

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7222745号  
(P7222745)

(45)発行日 令和5年2月15日(2023.2.15)

(24)登録日 令和5年2月7日(2023.2.7)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 4 N 23/745 (2023.01) H 0 4 N 23/745

請求項の数 16 (全25頁)

(21)出願番号	特願2019-21833(P2019-21833)	(73)特許権者	000116024 ローム株式会社 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地
(22)出願日	平成31年2月8日(2019.2.8)	(74)代理人	110001933 弁理士法人 佐野特許事務所
(65)公開番号	特開2020-129756(P2020-129756 A)	(72)発明者	相良 武志 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ロー ム株式会社内
(43)公開日	令和2年8月27日(2020.8.27)	審査官	徳 田 賢二
審査請求日	令和4年1月14日(2022.1.14)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フリッカ検出装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フリッカ成分を含む入力光に応じた光検出信号を生成するフリッカセンサ、及び、前記フリッカセンサの近傍で周期的に点灯/消灯を繰り返すノイズ光源と共に、電子機器に搭載され、入力信号として前記光検出信号の入力を受け付けることにより前記フリッカ成分を検出するフリッカ検出装置であって、

前記フリッカ成分を含む前記入力信号に応じて閾値信号を生成する閾値信号生成部と；

前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号をクリップして出力し、前記入力信号が前記閾値信号よりも小さければ前記入力信号をクリップせずに出力することで、クリップ出力信号を生成するクリップ処理部と；

前記クリップ出力信号またはこれに応じた信号の周波数スペクトルを導出する周波数スペクトル導出部と；

を有することを特徴とするフリッカ検出装置。

【請求項 2】

フリッカ成分を含む入力光に応じた光検出信号を生成するフリッカセンサ、及び、前記フリッカセンサの近傍で周期的に点灯/消灯を繰り返すノイズ光源と共に、電子機器に搭載され、入力信号として前記光検出信号の入力を受け付けることにより前記フリッカ成分を検出するフリッカ検出装置であって、

前記フリッカ成分を含む前記入力信号に応じて閾値信号を生成する閾値信号生成部と；

前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号をクリップして出力し、前

記入力信号が前記閾値信号よりも小さければ前記入力信号をクリップせずに出力することで、クリップ出力信号を生成するクリップ処理部と；

前記クリップ出力信号またはこれに応じた信号の周波数スペクトルを導出する周波数スペクトル導出部と；

を有し、

前記閾値信号生成部は、

前記入力信号のピーク値を検出してピーク値保持期間だけ保持することによりピーク値検出信号を生成するピーク値検出部と、

前記ピーク値検出信号の最小値を検出して最小値保持期間だけ保持することにより最小値保持信号を生成する最小値保持部と、

前記最小値保持信号に係数を乗じて前記閾値信号を生成するクリップレベル設定部と、を含むことを特徴とする、フリッカ検出装置。

【請求項 3】

前記ピーク値保持期間は、前記フリッカ成分の 1 / 2 周期以上であって、かつ、前記入力信号に重畳するノイズ成分のオフ期間よりも短いことを特徴とする請求項 2 に記載のフリッカ検出装置。

【請求項 4】

前記最小値保持期間は、前記入力信号に重畳するノイズ成分の 1 周期よりも長いことを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載のフリッカ検出装置。

【請求項 5】

フリッカ成分を含む入力光に応じた光検出信号を生成するフリッカセンサ、及び、前記フリッカセンサの近傍で周期的に点灯 / 消灯を繰り返すノイズ光源と共に、電子機器に搭載され、入力信号として前記光検出信号の入力を受け付けることにより前記フリッカ成分を検出するフリッカ検出装置であって、

前記フリッカ成分を含む前記入力信号に応じて閾値信号を生成する閾値信号生成部と；

前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号をクリップして出力し、前記入力信号が前記閾値信号よりも小さければ前記入力信号をクリップせずに出力することで、クリップ出力信号を生成するクリップ処理部と；

前記クリップ出力信号またはこれに応じた信号の周波数スペクトルを導出する周波数スペクトル導出部と；

を有し、

前記閾値信号生成部は、

前記入力信号のピーク値を検出してピーク値保持期間だけ保持することによりピーク値検出信号を生成するピーク値検出部と、

前記入力信号のボトム値を検出してボトム値保持期間だけ保持することによりボトム値検出信号を生成するボトム値検出部と、

前記ピーク値検出信号の最小値を検出して最小値保持期間だけ保持することにより最小値保持信号を生成する最小値保持部と、

前記ボトム値検出信号の最小値を検出して第 2 最小値保持期間だけ保持することにより第 2 最小値保持信号を生成する第 2 最小値保持部と、

前記最小値保持信号と前記第 2 最小値保持信号との差分に係数を乗じた上で前記最小値保持信号に加えることにより前記閾値信号を生成するクリップレベル設定部と、

を含むことを特徴とする、フリッカ検出装置。

【請求項 6】

前記ピーク値保持期間、及び、前記ボトム値保持期間は、それぞれ、前記フリッカ成分の 1 / 2 周期以上であって、かつ、前記入力信号に重畳するノイズ成分のオフ期間よりも短いことを特徴とする請求項 5 に記載のフリッカ検出装置。

【請求項 7】

前記最小値保持期間及び前記第 2 最小値保持期間は、それぞれ、周期的にオン / オフしながら前記入力信号に重畳するノイズ成分の 1 周期よりも長いことを特徴とする請求項 5

10

20

30

40

50

または請求項 6 に記載のフリッカ検出装置。

【請求項 8】

前記クリップ処理部は、前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号を前記最小値保持信号にクリップして出力することを特徴とする請求項 2 ~ 請求項 7 のいずれか一項に記載のフリッカ検出装置。

【請求項 9】

フリッカ成分を含む入力光に応じた光検出信号を生成するフリッカセンサ、及び、前記フリッカセンサの近傍で周期的に点灯/消灯を繰り返すノイズ光源と共に、電子機器に搭載され、入力信号として前記光検出信号の入力を受け付けることにより前記フリッカ成分を検出するフリッカ検出装置であって、

前記フリッカ成分を含む前記入力信号に応じて閾値信号を生成する閾値信号生成部と；  
前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号をクリップして出力し、前記入力信号が前記閾値信号よりも小さければ前記入力信号をクリップせずに出力することで、クリップ出力信号を生成するクリップ処理部と；

前記クリップ出力信号またはこれに応じた信号の周波数スペクトルを導出する周波数スペクトル導出部と；

前記クリップ出力信号に周波数帯域制限を掛けたフィルタ出力信号を生成して前記周波数スペクトル導出部に出力するフィルタ処理部と；

を有することを特徴とする、フリッカ検出装置。

【請求項 10】

フリッカ成分を含む入力光に応じた光検出信号を生成するフリッカセンサ、及び、前記フリッカセンサの近傍で周期的に点灯/消灯を繰り返すノイズ光源と共に、電子機器に搭載され、入力信号として前記光検出信号の入力を受け付けることにより前記フリッカ成分を検出するフリッカ検出装置であって、

前記フリッカ成分を含む前記入力信号に応じて閾値信号を生成する閾値信号生成部と；  
前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号をクリップして出力し、前記入力信号が前記閾値信号よりも小さければ前記入力信号をクリップせずに出力することで、クリップ出力信号を生成するクリップ処理部と；

前記クリップ出力信号またはこれに応じた信号の周波数スペクトルを導出する周波数スペクトル導出部と；

所定の周波数帯域内で前記周波数スペクトルのピーク周波数を検出するピーク周波数検出部と；

を有することを特徴とする、フリッカ検出装置。

【請求項 11】

フリッカ成分を含む入力光に応じた光検出信号を生成するフリッカセンサ、及び、前記フリッカセンサの近傍で周期的に点灯/消灯を繰り返すノイズ光源と共に、電子機器に搭載され、入力信号として前記光検出信号の入力を受け付けることにより前記フリッカ成分を検出するフリッカ検出装置であって、

前記フリッカ成分を含む前記入力信号に応じて閾値信号を生成する閾値信号生成部と；  
前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号をクリップして出力し、前記入力信号が前記閾値信号よりも小さければ前記入力信号をクリップせずに出力することで、クリップ出力信号を生成するクリップ処理部と；

前記クリップ出力信号またはこれに応じた信号の周波数スペクトルを導出する周波数スペクトル導出部と；

を有し、

アクティブ状態とスリープ状態を交互に繰り返すことにより、前記フリッカ成分の検出動作を間欠的に実行することを特徴とする、フリッカ検出装置。

【請求項 12】

フリッカ成分を含む入力光に応じた光検出信号を生成するフリッカセンサと、

前記フリッカセンサの近傍で周期的に点灯/消灯を繰り返すノイズ光源と、

10

20

30

40

50

入力信号として前記光検出信号の入力を受け付けることにより前記フリッカ成分を検出する請求項 1 ~ 請求項 1 1 のいずれか一項に記載のフリッカ検出装置と、  
を有することを特徴とする電子機器。

【請求項 1 3】

フリッカ成分を含む入力光に応じた光検出信号を生成するフリッカセンサと、  
前記フリッカセンサの近傍で周期的に点灯 / 消灯を繰り返すノイズ光源と、  
入力信号として前記光検出信号の入力を受け付けることにより前記フリッカ成分を検出するフリッカ検出装置と、  
を備え、

前記フリッカ検出装置は、  
前記フリッカ成分を含む前記入力信号に応じて閾値信号を生成する閾値信号生成部と；  
前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号をクリップして出力し、前記入力信号が前記閾値信号よりも小さければ前記入力信号をクリップせずに出力することで、クリップ出力信号を生成するクリップ処理部と；  
前記クリップ出力信号またはこれに応じた信号の周波数スペクトルを導出する周波数スペクトル導出部と；  
を有することを特徴とする電子機器。

10

【請求項 1 4】

前記フリッカ検出装置の検出結果に応じて露光タイミング、露光時間、ないしは、露光回数が制御されるカメラをさらに有することを特徴とする請求項 1 2 または請求項 1 3 に記載の電子機器。

20

【請求項 1 5】

入力信号としてフリッカセンサからフリッカ成分を含む入力光に応じた光検出信号の入力を受け付けることにより、前記フリッカセンサの近傍で周期的に点灯 / 消灯を繰り返すノイズ光源に起因する前記フリッカ成分を検出するフリッカ検出方法であって、  
前記フリッカ成分を含む前記入力信号に応じて閾値信号を生成するステップと；

前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号をクリップして出力し、前記入力信号が前記閾値信号よりも小さければ前記入力信号をクリップせずに出力することで、クリップ出力信号を生成するステップと；

前記クリップ出力信号またはこれに応じた信号の周波数スペクトルを導出するステップと；

30

を有することを特徴とするフリッカ検出方法。

【請求項 1 6】

フリッカ成分を含む入力光に応じた光検出信号を生成するフリッカセンサと、前記フリッカセンサの近傍で周期的に点灯 / 消灯を繰り返すノイズ光源とを備える電子機器のメモリに格納されて前記電子機器のマイコンで実行されるフリッカ検出プログラムであって、

前記マイコンは、

前記電子機器の前記フリッカセンサから、前記フリッカ成分を含む入力信号の入力を受け付け、前記入力信号に応じて閾値信号を生成する閾値信号生成部と；

前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号をクリップして出力し、前記入力信号が前記閾値信号よりも小さければ前記入力信号をクリップせずに出力することで、クリップ出力信号を生成するクリップ処理部と；

40

前記クリップ出力信号またはこれに応じた信号の周波数スペクトルを導出する周波数スペクトル導出部と；

を有するフリッカ検出装置として機能し、前記フリッカ成分の検出結果に応じて、前記電子機器のカメラにおける露光制御を行うことを特徴とするフリッカ検出プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書中に開示されている発明は、フリッカ検出装置に関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

蛍光灯やLED [light emitting diode] 照明機器などの人工照明は、商用電源周波数（日本国内であれば50Hzまたは60Hz）またはこれに応じた周波数で、その光量が周期的に変動する現象（いわゆるフリッカ）を生じる。こうしたフリッカの影響により、同じ環境下で撮影した画像（静止画または動画）であっても、露光タイミングに応じた明暗の差を生じる。そこで、従来、入力光のフリッカ成分を検出して、明暗の差が小さいタイミングで露光を行うことにより、フリッカの影響を抑える技術が提案されている。

## 【0003】

なお、上記に関連する従来技術の一例としては、特許文献1を挙げることができる。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【文献】特開2018-093527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、フリッカセンサの近傍にノイズ光源（IR光を周期的に出射するTOF [time of flight] センサや近接センサなど）が置かれていた場合には、ノイズ光の干渉によりフリッカ成分の検出精度低下を招くおそれがあった。

20

## 【0006】

本明細書中に開示されている発明は、本願の発明者により見出された上記課題に鑑み、フリッカ成分を高精度に検出することのできるフリッカ検出装置、フリッカ検出方法、及び、フリッカ検出プログラム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】

## 【0007】

本明細書中に開示されているフリッカ検出装置は、フリッカ成分を含む入力信号に応じて閾値信号を生成する閾値信号生成部と；前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号をクリップして出力し、前記入力信号が前記閾値信号よりも小さければ前記入力信号をクリップせずに出力することで、クリップ出力信号を生成するクリップ処理部と；前記クリップ出力信号またはこれに応じた信号の周波数スペクトルを導出する周波数スペクトル導出部と；を有する構成（第1の構成）とされている。

30

## 【0008】

第1の構成から成るフリッカ検出装置において、前記閾値信号生成部は、前記入力信号のピーク値を検出してピーク値保持期間だけ保持することによりピーク値検出信号を生成するピーク値検出部と、前記ピーク値検出信号の最小値を検出して最小値保持期間だけ保持することにより最小値保持信号を生成する最小値保持部と、前記最小値保持信号に係数を乗じて前記閾値信号を生成するクリップレベル設定部と、を含む構成（第2の構成）にするとよい。

## 【0009】

第2の構成から成るフリッカ検出装置において、前記ピーク値保持期間は、前記フリッカ成分の1/2周期以上であって、かつ、前記入力信号に重畳するノイズ成分のオフ期間よりも短い構成（第3の構成）にするとよい。

40

## 【0010】

第2または第3の構成から成るフリッカ検出装置において、前記最小値保持期間は、前記入力信号に重畳するノイズ成分の1周期よりも長い構成（第4の構成）にするとよい。

## 【0011】

第1の構成から成るフリッカ検出装置において、前記閾値信号生成部は、前記入力信号のピーク値を検出してピーク値保持期間だけ保持することによりピーク値検出信号を生成するピーク値検出部と、前記入力信号のボトム値を検出してボトム値保持期間だけ保持す

50

ることによりボトム値検出信号を生成するボトム値検出部と、前記ピーク値検出信号の最小値を検出して最小値保持期間だけ保持することにより最小値保持信号を生成する最小値保持部と、前記ボトム値検出信号の最小値を検出して第2最小値保持期間だけ保持することにより第2最小値保持信号を生成する第2最小値保持部と、前記最小値保持信号と前記第2最小値保持信号との差分に係数を乗じた上で前記最小値保持信号に加えることにより前記閾値信号を生成するクリップレベル設定部を含む構成（第5の構成）にするとよい。

【0012】

第5の構成から成るフリッカ検出装置において、前記ピーク値保持期間及び前記ボトム値保持期間は、それぞれ、前記フリッカ成分の1/2周期以上であって、かつ前記入力信号に重畳するノイズ成分のオフ期間よりも短い構成（第6の構成）にするとよい。

10

【0013】

第5または第6の構成から成るフリッカ検出装置において、前記最小値保持期間及び前記第2最小値保持期間は、それぞれ、前記入力信号に重畳するノイズ成分の1周期よりも長い構成（第7の構成）にするとよい。

【0014】

第2～第7何れかの構成から成るフリッカ検出装置において、前記クリップ処理部は、前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号を前記最小値保持信号にクリップして出力する構成（第8の構成）にするとよい。

【0015】

第1～第8いずれかの構成から成るフリッカ検出装置は、前記クリップ出力信号に周波数帯域制限を掛けたフィルタ出力信号を生成して前記周波数スペクトル導出部に出力するフィルタ処理部をさらに有する構成（第9の構成）にするとよい。

20

【0016】

第1～第9いずれかの構成から成るフリッカ検出装置は、所定の周波数帯域内で前記周波数スペクトルのピーク周波数を検出するピーク周波数検出部をさらに有する構成（第10の構成）にするとよい。

【0017】

第1～第10いずれかの構成から成るフリッカ検出装置は、アクティブ状態とスリープ状態を交互に繰り返すことにより、前記フリッカ成分の検出動作を間欠的に実行する構成（第11の構成）にするとよい。

30

【0018】

また、本明細書中に開示されている電子機器は、フリッカ成分を含む入力光に応じた光検出信号を生成するフリッカセンサと、第1～第11いずれかの構成から成り、入力信号として前記光検出信号の入力を受け付けることにより前記フリッカ成分を検出するフリッカ検出装置と、を有する構成（第12の構成）とされている。

【0019】

第12の構成から成る電子機器は、前記フリッカセンサの近傍で周期的に点灯/消灯を繰り返すノイズ光源をさらに有する構成（第13の構成）にするとよい。

【0020】

第12又は第13の構成から成る電子機器は、前記フリッカ検出装置の検出結果に応じて露光タイミング、露光時間、ないしは、露光回数が制御されるカメラを更に有する構成（第14の構成）にするとよい。

40

【0021】

また、本明細書中に開示されているフリッカ検出方法は、フリッカ成分を含む入力信号に応じて閾値信号を生成するステップと；前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号をクリップして出力し、前記入力信号が前記閾値信号よりも小さければ前記入力信号をクリップせずに出力することで、クリップ出力信号を生成するステップと；前記クリップ出力信号またはこれに応じた信号の周波数スペクトルを導出するステップと；を有する構成（第15の構成）とされている。

【0022】

50

また、本明細書中に開示されているフリッカ検出プログラムは、電子機器のメモリに格納されて前記電子機器のマイコンで実行されるものであって、前記マイコンは、前記電子機器のフリッカセンサから、フリッカ成分を含む入力信号の入力を受け付け、前記入力信号に応じて閾値信号を生成する閾値信号生成部と；前記入力信号が前記閾値信号よりも大きければ前記入力信号をクリップして出力し、前記入力信号が前記閾値信号よりも小さければ前記入力信号をクリップせずに出力することで、クリップ出力信号を生成するクリップ処理部と；前記クリップ出力信号またはこれに応じた信号の周波数スペクトルを導出する周波数スペクトル導出部と；を有するフリッカ検出装置として機能し、前記フリッカ成分の検出結果に応じて、前記電子機器のカメラにおける露光制御を行う構成（第16の構成）とされている。

10

【発明の効果】

【0023】

本明細書中に開示されている発明によれば、フリッカ成分を高精度に検出することのできるフリッカ検出装置、フリッカ検出方法、及び、フリッカ検出プログラムを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】スマートフォンの外観図

【図2】スマートフォンの内部構成例を示す図

【図3】カラーセンサ（フリッカセンサ）の一構成例を示す図

20

【図4】第1光検出回路の受光特性を示す図

【図5】第2光検出回路の受光特性を示す図

【図6】IR干渉が生じる様子を示す図

【図7】周波数スペクトルにIR干渉ピークが生じる様子を示す図

【図8】マイコン（フリッカ検出装置）の第1実施形態を示す図

【図9】ピーク値検出処理及び最小値保持処理の一例を示す図

【図10】クリップ処理及びフィルタ処理の一例を示す図

【図11】周波数スペクトルのIR干渉ピークが抑制される様子を示す図

【図12】クリップレベルが適切でない場合のクリップ処理を示す図

【図13】マイコン（フリッカ検出装置）の第2実施形態を示す図

30

【図14】ピーク値検出処理の一例を示す図

【図15】ボトム値検出処理の一例を示す図

【図16】最小値保持処理の一例を示す図

【図17】クリップレベル設定処理の一例を示す図

【図18】クリップ処理の一例を示す図

【図19】クリップレベルが適切である場合のクリップ処理を示す図

【図20】フィルタ処理の一例を示す図

【図21】ピーク周波数検出処理の一例を示す図

【図22】フリッカ検出動作の間欠処理を示す図

【発明を実施するための形態】

40

【0025】

<スマートフォン>

図1は、スマートフォンの外観図である。スマートフォンXは、後述するフリッカ検出装置を搭載する電子機器の一具体例であり、外観的には、例えば、タッチパネル機能を備えたディスプレイX1（＝液晶ディスプレイや有機EL[electro-luminescence]ディスプレイなど）と、カメラX2と、スピーカX3及びマイクX4と、カラーセンサ（フリッカセンサ）X10と、TOF[time of flight]センサX20と、を有する。

【0026】

なお、背景技術の項でも述べたが、蛍光灯やLED照明機器などの照明器具Yは、商用電源周波数（日本国内であれば50Hzまたは60Hz）またはこれに応じた周波数で、

50

フリッカを生じる。そのため、照明器具 Y に照らされた環境下において、スマートフォン X を用いた撮影を行う場合、カメラ X 2 の露光タイミング、露光時間、ないしは、露光回数などを適切に制御しなければ、同じ環境下で撮影した写真であっても、意図しない明暗の差を生じるおそれがある。

【 0 0 2 7 】

また、パソコンモニタやプロジェクタの出力光も数十～数百 Hz のフリッカを生じ得るので、その撮影に際してフリッカ対策が必要となる。

【 0 0 2 8 】

そこで、本構成例のスマートフォン X は、入力光のフリッカ成分を検出し、明暗の差が少ないタイミングで露光を行うことにより、フリッカの影響を抑える機能を備えている。以下、スマートフォン X の内部構成を例示しつつ、入力光のフリッカ成分を検出するフリッカ検出装置、並びに、その検出精度を高めることのできる干渉ノイズ低減アルゴリズム (= フリッカ検出方法) について詳述する。

【 0 0 2 9 】

図 2 は、スマートフォン X の内部構成例を示す図である。本図で示すように、スマートフォン X は、先出のカラーセンサ X 1 0 及び T O F センサ X 2 0 のほか、バス X 3 0、マイコン X 4 0 (= フリッカ検出装置に相当)、及び、メモリ X 5 0 を備えている。

【 0 0 3 0 】

なお、本図では、ディスプレイ X 1、カメラ X 2、スピーカ X 3 及びマイク X 4 の描写を割愛している。また、スマートフォン X には、上記以外のセンサ (= 照度センサ、近接センサ、加速度センサ、または、ジャイロセンサなど) を搭載しても構わない。

【 0 0 3 1 】

カラーセンサ X 1 0 は、バス X 3 0 を介してマイコン X 4 0 に接続されており、入力光の色成分 ( 赤色成分 R、緑色成分 G、青色成分 B、及び赤外線成分 I R ) を検出して、その検出結果をマイコン X 4 0 に出力する。また、カラーセンサ X 1 0 は、フリッカ成分を含む入力光に応じた光検出信号を生成してマイコン X 4 0 に出力する機能 (= フリッカセンサとしての機能) も備えている。このように、スマートフォン X などの電子機器では、入力光の光量取得をカラーセンサ X 1 0 が担っている。

【 0 0 3 2 】

T O F センサ X 2 0 は、バス X 3 0 を介してマイコン X 4 0 に接続されており、スマートフォン X の外部に向けて出射された光が測定対象物に反射して戻ってくるまでの所要時間 (= 光の飛行時間) を検出することにより、スマートフォン X から測定対象物までの距離を測定する。T O F センサ X 2 0 の光源 (= 発光素子) としては、例えば、V C S E L [ vertical cavity surface emitting LASER ] が好適である。

【 0 0 3 3 】

なお、T O F センサ X 2 0 は、カラーセンサ X 1 0 の近傍 ( 同一の透光窓内 ) に設けられ、所定の発光パターンで周期的に点灯 / 消灯を繰り返す。そのため、T O F センサ X 2 0 は、カラーセンサ ( フリッカセンサ ) X 1 0 にとってノイズ光源となり得る。

【 0 0 3 4 】

バス X 3 0 は、所定の通信規格 ( 例えば I <sup>2</sup> C [ inter-integrated circuit ] ) に準拠して、カラーセンサ X 1 0 及び T O F センサ X 2 0 とマイコン X 4 0 との間を接続する信号伝達経路である。

【 0 0 3 5 】

マイコン X 4 0 は、スマートフォン X の動作を統括的に制御する主体である。例えば、カラーセンサ X 1 0 との連携機能に着目すると、マイコン X 4 0 は、カラーセンサ X 1 0 で測定された入力光の色成分 ( 色温度 ) に応じて、ディスプレイ X 1 のバックライトを調整したり、カメラ X 2 のホワイトバランスを調整したりする機能を備えている。

【 0 0 3 6 】

また、マイコン X 4 0 は、カラーセンサ X 1 0 から光検出信号 (= フリッカ成分を含む入力光の光量に相当) の入力を受け付けることにより、入力光のフリッカ成分を検出し、カ

10

20

30

40

50

メラ×2の露光タイミング、露光時間、ないしは、露光回数などを制御する機能も備えている。具体的に述べると、マイコン×40は、例えば、周期的に変動する入力光の光量が極大となるタイミング(=フリッカ成分のピークタイミング)で、カメラ×2の露光を行うようにタイミング制御を行う。このような構成であれば、フリッカの影響を抑えて常に明るい撮像を得ることが可能となる。

【0037】

メモリ×50は、フリッカ検出プログラムPRGを格納する。メモリ×50としては、データを不揮発的に記憶することのできる半導体記憶装置(ROM[read only memory]やフラッシュメモリなど)を好適に用いることができる。

【0038】

フリッカ検出プログラムPRGは、メモリ×50に格納されてマイコン×40で実行されるソフトウェア(ファームウェア)である。フリッカ検出プログラムPRGを実行したマイコン×40は、フリッカ検出装置(詳細は後述)として機能し、フリッカ成分の検出結果に応じてカメラ×2の露光制御を行う。

【0039】

<カラーセンサ(フリッカセンサ)>

図3は、カラーセンサ×10の一構成例を示す図である。本構成例のカラーセンサ×10は、入力光の色成分(赤色成分R、緑色成分G、青色成分B、及び、赤外線成分IR)を検出する光センサICの一種であり、第1光検出回路10と、第2光検出回路20と、赤外線遮断フィルタ30と、ロジック回路40と、パワーオンリセット回路50と、発振回路60と、を有する。

【0040】

第1光検出回路10は、受光素子11と、AD[analog-to-digital]変換器12と、を含み、入力光の光量に応じた第1光検出信号S10を出力する。なお、第1光検出回路10は、蛍光灯やLED照明機器などの人工照明に起因する入力光のフリッカ成分を検出するために設けられている。

【0041】

受光素子11は、赤外線遮断フィルタ30を介して入射される入力光の光量に応じたアナログ電流信号を生成する。なお、受光素子11は、図4で示した受光感度を持ち、入力光の可視光成分(およそ波長400~700nm)を検出する。受光素子11としては、フォトダイオードやフォトトランジスタなどを好適に用いることができる。

【0042】

AD変換器12は、受光素子11からのアナログ電流信号をデジタル(例えば13ビット)の第1光検出信号S10に変換する。

【0043】

第2光検出回路20は、受光素子(21R、21G、21B、21IR)と、AD変換器(22a、22b、22c)と、各種透過フィルタ(23R、23G、23B、23IR)と、を含み、入力光の色成分(R、G、B、IR)に応じた第2光検出信号(S20a、S20b、S20c)を出力する。

【0044】

受光素子21Rは、赤外線遮断フィルタ30及び赤色光透過フィルタ23Rを介して入射される赤色光の光量に応じたアナログ電流信号を生成する。なお、受光素子21Rは、図5の実線で示した受光感度を持ち、入力光の赤色成分R(およそ波長620~750nm)を検出する。

【0045】

受光素子21Gは、赤外線遮断フィルタ30及び緑色光透過フィルタ23Gを介して入射される緑色光の光量に応じたアナログ電流信号を生成する。なお、受光素子21Gは、図5の小破線で示した受光感度を持ち、入力光の緑色成分G(およそ波長495~570nm)を検出する。

【0046】

10

20

30

40

50

受光素子 2 1 B は、赤外線遮断フィルタ 3 0 及び青色光透過フィルタ 2 3 B を介して入射される青色光の光量に応じたアナログ電流信号を生成する。なお、受光素子 2 1 B は、図 5 の大破線で示した受光感度を持ち、入力光の青色成分 B (およそ波長 4 5 0 ~ 4 9 5 nm) を検出する。

【 0 0 4 7 】

受光素子 2 1 I R は、赤外線透過フィルタ (= 可視光遮断フィルタ) 2 3 I R を介して入射される赤外線の光量に応じたアナログ電流信号を生成する。なお、受光素子 2 1 I R は、図 5 の一点鎖線で示した受光感度を持ち、入力光の赤外線成分 I R (およそ波長 7 5 0 ~ 1 4 0 0 nm) を検出する。

【 0 0 4 8 】

上記の受光素子 ( 2 1 R、2 1 G、2 1 B、2 1 I R ) としては、それぞれ、フォトダイオードやフォトトランジスタなどを好適に用いることができる。

【 0 0 4 9 】

A D 変換器 ( 2 2 a、2 2 b、2 2 c ) は、受光素子 ( 2 1 R、2 1 G、2 1 B、2 1 I R ) からのアナログ電流信号をデジタル (例えば 1 6 ビット) の第 2 光検出信号 ( S 2 0 a、S 2 0 b、S 2 0 c ) に変換して出力する。

【 0 0 5 0 】

なお、本図では、4 つの受光素子 ( 2 1 R、2 1 G、2 1 B、2 1 I R ) で 3 つの A D 変換器 ( 2 2 a、2 2 b、2 2 c ) を共用する例を挙げたが、A D 変換器の個数については、何らこれに限定されるものではなく、1 つまたは 2 つに減らしてもよいし、逆に、4 つに増やしてもよい。

【 0 0 5 1 】

赤外線遮断フィルタ 3 0 は、受光素子 1 1、赤色光透過フィルタ 2 3 R、緑色光透過フィルタ 2 3 G、及び、青色光透過フィルタ 2 3 B それぞれの上流側で、入力光に含まれる赤外線成分 I R を遮断する。このような赤外線遮断フィルタ 3 0 を設けることにより、入力光の光量及び R G B 成分 (延いては色温度) を精度良く検出することができる。

【 0 0 5 2 】

ロジック回路 4 0 は、A D C ロジック機能 (= A D 変換器の時分割制御機能)、I<sup>2</sup>C インターフェイス機能 (= データ信号 S D A とクロック信号 S C L の通信機能)、I N T インターフェイス機能 (= 割込信号 I N T の通信機能)、並びに、F I F O [ first in, first out ] 機能 (= フリッカ検出用のデータバッファ機能) を備えている。

【 0 0 5 3 】

パワーオンリセット回路 5 0 は、カラーセンサ X 1 0 に供給される電源電圧 V C C を監視してパワーオンリセット信号を生成する。例えば、カラーセンサ X 1 0 に内蔵されている全てのレジスタ (不図示) は、パワーオンリセット信号により、電源電圧 V C C の投入後にリセットされる。

【 0 0 5 4 】

発振回路 6 0 は、ロジック回路 4 0 を駆動するための内部クロック信号を生成する。

【 0 0 5 5 】

< I R 干渉に関する考察 >

小型化・軽薄化が要求されるスマートフォン X では、カラーセンサ X 1 0 と T O F センサ X 2 0 を共通の透光窓内に設けることが多い。そのため、T O F センサ X 2 0 から発せられたノイズ光 (一般には I R 光) がカラーセンサ X 1 0 に漏れ込みやすく、I R 干渉によるフリッカ検出精度の低下が問題となり得る。

【 0 0 5 6 】

図 6 は、I R 干渉が生じる様子を示す図であり、上から順に、T O F センサ X 2 0 から発せられるノイズ光 ( I R 光 ) の点消灯パターンと、カラーセンサ X 1 0 で得られる第 1 光検出信号 S 1 0 が描写されている。

【 0 0 5 7 】

T O F センサ X 2 0 は、一般に、所定の点消灯パターンで I R 光の点灯 / 消灯を周期的

10

20

30

40

50

に繰り返す。本図に即して具体的に述べると、TOFセンサX20は、オン期間Tonに亘ってIR光を点灯（点滅）した後、オフ期間Toffに亘ってIR光を消灯している。すなわち、TOFセンサX20は、周期Tc(=Ton+Toff)でIR光の点灯（点滅）と消灯を繰り返している。

【0058】

もちろん、カラーセンサX10には、IR光（波長940nm前後）の干渉抑制手段として、赤外線遮断フィルタ30が内蔵されている（図3を参照）。また、フリッカ検出用の受光素子11は、可視光領域に受光感度のピークを持っている（図4を参照）。

【0059】

しかしながら、カラーセンサX10とTOFセンサX20が極めて近接した位置に設けられるスマートフォンXなどのアプリケーションでは、TOFセンサX20からカラーセンサX10に漏洩するIR光がどうしても大きくなってしまふ。そのため、カラーセンサX10で得られる第1光検出信号S10には、フリッカ成分A（周期Tf）だけでなく、IR干渉によるノイズ成分B（周期Tc）が重畳する。

【0060】

従って、第1光検出信号S10を単純にFFT[fast Fourier transform]処理しただけでは、図7で示すように、フリッカ周波数FRQf(=1/Tf)のピーク以外にも、多数のIR干渉ピークが生じるので、フリッカ成分の検出(=フリッカ周波数FRQfの特定)が困難となる。

【0061】

そこで、第1光検出信号S10が入力されるマイコンX40(=フリッカ検出装置)には、IR干渉を効果的に抑制してフリッカ検出精度を高めることのできる干渉ノイズ低減アルゴリズム(=フリッカ検出方法)が導入されている。以下、種々の実施形態を例示しながら詳細に説明する。

【0062】

<フリッカ検出装置(第1実施形態)>

図8は、マイコンX40(=フリッカ検出装置)の第1実施形態を示す図である。本図で示すように、第1実施形態のマイコンX40は、その機能ブロックとして、閾値信号生成部110と、クリップ処理部120と、フィルタ処理部130と、周波数スペクトル導出部140と、ピーク周波数検出部150と、を有する。

【0063】

なお、各機能ブロック110~150は、それぞれ、マイコンX40でフリッカ検出プログラムPRGが実行されることにより、ソフトウェア的に実装される。

【0064】

閾値信号生成部110は、ピーク値検出部111と、最小値保持部112と、クリップレベル設定部113と、を含み、フリッカ成分を含む入力信号IN(=カラーセンサX10から入力される生の第1光検出信号S10)に応じて閾値信号CLPthを生成する。

【0065】

ピーク値検出部111は、入力信号INのピーク値を検出してピーク値保持期間TPだけ保持することにより、ピーク値検出信号Peakを生成する。

【0066】

最小値保持部112は、ピーク値検出信号Peakの最小値を検出して最小値保持期間TMだけ保持することにより、最小値保持信号Min1を生成する。

【0067】

クリップレベル設定部113は、最小値保持信号Min1に所定の係数を乗じて閾値信号CLPth(=Min1×係数)を生成する。

【0068】

クリップ処理部120は、入力信号INにクリップ処理を施してクリップ出力信号CLPoを生成する。具体的に述べると、クリップ処理部120は、入力信号INが閾値信号CLPthよりも大きければ、入力信号INを最小値保持信号Min1にクリップして出

10

20

30

40

50

かし、入力信号  $I_N$  が閾値信号  $CLP_{th}$  よりも小さければ、入力信号  $I_N$  をクリップせずにそのまま出力する。

【0069】

フィルタ処理部 130 は、ハイパスフィルタ 131 とローパスフィルタ 132 を含み、クリップ出力信号  $CLP_o$  に周波数帯域制限を掛けたフィルタ出力信号  $FLT_o$  を生成する。なお、ハイパスフィルタ 131 のカットオフ周波数は、検出しようとするフリッカ周波数  $FRQ_f$  の最低値を鑑みて、50 Hz 程度に設定するとよい。また、ローパスフィルタ 132 のカットオフ周波数は、検出しようとするフリッカ周波数  $FRQ_f$  の最高値を鑑みて、350 Hz 程度に設定するとよい。

【0070】

周波数スペクトル導出部 140 は、クリップ出力信号  $CLP_o$  またはこれに応じたフィルタ出力信号  $FLT_o$  を FFT 処理することにより、周波数スペクトル  $FS$  を導出する。

【0071】

ピーク周波数検出部 150 は、所定の周波数帯域内（例えば 50 Hz ~ 350 Hz）で周波数スペクトル  $FS$  のピーク周波数（=フリッカ周波数  $FRQ_f$ ）を検出する。

【0072】

以下では、図面を参照しながら、各機能ブロックの内部処理を詳細に説明する。

【0073】

図 9 は、ピーク値検出部 111 におけるピーク値検出処理、並びに、最小値保持部 112 における最小値保持処理の一例を示す図であり、上段に入力信号  $I_N$ 、中段にピーク値検出信号  $Peak$ 、及び、下段に最小値保持信号  $Min1$  がそれぞれ太線で描写されている。また、中段には入力信号  $I_N$  が細線で描写されており、下段にはピーク値検出信号  $Peak$  が細線で描写されている。

【0074】

まず、本図の上段及び中段を参照しながら、ピーク値検出部 111 におけるピーク値検出処理について説明する。

【0075】

ピーク値検出部 111 は、先にも述べたように、入力信号  $I_N$  のピーク値を検出してピーク値保持期間  $TP$ （= サンプリング周期  $T_s \times$  保持データ個数  $m1$ ）だけ保持することにより、ピーク値検出信号  $Peak$  を生成する。サンプリング周期  $T_s$  は、500  $\mu s$  ~ 1 ms 程度である。言い換えると、ピーク値検出部 111 は、サンプリング周期  $T_s$  毎に入力される入力信号  $I_N$  のうち、最新のサンプリングデータを  $m1$  個分保持し、その最大値をピーク値検出信号  $Peak$  として出力し続ける。

【0076】

なお、ピーク値検出部 111 には、カラーセンサ  $X10$  で得られた生の第 1 光検出信号  $S10$ （図 6 を参照）が入力信号  $I_N$  として入力される。従って、入力信号  $I_N$  には、フリッカ成分  $A$ （周期  $T_f$ ）のほかに、IR 干渉のノイズ成分  $B$ （周期  $T_c$ ）が重畳する。

【0077】

ここで、ピーク値保持期間  $TP$  がノイズ成分  $B$  のオフ期間  $Toff$  よりも長いと、或る周期のオン期間  $Ton$  におけるノイズ成分  $B$  のピーク値を保持したまま、次周期におけるオン期間  $Ton$  のノイズ成分  $B$  のピーク値を保持してしまうので、フリッカ成分  $A$  のピーク値を保持することができなくなる。これを鑑みると、ピーク値保持期間  $TP$  は、ノイズ成分  $B$  のオフ期間  $Toff$ （= IR 干渉のない期間）よりも短く設定する必要がある。

【0078】

一方、フリッカ成分  $A$  のピーク値を確実に保持するためには、ピーク値保持期間  $TP$  をフリッカ成分  $A$  の 1 周期（=  $T_f$ ）以上に設定することが理想的である。ただし、このような設定が難しいアプリケーション（例えば、 $T_f > T_{off}$  であるアプリケーション）では、ピーク値保持信号  $Peak$  の変動を許容し、例えば、ピーク値保持期間  $TP$  をフリッカ成分  $A$  の  $1/2$  周期（=  $T_f/2$ ）以上に設定するとよい。

【0079】

10

20

30

40

50

まとめると、ピーク値検出部 111 のピーク値保持期間  $T_P$  は、例えば、フリッカ成分  $A$  の  $1/2$  周期 ( $= T_f / 2$ ) 以上であって、かつ、入力信号  $I_N$  に重畳するノイズ成分  $B$  のオフ期間  $T_{off}$  よりも短い長さに設定することが望ましい。

【0080】

このように、ピーク値保持期間  $T_P$  が適切な長さに設定されている場合、ピーク値検出信号  $Peak$  は、入力信号  $I_N$  に重畳するフリッカ成分  $A$  及びノイズ成分  $B$  それぞれのピーク値を順次保持しながら変動する（本図中段を参照）。

【0081】

次に、本図の中段及び下段を参照しながら、最小値保持部 112 における最小値保持処理について説明する。

【0082】

最小値保持部 112 は、先述のように、ピーク値検出信号  $Peak$  の最小値を検出して最小値保持期間  $T_M$  ( $=$  サンプル周期  $T_s \times$  保持データ個数  $n_1$ ) だけ保持することにより、最小値保持信号  $Min_1$  を生成する。言い換えると、最小値保持部 112 は、サンプル周期  $T_s$  毎に入力されるピーク値検出信号  $Peak$  のうち、最新のサンプルデータを  $n_1$  個分保持し、その最小値を最小値保持信号  $Min_1$  として出力し続ける。

【0083】

なお、最小値保持期間  $T_M$  は、できるだけ短い方が望ましい。ただし、最小値保持期間  $T_M$  がノイズ成分  $B$  の 1 周期  $T_c$  ( $=$   $I_R$  干渉の周期) よりも短いと、フリッカ成分  $A$  のピーク値だけでなくノイズ成分  $B$  のピーク値まで最小値保持信号  $Min_1$  に現れる。

【0084】

これを鑑みると、最小値保持部 112 の最小値保持期間  $T_M$  は、入力信号  $I_N$  に重畳するノイズ成分  $B$  の 1 周期 ( $= T_c$ ) よりも長く設定することが望ましい。

【0085】

このように、最小値保持期間  $T_M$  が適切な長さに設定されている場合、最小値保持信号  $Min_1$  は、入力信号  $I_N$  に重畳するフリッカ成分  $A$  のピーク値だけを抽出して保持するように変動する（本図下段を参照）。

【0086】

図 10 は、クリップ処理部 120 におけるクリップ処理、並びに、フィルタ処理部 130 におけるフィルタ処理の一例を示す図であり、上段に入力信号  $I_N$ 、中段にクリップ出力信号  $CLPo$ 、及び、下段にフィルタ出力信号  $FLT_o$  がそれぞれ描写されている。

【0087】

まず、本図の上段及び中段を参照しながら、クリップ処理部 120 におけるクリップ処理について説明する。

【0088】

クリップ処理部 120 は、先に述べた通り、入力信号  $I_N$  が閾値信号  $CLP_{th}$  ( $= x \times Min_1$ ) よりも大きければ、入力信号  $I_N$  を最小値保持信号  $Min_1$  にクリップして出力し、入力信号  $I_N$  が閾値信号  $CLP_{th}$  よりも小さければ、入力信号  $I_N$  をクリップせずにそのまま出力する。このようなクリップ処理（本図中段の破線枠を参照）により、入力信号  $I_N$  に重畳したノイズ成分を除去することが可能となる。

【0089】

なお、仮に、入力信号  $I_N$  が閾値信号  $CLP_{th}$  ( $= x \times Min_1$ ) よりも大きいときに、入力信号  $I_N$  を閾値信号  $CLP_{th}$  自体にクリップした場合、クリップ出力信号  $CLPo$  には、ノイズ成分が髭のように残ってしまうので、 $I_R$  干渉を十分に抑制することができなくなる。

【0090】

また、仮に、 $x = 1$  とした場合、すなわち、入力信号  $I_N$  が最小値保持信号  $Min_1$  よりも大きいときに、入力信号  $I_N$  を最小値保持信号  $Min_1$  にクリップした場合、本来クリップすべきでないフリッカ成分をクリップしてしまい、フリッカ検出に悪影響を及ぼすおそれがある。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 1 】

これらを鑑みると、クリップ処理部 1 2 0 では、上記したように、入力信号  $I_N$  が閾値信号  $CLP_{th}$  よりも大きいときに、入力信号  $I_N$  を最小値保持信号  $Min_1$  にクリップして出力し、入力信号  $I_N$  が閾値信号  $CLP_{th}$  よりも小さいときに、入力信号  $I_N$  をクリップせずにそのまま出力することが望ましいと言える。

## 【 0 0 9 2 】

なお、閾値信号  $CLP_{th} (= \alpha \times Min_1)$  に着目すると、係数  $\alpha$  が小さいほどフリッカ成分の DC レベル変動の影響を受けやすくなり、逆に、係数  $\alpha$  が大きいほど IR 干渉の低減効果が薄くなる。そのため、係数  $\alpha$  は、IR 干渉の許容レベルを鑑みて適宜決定することが望ましい。

10

## 【 0 0 9 3 】

具体的に述べると、ピーク周波数検出部 1 5 0 でフリッカ周波数  $FRQ_f$  を正しく特定するためには、周波数スペクトル  $FS$  に現れる IR 干渉ピークがフリッカ周波数  $FRQ_f$  のピークよりも小さく抑えられていればよい。この知見に基づいて、係数  $\alpha$  の最適値を評価した結果、 $1 < \alpha < 2$  (より望ましくは  $\alpha = 1.5 \sim 1.6$ ) が適切であると言える。

## 【 0 0 9 4 】

次に、本図の中段及び下段を参照しながら、フィルタ処理部 1 3 0 におけるフィルタ処理について説明する。

## 【 0 0 9 5 】

フィルタ処理部 1 3 0 は、先にも述べたように、クリップ出力信号  $CLP_o$  に周波数帯域制限 (例えば  $50\text{ Hz} \sim 350\text{ Hz}$  の周波数成分のみを通過させる BPF [band-pass filter] 処理) を掛けたフィルタ出力信号  $FLT_o$  を生成する。このようなフィルタ処理により、クリップ出力信号  $CLP_o$  を平滑化することができるので、周波数スペクトル  $FS$  の IR 干渉ピークを抑えることが可能となる。

20

## 【 0 0 9 6 】

図 1 1 は、周波数スペクトル  $FS$  の IR 干渉ピークが抑制される様子を示す図である。これまで説明してきたように、周波数スペクトル導出部 1 4 0 での FFT 処理に先立ち、入力信号  $I_N$  にクリップ処理とフィルタ処理を施すことにより、周波数スペクトル  $FS$  の IR 干渉ピークを抑制することができるので、フリッカ周波数  $FRQ_f$  でのスペクトル強度が最大となる。従って、後段のピーク周波数検出部 1 5 0 では、フリッカ周波数  $FRQ_f$  を確実に検出することができるので、フリッカ検出精度を高めることが可能となる。

30

## 【 0 0 9 7 】

図 1 2 は、第 1 実施形態のマイコン X 4 0 (=フリッカ検出装置)において、閾値信号  $CLP_{th}$  (=クリップレベル) が適切でない場合のクリップ処理を示す図である。先にも述べたように、クリップレベル設定部 1 1 3 では、最小値保持信号  $Min_1$  に所定の係数  $\alpha$  (例えば  $1 < \alpha < 2$ ) を乗じて閾値信号  $CLP_{th} (= \alpha \times Min_1)$  を生成する。

## 【 0 0 9 8 】

このようなクリップレベルの設定方式では、入力信号  $I_N$  に重畳するフリッカ成分の DC レベルが大きく、かつ、AC レベルが小さい条件下において、入力信号  $I_N$  を適切にクリップすることができなくなるおそれがある。以下では、このような不具合を解消することのできる第 2 実施形態について提案する。

40

## 【 0 0 9 9 】

<フリッカ検出装置(第 2 実施形態)>

図 1 3 は、マイコン X 4 0 (=フリッカ検出装置)の第 2 実施形態を示す図である。本図で示すように、第 2 実施形態のマイコン X 4 0 は、先出の第 1 実施形態(図 8)をベースとしつつ、閾値信号生成部 1 1 0 に変更が加えられている。

## 【 0 1 0 0 】

より具体的に述べると、閾値信号生成部 1 1 0 は、先出のピーク値検出部 1 1 1 及び最小値保持部 1 1 2 に加えて、ボトム値検出部 1 1 4 及び第 2 最小値保持部 1 1 5 を含む。また、上記機能ブロックの追加に伴い、クリップレベル設定部 1 1 3 は、クリップレベル

50

設定部 1 1 6 に置き換えられている。

【 0 1 0 1 】

ボトム値検出部 1 1 4 は、入力信号  $I N$  のボトム値を検出してボトム値保持期間  $T B$  だけ保持することによりボトム値検出信号  $B t m$  を生成する。

【 0 1 0 2 】

第 2 最小値保持部 1 1 5 は、ボトム値検出信号  $B t m$  の最小値を検出して第 2 最小値保持期間  $T M 2$  だけ保持することにより第 2 最小値保持信号  $M i n 2$  を生成する。

【 0 1 0 3 】

クリップレベル設定部 1 1 6 は、最小値保持信号  $M i n 1$  と第 2 最小値保持信号  $M i n 2$  との差分 ( $= M i n 1 - M i n 2$ ) に所定の係数  $x$  を乗じた上で、その乗算値を最小値保持信号  $M i n 1$  に加えることにより、閾値信号  $C L P t h$  ( $= M i n 1 + x$ ) を生成する。

10

【 0 1 0 4 】

以下では、図面を参照しながら、既出の機能ブロックも含めて、それぞれの内部処理を詳細に説明する。

【 0 1 0 5 】

図 1 4 は、ピーク値検出部 1 1 1 におけるピーク値検出処理の一例を示す図であり、上段に入力信号  $I N$ 、下段にピーク値検出信号  $P e a k$  がそれぞれ太線で描写されている。また、下段には入力信号  $I N$  が細線で描写されている。

【 0 1 0 6 】

ピーク値検出部 1 1 1 は、先に述べたように、入力信号  $I N$  のピーク値を検出してピーク値保持期間  $T P$  ( $=$  サンプリング周期  $T s \times$  保持データ個数  $m 1$ ) だけ保持することにより、ピーク値検出信号  $P e a k$  を生成する。言い換えると、ピーク値検出部 1 1 1 は、サンプリング周期  $T s$  毎に入力される入力信号  $I N$  のうち、最新のサンプリングデータを  $m 1$  個分保持し、その最大値をピーク値検出信号  $P e a k$  として出力し続ける。

20

【 0 1 0 7 】

なお、ピーク値保持期間  $T P$  は、例えば、フリッカ成分の  $1 / 2$  周期 ( $= T f / 2$ ) 以上であって、かつ、ノイズ成分のオフ期間  $T o f f$  よりも短い長さに設定することが望ましい。このとき、ピーク値検出信号  $P e a k$  は、フリッカ成分及びノイズ成分それぞれのピーク値を順次保持しながら変動する。

30

【 0 1 0 8 】

図 1 5 は、ボトム値検出部 1 1 4 におけるボトム値検出処理の一例を示す図であり、上段に入力信号  $I N$ 、下段にボトム値検出信号  $B t m$  がそれぞれ太線で描写されている。また、下段には入力信号  $I N$  が細線で描写されている。

【 0 1 0 9 】

ボトム値検出部 1 1 4 は、先にも述べたように、入力信号  $I N$  のボトム値を検出してボトム値保持期間  $T B$  ( $=$  サンプリング周期  $T s \times$  保持データ個数  $m 2$ ) だけ保持することにより、ボトム値検出信号  $B t m$  を生成する。言い換えると、ボトム値検出部 1 1 4 は、サンプリング周期  $T s$  毎に入力される入力信号  $I N$  のうち、最新のサンプリングデータを  $m 2$  個分保持し、その最小値をボトム値検出信号  $B t m$  として出力し続ける。

40

【 0 1 1 0 】

なお、ボトム値保持期間  $T B$  は、ピーク値保持期間  $T P$  と同様、例えば、フリッカ成分の  $1 / 2$  周期 ( $= T f / 2$ ) 以上であって、かつ、ノイズ成分のオフ期間  $T o f f$  よりも短い長さに設定することが望ましい。このとき、ボトム値検出信号  $B t m$  は、フリッカ成分及びノイズ成分それぞれのボトム値を順次保持しながら変動する。

【 0 1 1 1 】

図 1 6 は、最小値保持部 1 1 2 及び第 2 最小値保持部 1 1 5 における最小値保持処理の一例を示す図である。なお、上側第 1 段目には、ピーク値検出信号  $P e a k$  が太線で描写されており、入力信号  $I N$  が細線で描写されている。また、上側第 2 段目には、最小値保持信号  $M i n 1$  が太線で描写されており、ピーク値検出信号  $P e a k$  が細線で描写されて

50

いる。一方、下側第 1 段目には、ボトム値検出信号  $Btm$  が太線で描写されており、入力信号  $IN$  が細線で描写されている。また、下側第 2 段目には、第 2 最小値保持信号  $Min2$  が太線で描写されており、ボトム値検出信号  $Btm$  が細線で描写されている。

【0112】

最小値保持部 112 は、先述のように、ピーク値検出信号  $Peak$  の最小値を検出して最小値保持期間  $TM$  ( = サンプルング周期  $Ts \times$  保持データ個数  $n1$  ) だけ保持することにより、最小値保持信号  $Min1$  を生成する。言い換えると、最小値保持部 112 は、サンプルング周期  $Ts$  毎に入力されるピーク値検出信号  $Peak$  のうち、最新のサンプルングデータを  $n1$  個分保持し、その最小値を最小値保持信号  $Min1$  として出力し続ける。

【0113】

なお、最小値保持期間  $TM$  は、ノイズ成分の 1 周期 ( =  $Tc$  ) よりも長く設定することが望ましい。このとき、最小値保持信号  $Min1$  は、フリッカ成分のピーク値だけを抽出して保持するように変動する。

【0114】

第 2 最小値保持部 115 は、先にも述べたように、ボトム値検出信号  $Btm$  の最小値を検出して第 2 最小値保持期間  $TM2$  ( = サンプルング周期  $Ts \times$  保持データ個数  $n2$  ) だけ保持することにより、第 2 最小値保持信号  $Min2$  を生成する。言い換えると、第 2 最小値保持部 115 は、サンプルング周期  $Ts$  毎に入力されるボトム値検出信号  $Btm$  のうち、最新のサンプルングデータを  $n2$  個分保持し、その最小値を第 2 最小値保持信号  $Min2$  として出力し続ける。

【0115】

なお、第 2 最小値保持期間  $TM2$  は、最小値保持期間  $TM$  と同様、ノイズ成分の 1 周期 ( =  $Tc$  ) よりも長く設定することが望ましい。このとき、第 2 最小値保持信号  $Min2$  は、フリッカ成分のボトム値だけを抽出して保持するように変動する。

【0116】

図 17 は、クリップレベル設定部 116 におけるクリップレベル設定処理の一例を示す図である。なお、本図では、閾値信号  $CLPth$  が太線で描写されており、入力信号  $IN$  が細線で描写されている。また、最小値保持信号  $Min1$  が一点鎖線で示されており、第 2 最小値保持信号  $Min2$  が二点鎖線で示されている。

【0117】

クリップレベル設定部 116 は、先にも述べたように、最小値保持信号  $Min1$  と第 2 最小値保持信号  $Min2$  との差分 ( =  $Min1 - Min2$  ) に所定の係数  $x$  を乗じた上で、その乗算値を最小値保持信号  $Min1$  に加えることにより、閾値信号  $CLPth$  ( =  $Min1 + x$  ) を生成する。

【0118】

なお、係数  $x$  が小さいほどフリッカ成分の DC レベル変動の影響を受けやすくなり、逆に、係数  $x$  が大きいほど IR 干渉の低減効果が薄くなる。そのため、係数  $x$  は、IR 干渉の許容レベルを鑑みて適宜決定することが望ましい。具体的には、周波数スペクトル  $FS$  に現れる IR 干渉ピークがフリッカ周波数  $FRQf$  のピークよりも小さく抑えられるように、例えば、 $0 < x < 1$  ( より望ましくは  $x = 0.5 \sim 0.6$  ) に設定するとよい。

【0119】

図 18 は、クリップ処理部 120 におけるクリップ処理の一例を示す図である。なお、本図では、クリップ出力信号  $CLPo$  が太線で描写されており、入力信号  $IN$  が細線で描写されている。

【0120】

クリップ処理部 120 は、先に述べたように、入力信号  $IN$  が閾値信号  $CLPth$  ( =  $Min1 + x$  ) よりも大きければ、入力信号  $IN$  を最小値保持信号  $Min1$  にクリップして出力し、入力信号  $IN$  が閾値信号  $CLPth$  よりも小さければ、入力信号  $IN$  をクリップせずにそのまま出力する。このようなクリップ処理により、入力信号  $IN$  に重畳したノイズ成分を除去することが可能となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 2 1 】

図 1 9 は、第 2 実施形態のマイコン X 4 0 ( = フリッカ検出装置 ) において、閾値信号 C L P t h ( = クリップレベル ) が適切である場合のクリップ処理を示す図である。

## 【 0 1 2 2 】

先にも述べたように、クリップレベル設定部 1 1 6 では、最小値保持信号 M i n 1 と第 2 最小値保持信号 M i n 2 との差分 ( すなわちフリッカ成分の振幅 ) に所定の係数 を乗じた上で、その乗算値を最小値保持信号 M i n 1 に加えることにより、閾値信号 C L P t h ( = M i n 1 + x ) が生成される。

## 【 0 1 2 3 】

このように、フリッカ成分の振幅に応じてクリップレベルを設定する方式であれば、入力信号 I N に重畳するフリッカ成分の D C レベルが大きく、かつ、A C レベルが小さい条件下であっても、入力信号 I N を適切にクリップすることができるので、I R 干渉を効果的に抑制することが可能となる。

10

## 【 0 1 2 4 】

図 2 0 は、フィルタ処理部 1 3 0 におけるフィルタ処理の一例を示す図である。なお、本図では、上段にクリップ出力信号 C L P o が描写されており、下段にフィルタ出力信号 C L P o が描写されている。

## 【 0 1 2 5 】

フィルタ処理部 1 3 0 は、先にも述べたように、クリップ出力信号 C L P o に周波数帯域制限 ( 例えば 5 0 H z ~ 3 5 0 H z の周波数成分のみを通過させる B P F 処理 ) を掛けたフィルタ出力信号 F L T o を生成する。このようなフィルタ処理により、クリップ出力信号 C L P o を平滑化することができるので、周波数スペクトル F S の I R 干渉ピークを抑えることが可能となる ( 図中の破線枠を参照 ) 。

20

## 【 0 1 2 6 】

図 2 1 は、ピーク周波数検出部 1 5 0 におけるピーク周波数検出処理の一例を示す図であり、本図では、周波数スペクトル導出部 1 4 0 で導出された周波数スペクトル F S が描写されている。

## 【 0 1 2 7 】

ピーク周波数検出部 1 5 0 は、先に述べたように、所定の周波数帯域 F L ~ F H ( 例えば 5 0 H z ~ 3 5 0 H z ) で周波数スペクトル F S のピーク周波数 ( = 最もスペクトル強度の大きいピークが現れる周波数 ) を検出する。従って、仮に、上記の周波数帯域外に、フリッカ周波数 F R Q f のスペクトル強度を上回るピークが存在しても、これをフリッカ周波数 F R Q f のピークとして誤検出することはない。

30

## 【 0 1 2 8 】

< 間欠駆動 >

図 2 2 は、フリッカ検出動作の間欠処理を示す図である。これまでに説明してきたフリッカ検出動作は、必ずしも常時処理とする必要はなく、例えば、本図で示すように、アクティブ状態 ( 期間 T A : 例えば 1 0 0 m s 前後 ) とスリープ状態 ( 期間 T S : 例えば 1 s 前後 ) を交互に繰り返すことにより、フリッカ成分の検出動作を間欠的に実行する間欠処理としてもよい。このような間欠処理によれば、フリッカ検出動作に必要な消費電力を低減することが可能となる。

40

## 【 0 1 2 9 】

< その他の変形例 >

なお、上記実施形態では、スマートフォンへの搭載例を挙げて説明を行ったが、フリッカ検出装置は、その他の電子機器にも適用することが可能である。

## 【 0 1 3 0 】

また、本明細書中に開示されている種々の技術的特徴は、上記実施形態のほか、その技術的創作の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることが可能である。例えば、マイコンのフリッカ検出機能をカラーセンサ ( フリッカセンサ ) 側に移譲してもよい。この場合には、カラーセンサ ( フリッカセンサ ) 自体がフリッカ検出装置として理解され得る。

50

本構成であれば、マイコンのタスクを減らすことができるので、マイコンの演算処理能力が乏しくてもフリッカ検出精度を高めることが可能となる。

【0131】

このように、上記実施形態は、全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきであり、本発明の技術的範囲は、上記実施形態に限定されることなく、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内に属する全ての変更が含まれると理解されるべきである。

【産業上の利用可能性】

【0132】

本明細書中に開示されている発明は、例えば、スマートフォンなどの携帯電話、タブレット端末、ノートパソコン、携帯ゲーム機、液晶テレビ、ないしは、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどに利用することが可能である。

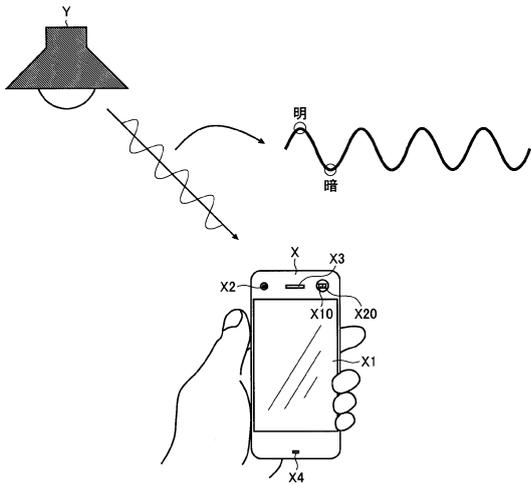
【符号の説明】

【0133】

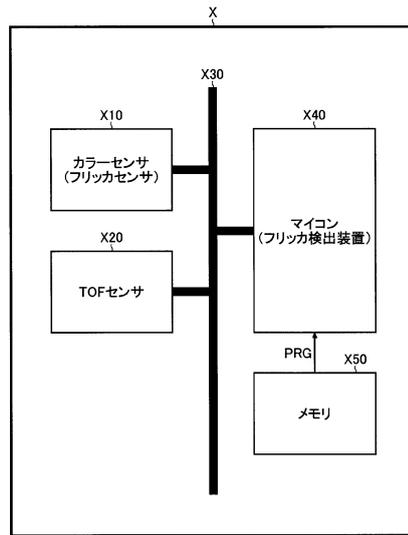
10	第1光検出回路	
11	受光素子(フォトダイオード)	
12	AD変換器	
20	第2光検出回路	
21R、21G、21B、21IR	受光素子(フォトダイオード)	
22a、22b、22c	AD変換器	
23R、23G、23B、23IR	各種透過フィルタ(R、G、B、IR)	20
30	赤外線遮断フィルタ	
40	ロジック回路	
50	パワーオンリセット回路	
60	発振回路	
110	閾値信号生成部	
111	ピーク値検出部	
112	最小値保持部	
113、116	クリップレベル設定部	
114	ボトム値検出部	
115	第2最小値保持部	30
120	クリップ処理部	
130	フィルタ処理部	
131	ハイパスフィルタ	
132	ローパスフィルタ	
140	周波数スペクトル導出部	
150	ピーク周波数検出部	
PRG	フリッカ検出プログラム	
X	スマートフォン(電子機器)	
X1	ディスプレイ	
X2	カメラ	40
X3	スピーカ	
X4	マイク	
X10	カラーセンサ(フリッカセンサ)	
X20	TOFセンサ(ノイズ光源)	
X30	バス	
X40	マイコン(フリッカ検出装置)	
X50	メモリ	
Y	照明器具(フリッカ光源)	

【図面】

【図 1】



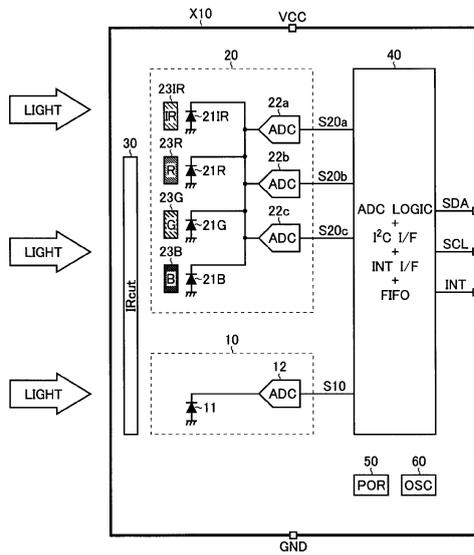
【図 2】



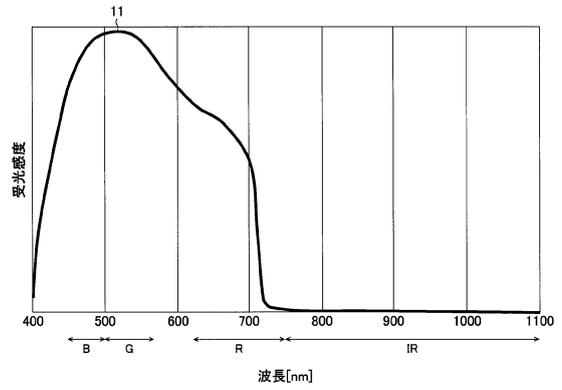
10

20

【図 3】



【図 4】

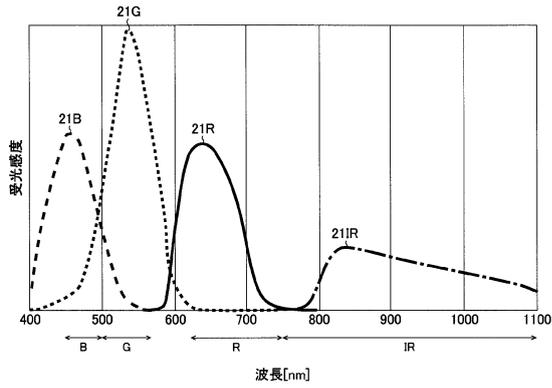


30

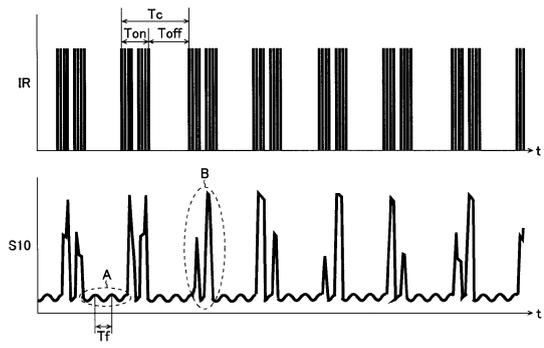
40

50

【 5 】

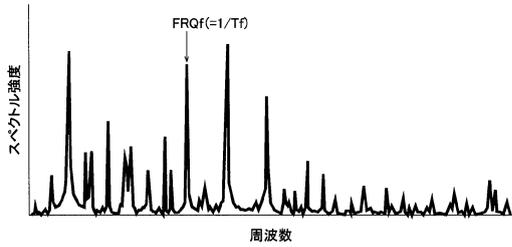


【 6 】

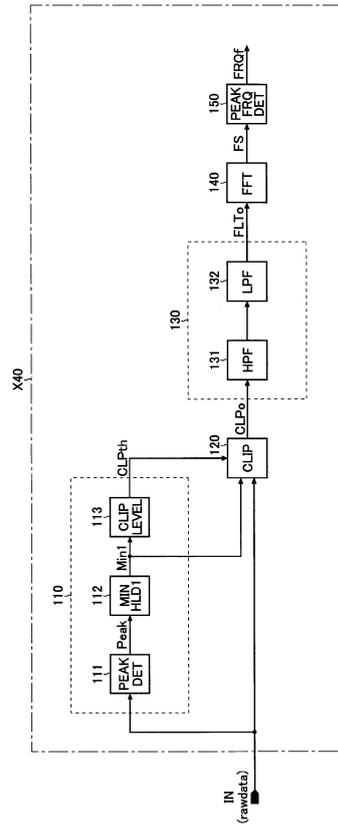


10

【 7 】



【 8 】



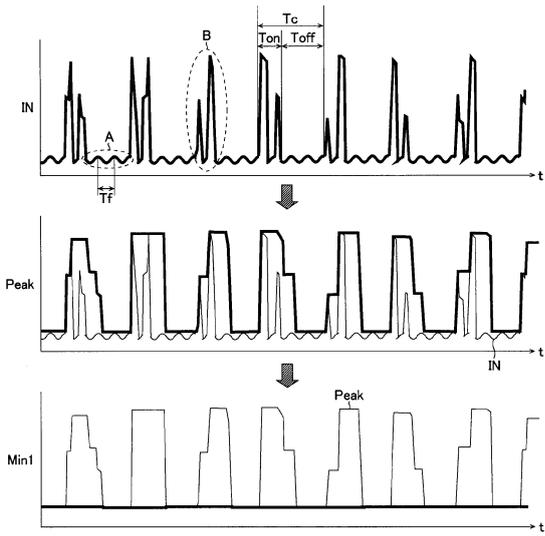
20

30

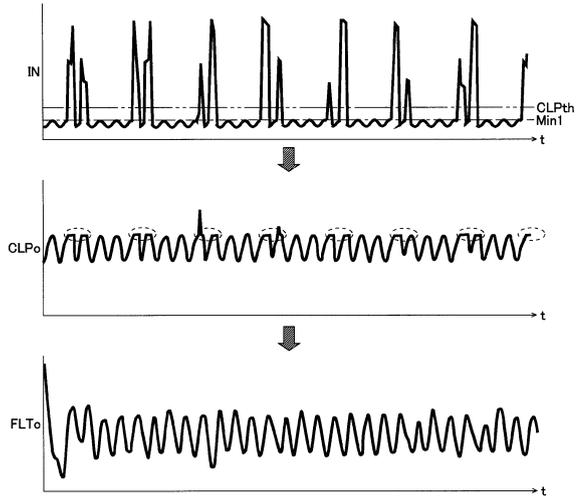
40

50

【 9 】

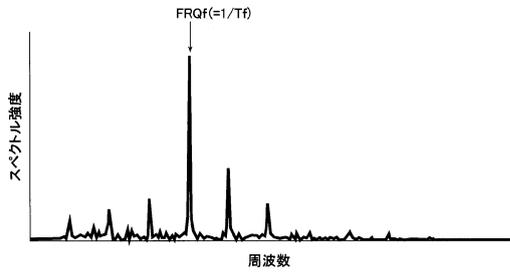


【 1 0 】

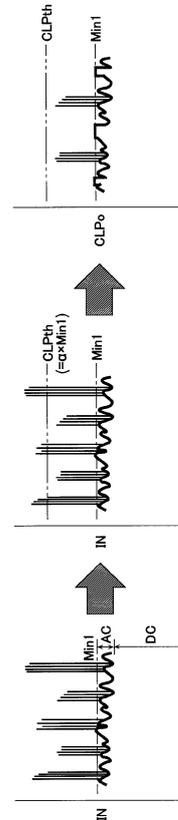


10

【 1 1 】



【 1 2 】



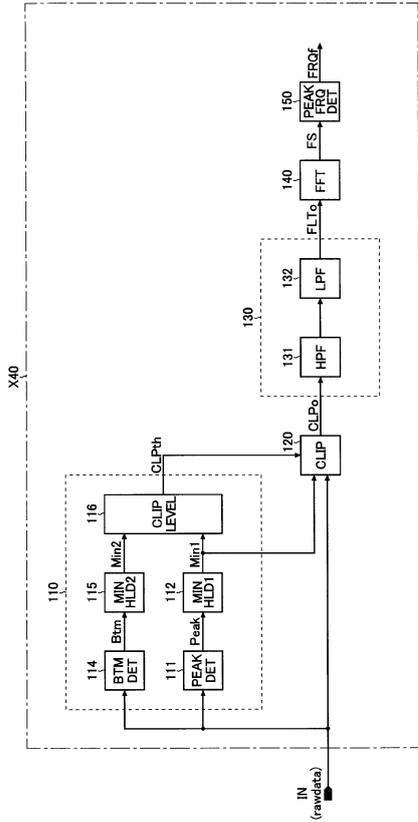
20

30

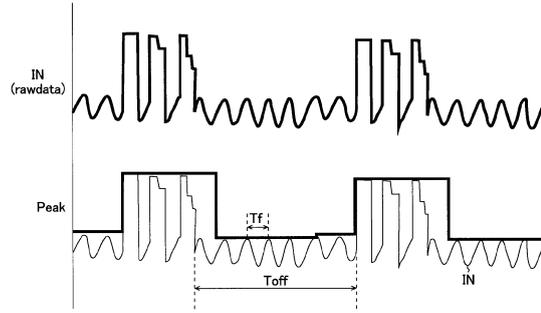
40

50

【 1 3 】



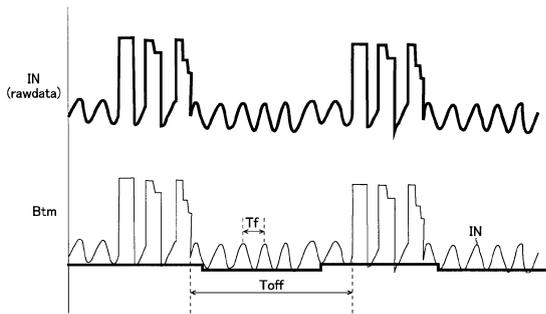
【 1 4 】



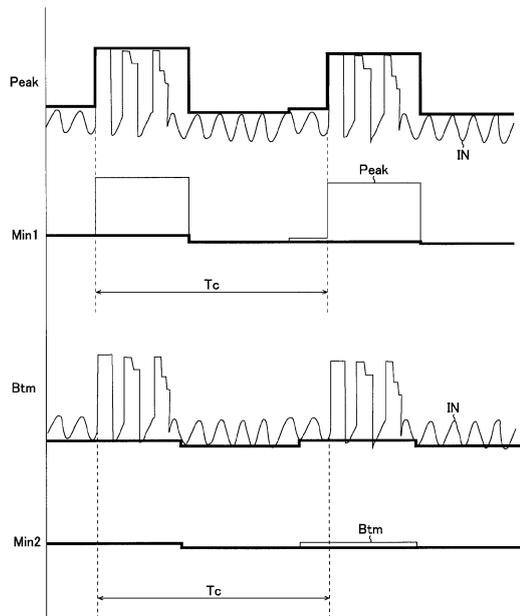
10

20

【 1 5 】



【 1 6 】

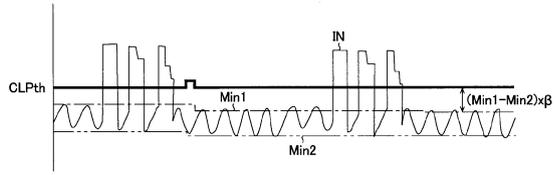


30

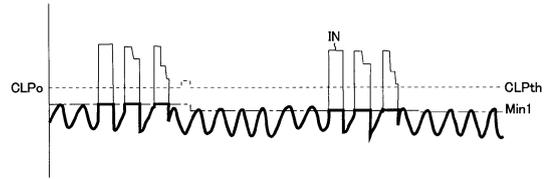
40

50

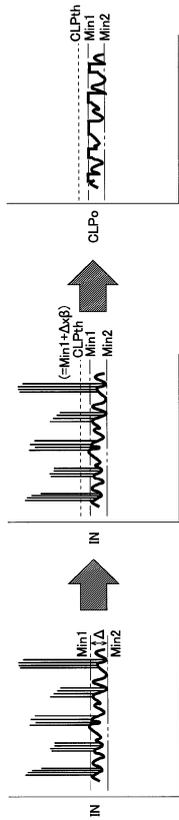
【 17 】



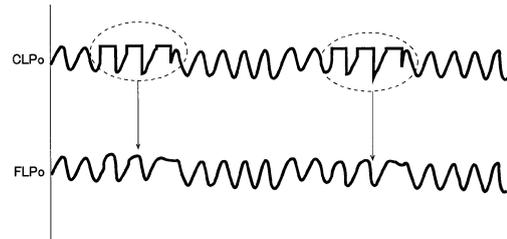
【 18 】



【 19 】



【 20 】



10

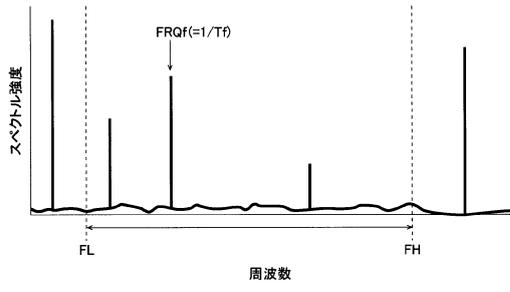
20

30

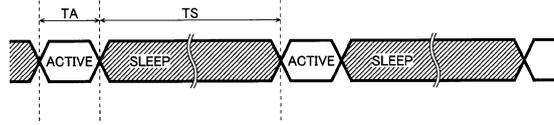
40

50

【図 2 1】



【図 2 2】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-352242(JP,A)  
特開2007-060585(JP,A)  
特開2009-021813(JP,A)  
特開2012-029122(JP,A)  
特開2008-147713(JP,A)  
特開2015-186131(JP,A)  
特開2012-142895(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H04N 23/745