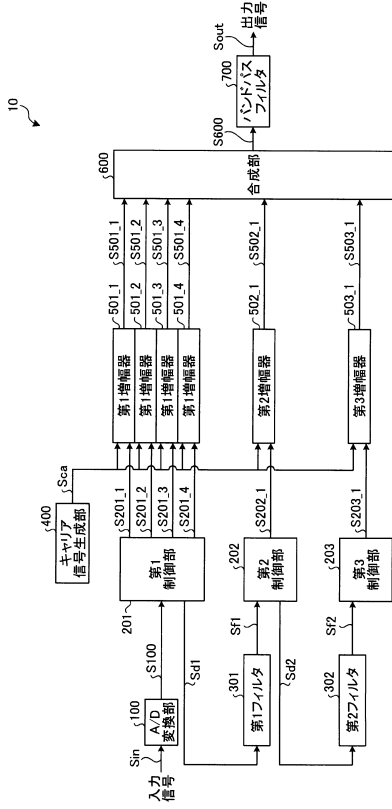
【図3】



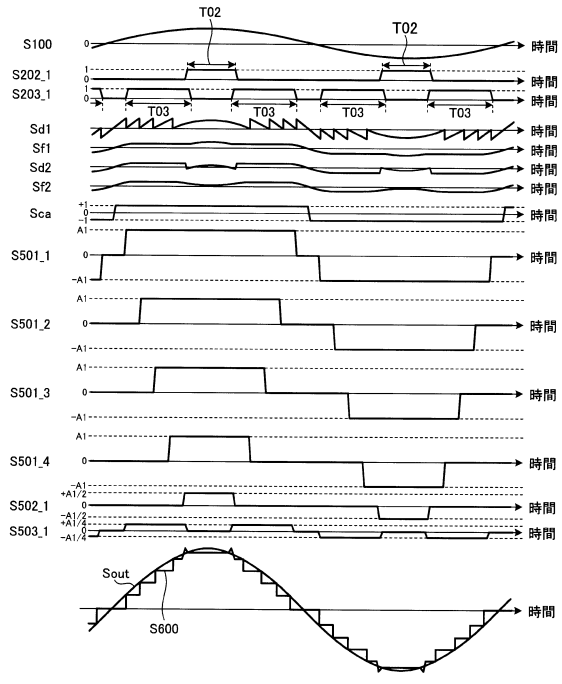
【図4】



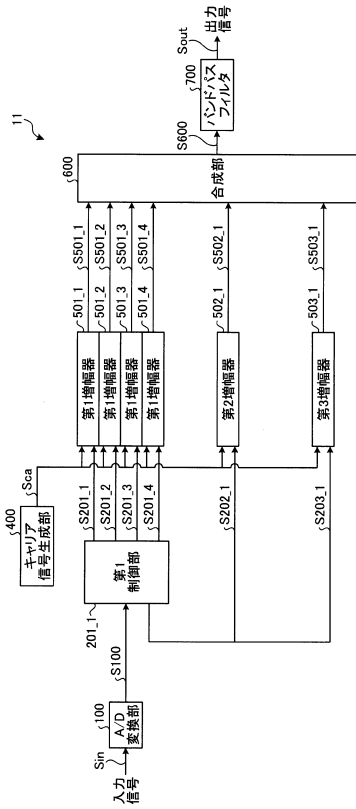
【図5】



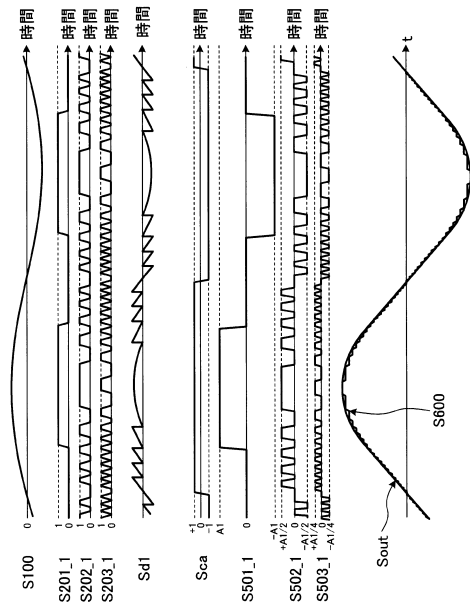
【図6】



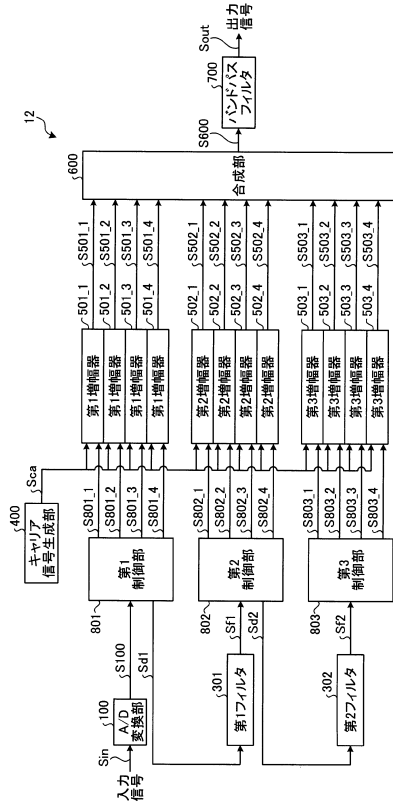
【図7】



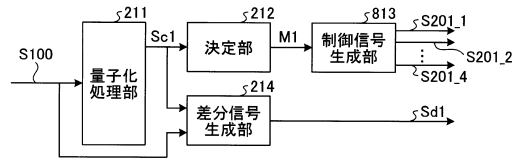
【図8】



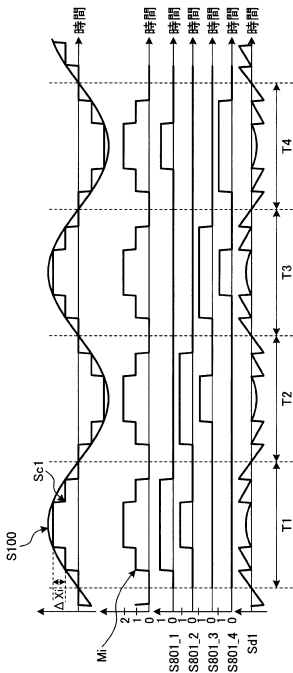
【図9】



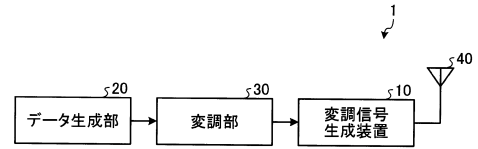
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許第05454013 (US, A)
米国特許第04580111 (US, A)
米国特許第06236284 (US, B1)
特開2003-110634 (JP, A)
特開2002-344243 (JP, A)
特開2004-064116 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 1/04