

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7089183号  
(P7089183)

(45)発行日 令和4年6月22日(2022.6.22)

(24)登録日 令和4年6月14日(2022.6.14)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 4 B	1/16 (2006.01)	H 0 4 B	1/16	R	
H 0 3 G	3/20 (2006.01)	H 0 3 G	3/20	A	
H 0 3 M	1/12 (2006.01)	H 0 3 M	1/12	C	

請求項の数 5 (全11頁)

(21)出願番号	特願2018-225149(P2018-225149)	(73)特許権者	000100746 アイコム株式会社 大阪府大阪市平野区加美鞍作1丁目6番 19号
(22)出願日	平成30年11月30日(2018.11.30)	(74)代理人	100095407 弁理士 木村 満
(65)公開番号	特開2020-88789(P2020-88789A)	(74)代理人	100131152 弁理士 八島 耕司
(43)公開日	令和2年6月4日(2020.6.4)	(74)代理人	100174573 弁理士 大坂 知美
審査請求日	令和3年8月13日(2021.8.13)	(74)代理人	100173462 弁理士 宮本 一浩
		(72)発明者	美麗 忠宗 大阪府大阪市平野区加美鞍作1丁目6番 19号 アイコム株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 信号処理装置および無線機

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

入力されるアナログ信号を、振幅が決められた範囲を超える部分がクリップされたデジタル信号に変換して出力するA - Dコンバータと、  
前記A - Dコンバータが出力したデジタル信号に対し、定められた期間サンプル数ごとにクリップされた切取サンプル数を算出するカウント部、  
前記A - Dコンバータが出力したデジタル信号の周波数変換を行う周波数変換部、  
前記周波数変換部が周波数変換したデジタル信号の不要な信号成分を除去するフィルタ部、  
前記A - Dコンバータのサンプリングレートを前記期間サンプル数で除算した値の整数倍のサンプリングレートに変換するレート変換部、  
前記レート変換部がサンプリングレートを変換したデジタル信号を増幅して出力する増幅部、  
および、  
前記期間サンプル数に対する前記切取サンプル数の割合に基づく増幅率調整係数をあらかじめ設定された前記増幅部の増幅率に乘算して、前記増幅部の増幅率を調整する増幅率調整部、  
を有するコントローラと、  
を備える信号処理装置。

## 【請求項2】

前記増幅率調整部は、

前記期間サンプル数をクリップされなかった正規サンプル数で除算した値を、前記増幅率調整係数とする請求項 1 に記載の信号処理装置。

【請求項 3】

前記増幅率調整部は、  
前記期間サンプル数をクリップされなかった正規サンプル数で除算した値が閾値よりも小さい場合には、前記期間サンプル数を前記正規サンプル数で除算した値を前記増幅率調整係数とし、  
前記期間サンプル数を前記正規サンプル数で除算した値が前記閾値以上である場合には、前記閾値を前記増幅率調整係数とする請求項 1 に記載の信号処理装置。

【請求項 4】

前記増幅率調整部は、  
前記期間サンプル数をクリップされなかった正規サンプル数で除算した値が閾値よりも小さい場合には、前記期間サンプル数を前記正規サンプル数で除算した値を前記増幅率調整係数とし、  
前記期間サンプル数を前記正規サンプル数で除算した値が前記閾値以上である場合には、前記期間サンプル数を前記正規サンプル数で除算した値の増加に伴って前記閾値から緩やかに増加する値を前記増幅率調整係数とする請求項 1 に記載の信号処理装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の信号処理装置と、  
アナログ信号を受信し、前記信号処理装置に入力するアンテナと、  
前記信号処理装置が出力したデジタル信号をアナログ信号に変換する D - A コンバータと、  
前記 D - A コンバータが変換したアナログ信号を増幅する増幅器と、  
前記増幅器が増幅したアナログ信号を出力する出力装置と、  
を備える無線機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、信号処理装置および無線機に関する。

【背景技術】

【0002】

無線機の A - D コンバータに目的波と目的波より強い妨害波が同時に入力され、目的波と妨害波との合成波の振幅が A - D コンバータで決められた範囲を超える場合、振幅が決められた範囲を超える信号はクリップされる。入力信号がクリップされると、目的波のレベルが低下する。AM (amplitude modulation) や SSB (single sideband) などの振幅変調方式の通信では、電波の振幅を変化させることで情報を伝達するので、目的波のレベルが低下することにより通信に影響が出る。このような理由から、クリップされた後の信号の目的波のレベル低下の補償が求められている。

【0003】

特許文献 1 には、A - D コンバータに入力される波形の決められた範囲を超える部分に対して負のオフセット電圧を加算することでクリップされることを抑制するデジタルオーディオ録音再生装置が開示されている。特許文献 2 には、入力された一連の音声信号のクリップされた部分を抽出して平滑化し、生成した平滑化信号の逆位相を音声信号に加算することでクリップされることを抑制するクリップ抑制装置が開示されている。特許文献 3 には、録音された波形のクリップされた部分を補間して修復する波形修正方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開平 7 - 45000 号公報  
特開 2008 - 236268 号公報

10

20

30

40

50

特開 2003 - 099064 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 および特許文献 2 に記載の技術は、クリップされる前の信号を処理することでクリップされることを抑制するものであり、クリップされた後の信号を補償するものではない。特許文献 3 の技術は、クリップされた後の信号を補償するものであるが、クリップされなかった部分からクリップされた部分を予測して復元するので、強い妨害波と合成された目的波のような弱いレベルの周波数成分の信号はほぼ復元されない。したがって、特許文献 3 の技術を無線機に適用したとしても、クリップされた後の信号の目的波のレベル低下は補償されない。

10

【0006】

本発明は上述の事情に鑑みてなされたものであり、A - D コンバータによってクリップされた後の信号に含まれる目的波のレベル低下を補償することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明の第 1 の観点に係る信号処理装置は、  
入力されるアナログ信号を、振幅が決められた範囲を超える部分がクリップされたデジタル信号に変換して出力する A - D コンバータと、

前記 A - D コンバータが出力したデジタル信号に対し、定められた期間サンプル数ごとにクリップされた切取サンプル数を算出するカウント部、

20

前記 A - D コンバータが出力したデジタル信号の周波数変換を行う周波数変換部、

前記周波数変換部が周波数変換したデジタル信号の不要な信号成分を除去するフィルタ部、

前記 A - D コンバータのサンプリングレートを前記期間サンプル数で除算した値の整数倍のサンプリングレートに変換するレート変換部、

前記レート変換部がサンプリングレートを変換したデジタル信号を増幅して出力する増幅部、

および、

前記期間サンプル数に対する前記切取サンプル数の割合に基づく増幅率調整係数をあらかじめ設定された前記増幅部の増幅率に乗算して、前記増幅部の増幅率を調整する増幅率調整部、

30

を有するコントローラと、

を備える。

【0008】

好ましくは、前記増幅率調整部は、

前記期間サンプル数をクリップされなかった正規サンプル数で除算した値を、前記増幅率調整係数とする。

【0009】

好ましくは、前記増幅率調整部は、

前記期間サンプル数をクリップされなかった正規サンプル数で除算した値が閾値よりも小さい場合には、前記期間サンプル数を前記正規サンプル数で除算した値を前記増幅率調整係数とし、

40

前記期間サンプル数を前記正規サンプル数で除算した値が前記閾値以上である場合には、前記閾値を前記増幅率調整係数とする。

【0010】

好ましくは、前記増幅率調整部は、

前記期間サンプル数をクリップされなかった正規サンプル数で除算した値が閾値よりも小さい場合には、前記期間サンプル数を前記正規サンプル数で除算した値を前記増幅率調整係数とし、

前記期間サンプル数を前記正規サンプル数で除算した値が前記閾値以上である場合には、

50

前記期間サンプル数を前記正規サンプル数で除算した値の増加に伴って前記閾値から緩やかに増加する値を前記増幅率調整係数とする。

【 0 0 1 1 】

本発明の第 2 の観点に係る無線機は、  
いずれかの前記信号処理装置と、  
アナログ信号を受信し、前記信号処理装置に入力するアンテナと、  
前記信号処理装置が出力したデジタル信号をアナログ信号に変換する D - A コンバータと、  
前記 D - A コンバータが変換したアナログ信号を増幅する増幅器と、  
前記増幅器が増幅したアナログ信号を出力する出力装置と、  
を備える。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、A - D コンバータによって変換されたデジタル信号のクリップされた切取サンプル数の割合に基づいて、デジタル信号の増幅率を調整することで、クリップされた後の信号に含まれる目的波のレベル低下を補償することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明の実施の形態に係る無線機の構成例を示すブロック図  
【図 2】実施の形態に係る信号処理装置の機能構成例を示すブロック図  
【図 3】目的波の例を示す図  
【図 4】妨害波の例を示す図

20

【図 5】クリップされる前の目的波と妨害波との合成波の例を示す図  
【図 6】クリップされた後の目的波と妨害波との合成波の例を示す図  
【図 7】図 5 に示すクリップされる前の目的波と妨害波との合成波の周波数スペクトルの例を示す図  
【図 8】図 6 に示すクリップされた後の目的波と妨害波との合成波の周波数スペクトルの例を示す図

【図 9】増幅率調整係数テーブルの例を示す図

【図 10】図 5 および図 6 に示すクリップされる前後の目的波と妨害波との合成波の期間サンプル数のデジタル信号を示す図

30

【図 11】増幅率調整係数と、切取サンプル数との関係を示すグラフ

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお図中、同一または同等の部分には同一の符号を付す。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本発明の実施の形態に係る無線機の構成例を示すブロック図である。無線機 100 は、アンテナ 2、アンテナ 2 が受信した信号を処理する信号処理装置 1、信号処理装置 1 が処理した信号を D - A (Digital-to-Analog) 変換する D - A コンバータ 3、D - A コンバータ 3 が D - A 変換した信号を増幅する増幅器 4、増幅器 4 が増幅した信号を出力するスピーカ 5 を備える。スピーカ 5 は、出力装置の一例である。信号処理装置 1 は、アンテナ 2 が受信したアナログ信号を A - D (Analog-to-Digital) 変換する A - D コンバータ 10 と、A - D コンバータ 10 が A - D 変換したデジタル信号を処理するコントローラ 20 を備える。

40

【 0 0 1 6 】

A - D コンバータ 10 は、アンテナ 2 が受信したアナログ信号を A - D 変換する。このとき、アナログ信号の振幅が決められた範囲を超えていると、振幅が決められた範囲を超える部分がクリップされたデジタル信号が A - D コンバータ 10 から出力される。A - D コンバータ 10 は、変換したデジタル信号をコントローラ 20 に出力する。コントローラ 20 は、入力されるデジタル信号に対し、クリップされたことによる目的波のレベル低下を

50

補償する処理を行う。コントローラ 20 は、処理したデジタル信号を D - A コンバータ 3 に出力する。コントローラ 20 は、一部又は全てを DSP (Digital Signal Processor)、一部又は全てを FPGA (Field Programmable Gate Array) で構成することが可能である。または、コントローラ 20 は、CPU を含む SoC (System on Chip) で構成してもよい。図 1 の例では、無線機 100 の受信機能についてのみ示しているが、無線機 100 は送信機能を有してもよい。信号処理装置 1 が行う処理について図 2 を用いて詳しく説明する。

#### 【0017】

図 2 は、実施の形態に係る信号処理装置の機能構成例を示すブロック図である。信号処理装置 1 の A - D コンバータ 10 は、入力されるアナログ信号をデジタル信号に変換してコントローラ 20 に出力する。A - D コンバータ 10 の取り扱うことができる信号の振幅の範囲は決められている。しかし、アンテナ 2 が目的波と共に妨害波を受信することにより、アンテナ 2 が受信したアナログ信号の振幅が決められた範囲を超えることがある。このため、アンテナ 2 から A - D コンバータ 10 に入力されるアナログ信号の振幅が決められた範囲を超えていると、信号はクリップされる。アナログ信号のクリップについて図 3 ~ 図 8 を用いて説明する。

10

#### 【0018】

図 3 は、目的波の例を示す図である。図 4 は、妨害波の例を示す図である。図 3 および図 4 の例では、A - D コンバータ 10 が取り扱うことができる信号の振幅の範囲が、- 1 から 1 までの範囲であるとする。図 3 に示す目的波の振幅は、- 1 から 1 までの範囲内であるが、図 4 に示す妨害波の振幅は、- 1 から 1 までの範囲外である。

20

#### 【0019】

図 5 は、クリップされる前の目的波と妨害波との合成波の例を示す図である。アンテナ 2 が図 3 に示す目的波と共に図 4 に示す妨害波を受信した場合、A - D コンバータ 10 に入力されるアナログ信号は図 5 に示すような合成波になる。A - D コンバータ 10 が取り扱うことができる信号の振幅の範囲が - 1 から 1 までの範囲であるので、A - D コンバータ 10 は、このような合成波のアナログ信号が入力されると、振幅が - 1 から 1 までの範囲を超える部分がクリップされた波形がデジタル信号として出力される。

#### 【0020】

図 6 は、クリップされた後の目的波と妨害波との合成波の例を示す図である。図 6 に示すように、A - D コンバータ 10 は、図 5 に示す目的波と妨害波との合成波のアナログ信号の振幅の - 1 以下の部分及び 1 以上の部分がクリップされている信号を出力する。クリップされることで、目的波と妨害波との合成波の周波数スペクトルがどのように変化するかについて図 7 および図 8 を用いて説明する。

30

#### 【0021】

図 7 は、図 5 に示すクリップされる前の目的波と妨害波との合成波の周波数スペクトルの例を示す図である。図 7 の右図は、左図の一点鎖線の範囲を拡大した図である。図 8 は、図 6 に示すクリップされた後の目的波と妨害波との合成波の周波数スペクトルの例を示す図である。図 8 の右図は、左図の一点鎖線の範囲を拡大した図である。図 7 に示すように、クリップされる前の目的波と妨害波との合成波を周波数スペクトルに変換すると、目的波のピークと、妨害波のピークとが存在する。図 8 に示すように、クリップされた後の目的波と妨害波との合成波を周波数スペクトルに変換すると、多数のスペクトルが発生し、かつ、目的波のレベルが低下しているのが分かる。コントローラ 20 は、A - D コンバータ 10 から入力されるデジタル信号に対し、目的波のレベル低下を補償するための処理を行う。

40

#### 【0022】

図 2 に戻り、信号処理装置 1 のコントローラ 20 は、機能構成として、周波数変換部 21、LPF 部 22、レート変換部 23、増幅部 24、カウント部 25、および、増幅率調整部 26 を備える。周波数変換部 21 は、A - D コンバータ 10 から入力されるデジタル信号に対し、目的波が 0 Hz 付近になるように周波数変換する。例えば、目的波が 10 kHz

50

zであるならば、周波数変換部21は、A-Dコンバータ10から入力されるデジタル信号に10kHzの正弦波信号を乗算する。これにより、目的波の周波数は0Hz付近になり、0Hz付近の不要な信号の周波数は10kHz付近に上がる。LPF部22は、周波数変換部21が周波数変換したデジタル信号の不要な高周波成分を除去する。これにより、周波数変換された不要な成分と共にクリップによって発生した周波数成分が除去される。LPF部22は、フィルタ部の一例である。フィルタ部は、ローパスフィルタに限らず、不要な信号成分を除去できるフィルタであればよい。レート変換部23は、LPF部22で不要な高周波成分を除去したデジタル信号のN個のサンプルごとに値を出力し、A-Dコンバータ10のサンプリングレートを1/N倍に変換する。増幅部24は、レート変換部23がサンプリングレートを1/N倍に変換したデジタル信号を増幅して、D-Aコンバータ3に出力する。

10

#### 【0023】

カウント部25は、A-Dコンバータ10から入力されるデジタル信号に対し、定められた期間サンプル数Pごとに、クリップされた切取サンプル数Cを算出する。具体的には、カウント部25は、A-Dコンバータ10の上限値および下限値を記憶しており、上限値に達した回数および下限値に達した回数をカウントし、クリップされた切取サンプル数Cとして算出する。増幅率調整部26は、切取サンプル数Cに対応する増幅率調整係数を示す、増幅率調整係数テーブルを有している。

#### 【0024】

図9は、増幅率調整係数テーブルの例を示す図である。図9の例では、期間サンプル数=50である。図9に示すように、増幅率調整係数は、期間サンプル数Pをクリップされなかった正規サンプル数Rで除算した値である。正規サンプル数Rは、期間サンプル数Pからクリップされた切取サンプル数Cを減算した値である。増幅率調整部26は、カウント部25が切取サンプル数Cを算出する度に、増幅率調整係数テーブルを参照し、あらかじめ設定された増幅部24の増幅率に増幅率調整係数を乗算して、増幅部24の増幅率を調整する。つまり、増幅部24は、 $\times$ 増幅率調整係数の増幅率でデジタル信号を増幅する。アナログ信号が全くクリップされなかった場合は増幅率調整係数=1となるので、増幅部24は、あらかじめ設定された増幅率でデジタル信号を増幅する。なお、増幅率調整部26は、カウント部25が切取サンプル数Cを算出する度に、期間サンプル数Pを正規サンプル数Rで除算する演算によって増幅率調整係数を算出してもよい。コントローラ20が行う処理について図10を用いて詳しく説明する。

20

30

#### 【0025】

図10は、図5および図6に示すクリップされる前後の目的波と妨害波との合成波の期間サンプル数のデジタル信号を示す図である。図10では、クリップされる前の目的波と妨害波との合成波のデジタル信号を+、クリップされた後の目的波と妨害波との合成波のデジタル信号を $\times$ で記載している。便宜上、クリップされる前のデジタル信号を併せて記載しているが、実際にカウント部25に入力されるデジタル信号は、クリップされた後のデジタル信号である。図10に示すように、期間サンプル数Pは50個、切取サンプル数Cは33個である。この場合、図9の増幅率調整係数テーブルを参照すると、増幅率調整係数は、 $50/17$ である。増幅率調整部26は、あらかじめ設定された増幅部24の増幅率に $50/17$ を乗算して、増幅部24の増幅率を調整する。 $\times 50/17$ をdB(デジベル)に変換すると、 $20 \log_{10}(50/17) = 9.7 \text{ dB}$ となる。これは、図7および図8で示した目的波のレベル低下分とほぼ同じである。このようにして、コントローラ20は、目的波のレベル低下を補償する。

40

#### 【0026】

増幅部24は、増幅率調整部26が調整した $\times 50/17$ の増幅率でデジタル信号を増幅して、D-Aコンバータ3に出力する。期間サンプル数Pは、Nの整数倍であることとする。例えば、期間サンプル数PがNの2倍であったとすると、レート変換部23がサンプリングレートを1/N倍に変換する処理を2回行うごとに、増幅率調整部26は、増幅部24の増幅率を調整する。期間サンプル数PがNの1倍、つまり、レート変換部23が

50

サンプリングレートを  $1/P$  倍に変換すると、処理が簡単になり、かつ、目的波のレベル低下を補償する精度が上がる。

【0027】

図11は、期間サンプル数を正規サンプル数で除算した値と、切取サンプル数との関係を示すグラフである。図11に示すように、切取サンプル数  $C$  が多くなると、期間サンプル数  $P$  を正規サンプル数  $R$  で除算した値  $k$  は急激に大きくなる。そこで、値  $k$  が閾値よりも小さい場合には、値  $k$  を増幅率調整係数とし、値  $k$  が閾値以上である場合には、閾値を増幅率調整係数としてもよい。この場合、例えば、図9の増幅率調整係数テーブルの、期間サンプル数  $P$  を正規サンプル数  $R$  で除算した値が閾値以上になる切取サンプル数  $C$  に対応する増幅率調整係数には、閾値を記録しておく。あるいは、値  $k$  が閾値以上である場合には、値  $k$  の増加に伴って閾値から緩やかに増加する値を、増幅率調整係数としてもよい。この場合、例えば、図9の増幅率調整係数テーブルの、期間サンプル数  $P$  を正規サンプル数  $R$  で除算した値が閾値以上になる切取サンプル数  $C$  に対応する増幅率調整係数には、閾値から緩やかに増加する値を記録しておく。

10

【0028】

以上説明したとおり、本実施の形態に係る信号処理装置1よれば、A-Dコンバータ10によってクリップされた信号の切取サンプル数  $C$  の割合に基づいて、増幅部24の増幅率を調整することで、クリップされた後の信号に含まれる目的波のレベル低下を補償することができる。

【0029】

20

本発明の実施の形態は上述の実施の形態に限られない。信号処理装置1は、無線機に限らず、入力されたアナログ信号を、振幅が決められた範囲を超える部分がクリップされたデジタル信号に変換し、変換したデジタル信号に対して、周波数変換とサンプリングレート変換とを行い、増幅する装置に適用することが可能である。

【符号の説明】

【0030】

- 1 信号処理装置
- 2 アンテナ
- 3 D-Aコンバータ
- 4 増幅器
- 5 スピーカ
- 10 A-Dコンバータ
- 20 コントローラ
- 21 周波数変換部
- 22 LPF部
- 23 レート変換部
- 24 増幅部
- 25 カウント部
- 26 増幅率調整部
- 100 無線機

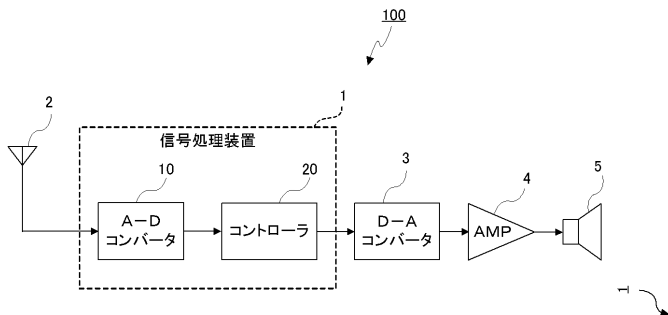
30

40

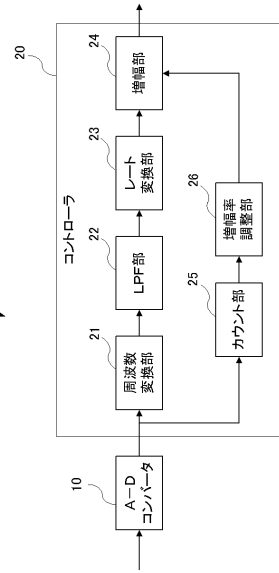
50

【図面】

【図1】



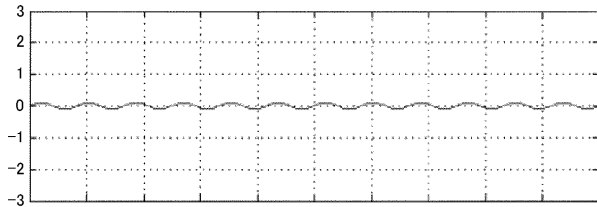
【図2】



10

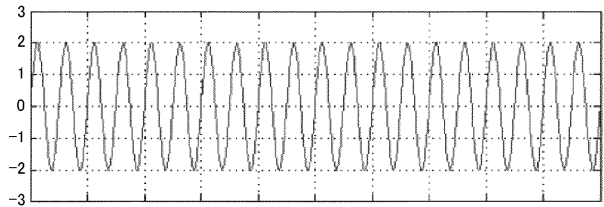
【図3】

目的波



【図4】

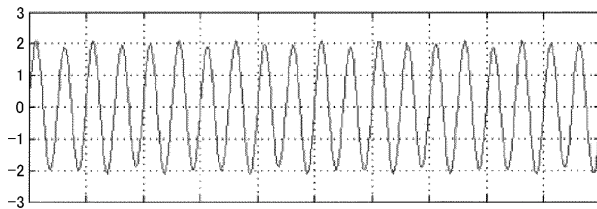
妨害波



20

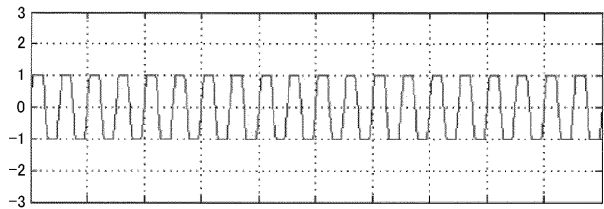
【図5】

クリップされる前の合成波(目的波+妨害波)



【図6】

クリップされた後の合成波(目的波+妨害波)



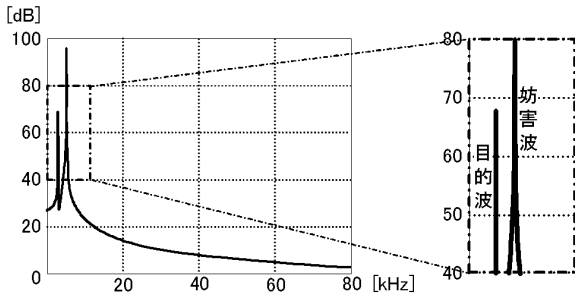
30

40

50

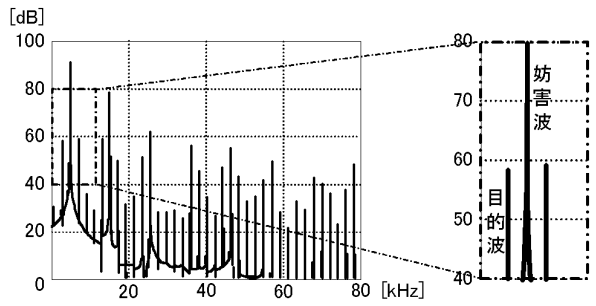
【 図 7 】

クリップされる前の目的波および妨害波の合成波の周波数スペクトル



【 図 8 】

クリップされた後の目的波および妨害波の合成波の周波数スペクトル



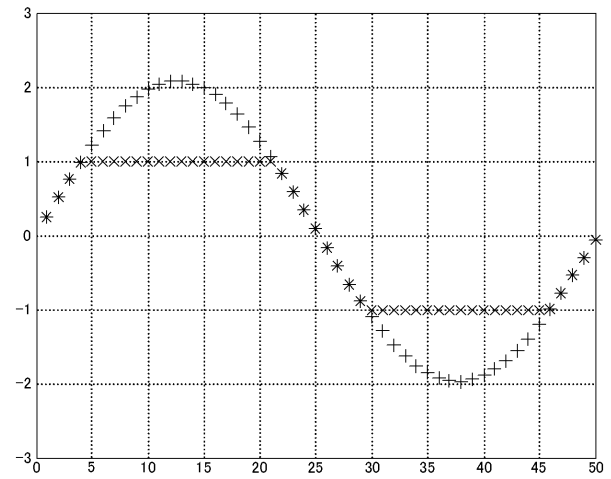
10

【 図 9 】

期間サンプル数P=50

切取サンプル数C	増幅率調整係数
0	50/50
1	50/49
2	50/48
⋮	⋮
32	50/18
33	50/17
34	50/16
⋮	⋮

【 図 10 】



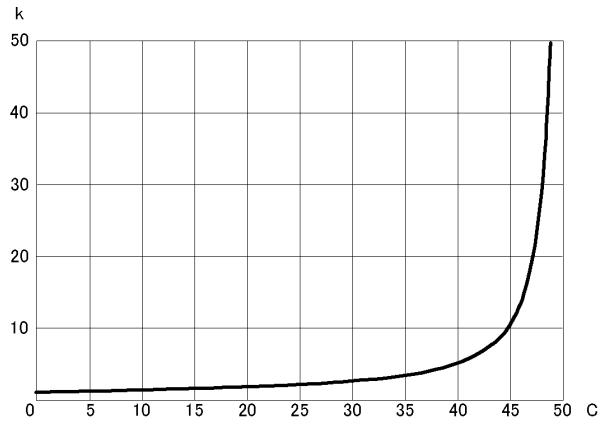
20

30

40

50

【 1 1】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

審査官 対馬 英明

- (56)参考文献 特開2007-142832(JP,A)  
特開2008-227735(JP,A)  
特開2012-165376(JP,A)  
特表2004-523147(JP,A)  
特開2004-134917(JP,A)  
国際公開第2018/092581(WO,A1)  
特開平09-162739(JP,A)  
特開2013-157824(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- |      |             |
|------|-------------|
| H04B | 1/06        |
| H04B | 1/16        |
| H03M | 1/00 - 1/88 |
| H03G | 1/00 - 3/34 |