(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年9月16日(16.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/181969 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 5/243 (2021.01) *H03H 17/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/004372

(22) 国際出願日： 2021年2月5日(05.02.2021)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2020-042153 2020年3月11日(11.03.2020) JP

(71) 出願人:株式会社アドバンテスト(**ADVANTEST CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内１丁目６番２号 Tokyo (JP).

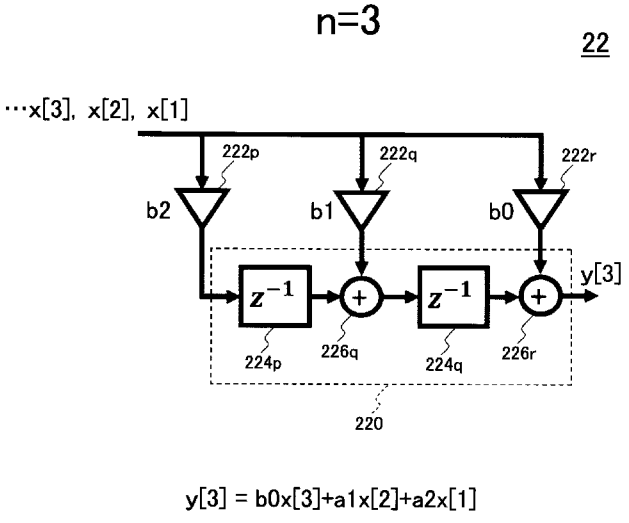
(72) 発明者: 柳 田 朋 則 (**YANAGIDA Tomonori**); 〒1000005 東京都千代田区丸の内１丁目６番２号 株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP). 畑 善之(**HATA Yoshiyuki**); 〒1000005 東京都千代田区丸の内１丁目６番２号 株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP). 緒方 祐史(**OGATA Yuji**); 〒1000005 東京都千代田区丸の内１丁目６番２号 株式会社アドバンテスト内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 細 田 益 稔 (**HOSODA Masutoshi**); 〒1020093 東京都千代田区平河町２－１０－１０ ハイックス平河町４階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) **Title:** FILTERING DEVICE, METHOD, PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称： フィルタリング装置、方法、プログラム、記録媒体



(57) **Abstract:** [Problem] To smoothly switch a characteristic of a low-pass filter when removing noise. [Solution] This filtering device 20 comprises an FIR filter 22 having multipliers 222p, 222q, 222r that multiply each among items of input digital data x[3], x[2], x[1] having different times of input by a variable tap coefficient b0, b1, b2. The variable tap coefficient is exchanged from a first tap coefficient a0, a1, a2 to a second tap coefficient b0, b1, b2 in a sequence starting from the variable tap coefficient that is multiplied with the item of input digital data having a more recent time of input

WO 2021/181969 A1

［続葉有］

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(in the sequence a0, a1, a2). Further, the first tap coefficient a0, a1, a2 causes the FIR filter 20 to function as a low-pass filter for which the cutoff frequency is a first frequency (20Hz or 50Hz).

(57) 要約：【課題】ノイズを除去する際にローパスフィルタの特性を円滑に切り替える。【解決手段】フィルタリング装置２０が、入力時点が異なる入力デジタルデータｘ［３］、ｘ［２］、ｘ［１］の各々に、変動タップ係数ｂ０、ｂ１、ｂ２を乗じる乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒを有するＦＩＲフィルタ２２を備える。入力時点がより新しい入力デジタルデータに乗じられる変動タップ係数から順に（ａ０、ａ１、ａ２の順に）、第一タップ係数ａ０、ａ１、ａ２から第二タップ係数ｂ０、ｂ１、ｂ２へと置き換える。なお、第一タップ係数ａ０、ａ１、ａ２は、ＦＩＲフィルタ２０を、カットオフ周波数が第一周波数（２０Ｈｚまたは５０Ｈｚ）であるローパスフィルタとして機能させる。

明　細　書

発明の名称 ： フィルタリング装置、方法、プログラム、記録媒体

技術分野

[0001]　本発明は、心磁の計測結果などのノイズ除去に関する。

背景技術

[0002]　従来より、心電および心磁の計測が知られており（特許文献１、特許文献２および特許文献３を参照）、心磁の計測結果のノイズ除去については、特許文献４および特許文献５に記載の技術が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：再公表特許ＷＯ２００６／０６８１４５号明細書

特許文献2：特開２０１９－０１０４８３号公報

特許文献3：特開２０１６－２０９０１９号公報

特許文献4：特開２０１７－１３３９９３号公報

特許文献5：特開２０１８－００７８２１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　しかしながら、上記のような従来技術によっても、心磁の計測結果から、空調機器などによる環境ノイズ（例えば、空調によるノイズ）を除去することは難しい。

[0005]　これは、心磁の計測結果（Ｐ波、ＱＲＳ波およびＴ波）のうち、Ｐ波およびＴ波の帯域（０～１０Ｈｚ）は環境ノイズの帯域（２０Ｈｚ）と重ならない一方で、ＱＲＳ波の帯域（０～５０Ｈｚ）が環境ノイズの帯域（２０Ｈｚ）と重なっているからである。よって、単純に、環境ノイズの帯域（２０Ｈｚ）をカットオフ周波数としたローパスフィルタに、心磁の計測結果を与えても、ＱＲＳ波が大きく減衰してしまう。

[0006]　よって、心磁の計測結果を与えるローパスフィルタの特性を円滑に切り替

える必要がある。例えば、Ｐ波が入力されている間はカットオフ周波数を２０Ｈｚとし、次にＱＲＳ波が入力されている間はカットオフ周波数を５０Ｈｚに切り替え、さらにＴ波が入力されている間はカットオフ周波数を２０Ｈｚに切り替える必要がある。

[0007] そこで、本発明は、ノイズを除去する際に（例えば、心磁の計測結果などから環境ノイズを除去する際に）、ローパスフィルタの特性を円滑に切り替えることを課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明にかかるフィルタリング装置は、入力時点が異なる入力デジタルデータの各々に、変動タップ係数を乗じる乗算器を有するＦＩＲフィルタを備えるフィルタリング装置であって、入力時点がより新しい前記入力デジタルデータに乗じられる前記変動タップ係数から順に、第一タップ係数から第二タップ係数へと置き換え、前記第一タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が第一周波数であるローパスフィルタとして機能させ、前記第二タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が、前記第一周波数とは異なる第二周波数であるローパスフィルタとして機能させるように構成される。

[0009] 上記のように構成されたフィルタリング装置は、入力時点が異なる入力デジタルデータの各々に、変動タップ係数を乗じる乗算器を有するＦＩＲフィルタを備える。入力時点がより新しい前記入力デジタルデータに乗じられる前記変動タップ係数から順に、第一タップ係数から第二タップ係数へと置き換える。前記第一タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が第一周波数であるローパスフィルタとして機能させる。前記第二タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が、前記第一周波数とは異なる第二周波数であるローパスフィルタとして機能させる。

[0010] なお、本発明にかかるフィルタリング装置は、前記乗算器による乗算を行うごとに、前記変動タップ係数の置き換えを行うようにしてもよい。

[0011] なお、本発明にかかるフィルタリング装置は、前記乗算器の出力の各々を

、最も新しい前記入力デジタルデータの入力時点に合わせるように遅延させながら合計する遅延合計部を備えるようにしてもよい。

[0012] なお、本発明にかかるフィルタリング装置は、前記乗算器に、前記変動タップ係数の各々が記録され、前記乗算器に記録される前記変動タップ係数の全てを、所定の時点で、前記第一タップ係数から前記第二タップ係数へと置き換えるようにしてもよい。

[0013] なお、本発明にかかるフィルタリング装置は、前記乗算器の入力の各々を、最も新しい前記入力デジタルデータの入力時点に合わせるように遅延させる遅延部と、前記乗算器の出力を合計する合計部とを備えるようにしてもよい。

[0014] なお、本発明にかかるフィルタリング装置は、前記第一周波数が前記第二周波数よりも小さいようにしてもよい。

[0015] なお、本発明にかかるフィルタリング装置は、前記入力デジタルデータは、心磁図のＰ波およびＱＲＳ波を表すデータを含むようにしてもよい。

[0016] なお、本発明にかかるフィルタリング装置は、前記心磁図の波形において、前記ＱＲＳ波が開始した時点で、前記変動タップ係数の置き換えを開始するようにしてもよい。

[0017] なお、本発明にかかるフィルタリング装置は、前記入力デジタルデータが、複数の心磁センサにより取得されたものであり、前記ＱＲＳ波の近傍であって、複数の前記心磁センサの出力とその平均値との差の２乗平均が、最初に極小値をとる時点を、前記ＱＲＳ波が開始した時点とするようにしてもよい。

[0018] なお、本発明にかかるフィルタリング装置は、前記第一周波数が前記第二周波数よりも大きいようにしてもよい。

[0019] なお、本発明にかかるフィルタリング装置は、前記入力デジタルデータは、心磁図のＰ波、ＱＲＳ波およびＴ波を表すデータを含むようにしてもよい。

[0020] なお、本発明にかかるフィルタリング装置は、前記心磁図の波形において

、前記ＱＲＳ波が終了した時点で、前記変動タップ係数の置き換えを開始するようにしてもよい。

[0021] なお、本発明にかかるフィルタリング装置は、前記入力デジタルデータが、複数の心磁センサにより取得されたものであり、前記ＱＲＳ波の近傍であって、複数の前記心磁センサの出力とその平均値との差の２乗平均が、２番目に極小値をとる時点を、前記ＱＲＳ波が終了した時点とするようにしてもよい。

[0022] 本発明は、入力時点が異なる入力デジタルデータの各々に、変動タップ係数を乗じる乗算器を有するＦＩＲフィルタによるフィルタリング方法であって、入力時点がより新しい前記入力デジタルデータに乗じられる前記変動タップ係数から順に、第一タップ係数から第二タップ係数へと置き換える工程を備え、前記第一タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が第一周波数であるローパスフィルタとして機能させ、前記第二タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が、前記第一周波数とは異なる第二周波数であるローパスフィルタとして機能させるフィルタリング方法である。

[0023] 本発明は、入力時点が異なる入力デジタルデータの各々に、変動タップ係数を乗じる乗算器を有するＦＩＲフィルタによるフィルタリング処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、前記フィルタリング処理は、入力時点がより新しい前記入力デジタルデータに乗じられる前記変動タップ係数から順に、第一タップ係数から第二タップ係数へと置き換える工程を備え、前記第一タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が第一周波数であるローパスフィルタとして機能させ、前記第二タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が、前記第一周波数とは異なる第二周波数であるローパスフィルタとして機能させるプログラムである。

[0024] 本発明は、入力時点が異なる入力デジタルデータの各々に、変動タップ係数を乗じる乗算器を有するＦＩＲフィルタによるフィルタリング処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読

み取り可能な記録媒体であって、前記フィルタリング処理は、入力時点がより新しい前記入力デジタルデータに乗じられる前記変動タップ係数から順に、第一タップ係数から第二タップ係数へと置き換える工程を備え、前記第一タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が第一周波数であるローパスフィルタとして機能させ、前記第二タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が、前記第一周波数とは異なる第二周波数であるローパスフィルタとして機能させる記録媒体である。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]第一の実施形態にかかる磁気測定装置の構成を示す機能ブロック図である。

[図2]フィルタリング装置２０の構成を示す機能ブロック図である。

[図3]置換時点指定部２４の構成を示す機能ブロック図である。

[図4]分散値Ｖ（ｎ）とサンプリングされた時点ｎとの対応関係（図４（ａ））と、心磁センサＤ１～Ｄ２５のいずれかの出力とサンプリングされた時点ｎとの対応関係（図４（ｂ））とを示すグラフである。

[図5]入力時点（サンプリングされた時点）ｎ＝２のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。

[図6]入力時点（サンプリングされた時点）ｎ＝３のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。

[図7]入力時点（サンプリングされた時点）ｎの＝４のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。

[図8]入力時点（サンプリングされた時点）ｎ＝５のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。

[図9]第一の実施形態の変形例にかかる、入力時点（サンプリングされた時点）ｎ＝２のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。

[図10]第一の実施形態の変形例にかかる、入力時点（サンプリングされた時点）ｎ＝３のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。

[図11]第一の実施形態の変形例にかかる、入力時点（サンプリングされた時

点）ｎの＝４のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。

[図12]第一の実施形態の変形例にかかる、入力時点（サンプリングされた時点）ｎ＝５のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明の実施形態を図面を参照しながら説明する。

[0027] 第一の実施形態

図１は、第一の実施形態にかかる磁気測定装置の構成を示す機能ブロック図である。第一の実施形態にかかる磁気測定装置（例えば、心磁計）は、磁気センサ群１０、フィルタリング装置２０を備える。

[0028] 磁気センサ群１０は、磁気センサＤ１～Ｄ２５を有する。磁気センサＤ１～Ｄ２５は、磁気を測定するデジタルセンサであり、磁束密度[pT]を、磁気センサＤ１～Ｄ２５によりサンプリングされた順番ｎ（＝０、１、２、…）に対応づけて出力する。なお、サンプリングされた時点[ms]＝（サンプリング周期）×ｎであるため、サンプリングされた時点とｎとは対応関係がある。よって、磁気センサＤ１～Ｄ２５は、測定結果である磁束密度[pT]を、サンプリングされた時点に対応づけて出力しているといえる。また、サンプリングされた順番ｎから一義的にサンプリングされた時点を導出できることから、説明の便宜上、サンプリングされた順番ｎを、サンプリングされた時点として取り扱う。

[0029] なお、磁気センサＤ１～Ｄ２５は、５行５列に配置されている。横１行目には、Ｄ１、Ｄ２、…、Ｄ５が配置されている。横２行目には、Ｄ６、Ｄ７、…、Ｄ１０が配置されている。横３行目には、Ｄ１１、Ｄ１２、…、Ｄ１５が配置されている。横４行目には、Ｄ１６、Ｄ１７、…、Ｄ２０が配置されている。横５行目には、Ｄ２１、Ｄ２２、…、Ｄ２５が配置されている。なお、磁気センサの個数および配列は、単なる一例に過ぎない。例えば、６４個の磁気センサを８行８列に配置するようにしてもかまわない。

[0030] また、サンプリングされた順番（サンプリングされた時点）ｎに対応付けられた磁気センサＤ１～Ｄ２５の測定結果を、Ｄ１（ｎ）、Ｄ２（ｎ）、～

Ｄ２４（ｎ）、Ｄ２５（ｎ）と表記する。

[0031] 磁気センサ群１０は、例えば、被験者の胸部に取り付けられる。この場合、磁気センサＤ１～Ｄ２５は、心臓からの磁場を検出する心磁センサである。

[0032] フィルタリング装置２０は、磁気センサＤ１～Ｄ２５の各々から測定結果を受け、環境ノイズ（例えば、空調によるノイズ）をフィルタリングして出力する。

[0033] 図２は、フィルタリング装置２０の構成を示す機能ブロック図である。フィルタリング装置２０は、ＦＩＲフィルタ２２、置換時点指定部２４を備える。

[0034] 図３は、置換時点指定部２４の構成を示す機能ブロック図である。置換時点指定部２４は、平均値導出部２４２、分散値導出部２４４、極小時点導出部２４６を有する。

[0035] 複数の心磁センサＤ１～Ｄ２５により取得された測定結果Ｄ１（ｎ）、Ｄ２（ｎ）、～Ｄ２４（ｎ）、Ｄ２５（ｎ）を入力デジタルデータという。複数の心磁センサＤ１～Ｄ２５は、測定結果Ｄ１（ｎ）、Ｄ２（ｎ）、～Ｄ２４（ｎ）、Ｄ２５（ｎ）を出力する。

[0036] 平均値導出部２４２は、複数の心磁センサＤ１～Ｄ２５からその出力を受け、複数の心磁センサの出力Ｄ１（ｎ）～Ｄ２５（ｎ）の平均値Ｄ（ｎ）ａｖｅを出力する。平均値Ｄ（ｎ）ａｖｅは、以下の式（１）の通りである。

[0037] [数1]

$$D(n)ave = (1/25) \times (D1(n) + D2(n) + \cdots + D24(n) + D25(n)) \quad (1)$$

分散値導出部２４４は、複数の心磁センサＤ１～Ｄ２５からその出力Ｄ１（ｎ）～Ｄ２５（ｎ）を受け、さらに、平均値導出部２４２から平均値Ｄ（ｎ）ａｖｅを受ける。さらに、分散値導出部２４４は、複数の心磁センサの出力Ｄ１（ｎ）～Ｄ２５（ｎ）とその平均値Ｄ（ｎ）ａｖｅとの差の２乗平均（すなわち、分散値Ｖ（ｎ））を導出する。２乗平均（分散値Ｖ（ｎ））は、以下の式（２）の通りである。すなわち、分散値Ｖ（ｎ）は、Dp(n)-D(n)aveの２乗の平均（ただし、ｐ＝１、２、…２４、２５）である。

[0038] [数2]

$$V(n) = (1/25) \times ((D1(n) - D(n)ave)^2 + (D2(n) - D(n)ave)^2 + \cdots + (D24(n) - D(n)ave)^2 + (D25(n) - D(n)ave)^2) \quad (2)$$

極小時点導出部２４６は、分散値Ｖ（ｎ）が極小値をとる時点を導出する。

[0039] 図４は、分散値Ｖ（ｎ）とサンプリングされた時点ｎとの対応関係（図４（ａ））と、心磁センサＤ１～Ｄ２５のいずれかの出力とサンプリングされた時点ｎとの対応関係（図４（ｂ））とを示すグラフである。

[0040] 図４（ｂ）を参照して、入力デジタルデータは、心磁図のＰ波、ＱＲＳ波およびＴ波を表すデータを含む。ただし、図４（ｂ）は、入力デジタルデータのうち、心磁センサＤ１～Ｄ２５のいずれかの出力を図示している。

[0041] 図４（ａ）を参照して、ＱＲＳ波の近傍において、分散値Ｖ（ｎ）が最初に極小値をとる時点をｎ１とする。ＱＲＳ波の近傍において、分散値Ｖ（ｎ）が２番目に極小値をとる時点をｎ２とする。

[0042] 図４（ａ）および図４（ｂ）を参照して、分散値Ｖ（ｎ）が最初に極小値をとる時点ｎ１は、ＱＲＳ波が開始した時点となる。

[0043] 置換時点指定部２４の極小時点導出部２４６は、ＱＲＳ波が開始した時点ｎ１を、ＦＩＲフィルタ２２に与える。

[0044] ＦＩＲフィルタ２２には、入力デジタルデータＤｍ（０）、Ｄｍ（１）、Ｄｍ（２）、…が入力される。ただし、ｍ＝１、２、…、２５のいずれかである。例えば、ＦＩＲフィルタ２２には入力デジタルデータＤ１（０）、Ｄ１（１）、Ｄ１（２）、…が入力される。ただし、ＦＩＲフィルタ２２にはＤ２（０）、Ｄ２（１）、Ｄ２（２）、…が入力されてもよく、Ｄ２５（０）、Ｄ２５（１）、Ｄ２５（２）、…が入力されてもよい。

[0045] ＦＩＲフィルタ２２は、必要に応じ、磁気センサＤ１～Ｄ２５ごとに設けてもよい。この場合、入力デジタルデータＤ１（０）、Ｄ１（１）、Ｄ１（２）、…が入力されるＦＩＲフィルタ２２と、入力デジタルデータＤ２（０）、Ｄ２（１）、Ｄ２（２）、…が入力されるＦＩＲフィルタ２２と、…、入力デジタルデータＤ２５（０）、Ｄ２５（１）、Ｄ２５（２）、…が入力されるＦＩＲフィルタ２２とが設けられることになる（ＦＩＲフィルタ２２が２５個設けられることになる）。

[0046] 入力デジタルデータは、磁気センサＤ１～Ｄ２５によりサンプリングされると同時に、ＦＩＲフィルタ２２に与えられるものとみなすことができる。よって、磁気センサＤ１～Ｄ２５によりサンプリングされた時点ｎは、ＦＩＲフィルタ２２に入力された時点（入力時点）といえる。

[0047] 図５は、入力時点（サンプリングされた時点）ｎ＝２のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。図６は、入力時点（サンプリングされた時点）ｎ＝３のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。図７は、入力時点（サンプリングされた時点）ｎの＝４のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。図８は、入力時点（サンプリングされた時点）ｎ＝５のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。

[0048] ただし、図５～図８において、Ｄｍ（５）、Ｄｍ（４）、Ｄｍ（３）、Ｄ

ｍ（２）、Ｄｍ（１）、Ｄｍ（０）を、図示の便宜上、ｘ［５］、ｘ［４］、ｘ［３］、ｘ［２］、ｘ［１］、ｘ［０］と表記する。すなわち、Ｄｍ（ｎ）をｘ［ｎ］と表記する。

[0049] 図５を参照して、ＦＩＲフィルタ２２は、遅延合計部２２０、乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒを有する。ＦＩＲフィルタ２２は、転置形ＦＩＲフィルタである。

[0050] ＦＩＲフィルタ２２には入力デジタルデータｘ［２］が入力されるが、ＦＩＲフィルタ２２による処理を終えていない入力デジタルデータｘ［１］、ｘ［０］も処理が行われる。

[0051] 乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒは、それぞれ、入力時点ｎが異なる入力デジタルデータｘ［０］、ｘ［１］、ｘ［２］の各々に、変動タップ係数を乗じる。変動タップ係数は、ａ０（ｘ［２］に乗じられるもの）、ａ１（ｘ［１］に乗じられるもの）、ａ２（ｘ［０］に乗じられるもの）である。変動タップ係数（ａ０、ａ１、ａ２）（第一タップ係数）は、ＦＩＲフィルタ２２を、カットオフ周波数が第一周波数（２０Ｈｚ）であるローパスフィルタとして機能させるものである。

[0052] カットオフ周波数が第一周波数（２０Ｈｚ）であるローパスフィルタとしてＦＩＲフィルタ２２が機能する場合、心磁図のＰ波（０～１０Ｈｚ）から環境ノイズ（例えば、空調によるノイズの２０Ｈｚ）をカットするのに適している（図４（ｂ）参照）。

[0053] 遅延合計部２２０は、遅延器２２４ｐ、２２４ｑ、加算器２２６ｑ、２２６ｒを有する。遅延器２２４ｐは、乗算器２２２ｐの出力をサンプリング周期の１周期に等しい時間だけ遅延させて出力する。加算器２２６ｑは、遅延器２２４ｐの出力と、乗算器２２２ｑの出力とを加算して出力する。遅延器２２４ｑは、加算器２２６ｑの出力をサンプリング周期の１周期に等しい時間だけ遅延させて出力する。加算器２２６ｒは、遅延器２２４ｑの出力と、乗算器２２２ｒの出力とを加算して出力する。加算器２２６ｒの出力が、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［ｎ］である（図５の場合は、ｙ［２］）。

[0054] 乗算器２２２ｐの出力（ａ２ｘ［０］）は、遅延器２２４ｐおよび遅延器２２４ｑにより、最も新しい入力デジタルデータｘ［２］の入力時点ｎ（＝２）に合わせるように、サンプリング周期の２周期に等しい時間だけ遅延されながら、加算器２２６ｑおよび加算器２２６ｒにより、乗算器２２２ｑの出力および乗算器２２２ｒの出力と合計される。

[0055] 乗算器２２２ｑの出力（ａ１ｘ［１］）は、遅延器２２４ｑにより、最も新しい入力デジタルデータｘ［２］の入力時点ｎ（＝２）に合わせるように、サンプリング周期の１周期に等しい時間だけ遅延されながら、加算器２２６ｒにより、乗算器２２２ｒの出力と合計される。

[0056] よって、遅延合計部２２０は、乗算器２２２ｐ、２２２ｑの出力の各々を、最も新しい入力デジタルデータｘ［２］の入力時点ｎ（＝２）に合わせるように遅延させながら合計する。よって、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［２］＝ａ０ｘ［２］＋ａ１ｘ［１］＋ａ２ｘ［０］である。

[0057] なお、図８を参照して、入力時点ｎが異なる入力デジタルデータｘ［５］、ｘ［４］、ｘ［３］の各々に乗じられる変動タップ係数は、ｂ０（ｘ［５］に乗じられるもの）、ｂ１（ｘ［４］に乗じられるもの）、ｂ２（ｘ［３］に乗じられるもの）である。変動タップ係数（ｂ０、ｂ１、ｂ２）（第二タップ係数）は、ＦＩＲフィルタ２２を、カットオフ周波数が第二周波数（５０Ｈｚ）であるローパスフィルタとして機能させるものである。

[0058] なお、第一周波数（２０Ｈｚ）が第二周波数（５０Ｈｚ）よりも小さい。

[0059] カットオフ周波数が第二周波数（５０Ｈｚ）であるローパスフィルタとしてＦＩＲフィルタ２２が機能する場合、心磁図のＱＲＳ波（０～５０Ｈｚ）から環境ノイズ（例えば、空調によるノイズの２０Ｈｚ）をカットするのに適している（図４（ｂ）参照）。

[0060] しかし、ＱＲＳ波が開始した時点で、ただちに、変動タップ係数を、第一タップ係数（ａ０、ａ１、ａ２）から第二タップ係数（ｂ０、ｂ１、ｂ２）に変更してしまうと、ＦＩＲフィルタ２２の出力におけるＰ波とＱＲＳ波との間に不連続な部分が生じてしまう。

[0061] そこで、変動タップ係数を、ＱＲＳ波が開始した時点で、第一タップ係数（ａ０、ａ１、ａ２）から第二タップ係数（ｂ０、ｂ１、ｂ２）に徐々に切り替えることで、ローパスフィルタとして機能するＦＩＲフィルタ２２の特性を円滑に切り替える。

[0062] ここで、ＱＲＳ波が開始した時点ｎ１が、入力時点ｎ＝３のタイミングであるとする。

[0063] 心磁図の波形において、ＱＲＳ波が開始した時点ｎ＝３（図６参照）で、変動タップ係数の置き換えを開始する。

[0064] 置き換えの手順は、入力時点ｎがより新しい入力デジタルデータに乗じられる変動タップ係数から順に、第一タップ係数（ａ２、ａ１、ａ０）から第二タップ係数（ｂ２、ｂ１、ｂ０）へと置き換えるものとする。ただし、乗算器２２２ｒによる乗算を行うごとに、変動タップ係数の置き換えを行う。

[0065] まず、入力時点ｎ＝２（図５参照）において、変動タップ係数は、第一タップ係数（ａ２、ａ１、ａ０）である。ここで、入力時点ｎが最新の入力デジタルデータｘ［２］に乗じられる変動タップ係数はａ０であり、次に新しい入力デジタルデータｘ［１］に乗じられる変動タップ係数はａ１であり、最も古い入力デジタルデータｘ［０］に乗じられる変動タップ係数はａ２である。

[0066] よって、第一タップ係数（ａ０、ａ１、ａ２）を、ａ０、ａ１、ａ２の順に、第二タップ係数（ｂ０、ｂ１、ｂ２）へと置き換える。すなわち、変動タップ係数は、（ａ０、ａ１、ａ２）（図５参照）、（ｂ０、ａ１、ａ２）（図６参照）、（ｂ０、ｂ１、ａ２）（図７参照）、（ｂ０、ｂ１、ｂ２）（図８参照）へと変化していく。

[0067] 図５において、乗算器２２２ｒが乗算を行った時点（ｎ＝２の時点）では変動タップ係数（ａ０、ａ１、ａ２）であり、図６において、乗算器２２２ｒが乗算を行った時点（ｎ＝３の時点）では変動タップ係数（ｂ０、ａ１、ａ２）であり、図７において、乗算器２２２ｒが乗算を行った時点（ｎ＝４の時点）では変動タップ係数（ｂ０、ｂ１、ａ２）であり、図８において、

乗算器２２２ｒが乗算を行った時点（ｎ＝５の時点）では変動タップ係数（ｂ０、ｂ１、ｂ２）である。このように、乗算器２２２ｒが乗算を行うごとに、変動タップ係数の置き換えが行われる。

[0068] このような変動タップ係数の置き換えを実現するためには、乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒに、変動タップ係数の各々を記録しておく。そして、乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒに記録される変動タップ係数の全てを、所定の時点（例えば、ＱＲＳ波が開始した時点ｎ＝３）で、第一タップ係数（ａ２、ａ１、ａ０）から第二タップ係数（ｂ２、ｂ１、ｂ０）へと置き換える。

[0069] 図５を参照して、ｎ＝２の時点では、変動タップ係数はａ２、ａ１、ａ０である。次に、図６を参照して、ｎ＝３の時点で、乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒに記録される変動タップ係数の全てが、ｂ２、ｂ１、ｂ０へと置き換わる。乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒは、それぞれ、入力時点ｎが異なる入力デジタルデータｘ［１］、ｘ［２］、ｘ［３］の各々に、変動タップ係数を乗じる。乗算器２２２ｒの乗算は、ｎ＝３の時点で行われるため、乗算器２２２ｒの出力はｂ０ｘ［３］となる。しかし、乗算器２２２ｐ、２２２ｑの乗算は、それぞれ、ｎ＝１、２の時点で行われるため、変動タップ係数はａ２、ａ１である。よって、乗算器２２２ｐ、２２２ｑの出力は、それぞれ、ａ２ｘ［１］、ａ１ｘ［２］となる。

[0070] よって、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［３］＝ｂ０ｘ［３］＋ａ１ｘ［２］＋ａ２ｘ［１］である。すると、変動タップ係数は（ｂ０、ａ１、ａ２）となる。

[0071] 次に、図７を参照して、乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒは、それぞれ、入力時点ｎが異なる入力デジタルデータｘ［２］、ｘ［３］、ｘ［４］の各々に、変動タップ係数を乗じる。乗算器２２２ｒの乗算は、ｎ＝４の時点で行われるため、乗算器２２２ｒの出力はｂ０ｘ［４］となる。乗算器２２２ｑの乗算は、ｎ＝３の時点で行われるため、乗算器２２２ｑの出力はｂ１ｘ［３］となる。しかし、乗算器２２２ｐの乗算は、ｎ＝２の時点で行わ

れるため、変動タップ係数はａ２である。よって、乗算器２２２ｐの出力は、ａ２ｘ［２］となる。

[0072] よって、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［４］＝ｂ０ｘ［４］＋ｂ１ｘ［３］＋ａ２ｘ［２］である。すると、変動タップ係数は（ｂ０、ｂ１、ａ２）となる。

[0073] 最後に、図８を参照して、乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒは、それぞれ、入力時点ｎが異なる入力デジタルデータｘ［３］、ｘ［４］、ｘ［５］の各々に、変動タップ係数を乗じる。乗算器２２２ｒの乗算は、ｎ＝５の時点で行われるため、乗算器２２２ｒの出力はｂ０ｘ［５］となる。乗算器２２２ｑの乗算は、ｎ＝４の時点で行われるため、乗算器２２２ｑの出力はｂ１ｘ［４］となる。乗算器２２２ｐの乗算は、ｎ＝３の時点で行われるため、変動タップ係数はｂ２である。よって、乗算器２２２ｐの出力は、ｂ２ｘ［３］となる。

[0074] よって、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［５］＝ｂ０ｘ［５］＋ｂ１ｘ［４］＋ｂ２ｘ［３］である。すると、変動タップ係数は（ｂ０、ｂ１、ｂ２）となる。

[0075] 次に、第一の実施形態の動作を説明する。

[0076] まず、磁気センサ群１０（図１参照）を被験者の胸部に取り付け、磁気センサＤ１～Ｄ２５の各々が心臓からの磁場を検出し、サンプリングされた順番ｎ（＝０、１、２、…）（入力時点）に対応づけて出力する。

[0077] 磁気センサＤ１～Ｄ２５の出力Ｄ１（ｎ）、Ｄ２（ｎ）、～Ｄ２４（ｎ）、Ｄ２５（ｎ）は、フィルタリング装置２０の置換時点指定部２４に与えられる。置換時点指定部２４は、分散値Ｖ（ｎ）が、ＱＲＳ波の近傍において、最初に極小値をとる時点ｎ１（図４参照）をＦＩＲフィルタ２２に与える。例えばｎ１は、入力時点ｎ＝３のタイミングである。時点ｎ１は、ＱＲＳ波が開始した時点である。

[0078] ＦＩＲフィルタ２２における変動タップ係数は、最初は、第一タップ係数（ａ０、ａ１、ａ２）であり（図５参照）、心磁図のＰ波（０～１０Ｈｚ）

から環境ノイズ（例えば、空調によるノイズの２０Ｈｚ）をカットするのに適している（図４（ｂ）参照）。

[0079] その後、ｎ＝３の時点で、乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒに記録される変動タップ係数の全てを、第一タップ係数（ａ２、ａ１、ａ０）から第二タップ係数（ｂ２、ｂ１、ｂ０）へと置き換える（図６参照）。

[0080] すると、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［３］＝ｂ０ｘ［３］＋ａ１ｘ［２］＋ａ２ｘ［１］（変動タップ係数ｂ０、ａ１、ａ２：図６参照）、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［４］＝ｂ０ｘ［４］＋ｂ１ｘ［３］＋ａ２ｘ［２］（変動タップ係数ｂ０、ｂ１、ａ２：図７参照）、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［５］＝ｂ０ｘ［５］＋ｂ１ｘ［４］＋ｂ２ｘ［３］（変動タップ係数ｂ０、ｂ１、ｂ２：図８参照）というように、変動タップ係数が、第一タップ係数（ａ０、ａ１、ａ２）から第二タップ係数（ｂ０、ｂ１、ｂ２）へと徐々に切り替わる。

[0081] ＦＩＲフィルタ２２における変動タップ係数は、第二タップ係数（ｂ０、ｂ１、ｂ２）と切り替わり（図８参照）、心磁図のＱＲＳ波（０～５０Ｈｚ）から環境ノイズ（例えば、空調によるノイズの２０Ｈｚ）をカットするのに適している（図４（ｂ）参照）。

[0082] 第一の実施形態によれば、ノイズを除去する際に（例えば、心磁の計測結果などから環境ノイズを除去する際に）、ローパスフィルタ（ＦＩＲフィルタ２２）の特性を円滑に切り替えることができる。

[0083] 変形例

なお、第一の実施形態においては、ＦＩＲフィルタ２２を転置形ＦＩＲフィルタであるとして説明したが、第一タップ係数（ａ０、ａ１、ａ２）を、ａ０、ａ１、ａ２の順に、第二タップ係数（ｂ０、ｂ１、ｂ２）へと置き換えることができれば、転置形ＦＩＲフィルタでなくてもよい。例えば、ＦＩＲフィルタ２２を直接形ＦＩＲフィルタとしてもよい。

[0084] 図９は、第一の実施形態の変形例にかかる、入力時点（サンプリングされた時点）ｎ＝２のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。図１０

は、第一の実施形態の変形例にかかる、入力時点（サンプリングされた時点）ｎ＝３のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。図１１は、第一の実施形態の変形例にかかる、入力時点（サンプリングされた時点）ｎの＝４のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。図１２は、第一の実施形態の変形例にかかる、入力時点（サンプリングされた時点）ｎ＝５のときのＦＩＲフィルタ２２の構成を示す図である。

[0085] 図９を参照して、第一の実施形態の変形例にかかるＦＩＲフィルタ２２は、遅延部２２７ｑ、２２７ｒ、乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒ、加算部２２８ｑ、２２８ｒを有する。第一の実施形態の変形例にかかるＦＩＲフィルタ２２は、直接形ＦＩＲフィルタである。

[0086] 遅延部２２７ｑは、乗算器２２２ｐの入力をサンプリング周期の１周期に等しい時間だけ遅延させて出力する。遅延部２２７ｒは、乗算器２２２ｑの入力をサンプリング周期の１周期に等しい時間だけ遅延させて出力する。

[0087] 加算部２２８ｑは、乗算器２２２ｐの出力と、乗算器２２２ｑの出力とを加算して出力する。加算部２２８ｒは、加算部２２８ｑの出力と、乗算器２２２ｒの出力とを加算して出力する。加算部２２８ｑおよび加算部２２８ｒが、乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒの出力を合計する合計部を構成する。

[0088] 乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒは、それぞれ、入力時点ｎが異なる入力デジタルデータｘ［２］、ｘ［１］、ｘ［０］の各々に、変動タップ係数ａ０、ａ１、ａ２を乗じる。

[0089] 遅延部２２７ｑは、乗算器２２２ｑの入力ｘ［１］を、最も新しい入力デジタルデータｘ［２］の入力時点ｎ（＝２）に合わせるように、サンプリング周期の１周期に等しい時間だけ遅延させる。

[0090] 遅延部２２７ｑおよび遅延部２２７ｒは、乗算器２２２ｒの入力ｘ［０］を、最も新しい入力デジタルデータｘ［２］の入力時点ｎ（＝２）に合わせるように、サンプリング周期の２周期に等しい時間だけ遅延させる。

[0091] よって、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［２］＝ａ０ｘ［２］＋ａ１ｘ［１

］＋ａ２ｘ［０］である。

[0092] 次に、図１０を参照して、ｎ＝３の時点で、乗算器２２２ｐに記録される変動タップ係数ａ０が、ｂ０へと置き換わる。乗算器２２２ｑ、２２２ｒに記録される変動タップ係数は、それぞれａ１、ａ２のままである。乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒは、それぞれ、入力時点ｎが異なる入力デジタルデータｘ［３］、ｘ［２］、ｘ［１］の各々に、変動タップ係数を乗じる。

[0093] よって、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［３］＝ｂ０ｘ［３］＋ａ１ｘ［２］＋ａ２ｘ［１］である。すると、変動タップ係数は（ｂ０、ａ１、ａ２）となる。

[0094] 次に、図１１を参照して、ｎ＝４の時点で、乗算器２２２ｑに記録される変動タップ係数ａ１が、ｂ１へと置き換わる。乗算器２２２ｒに記録される変動タップ係数は、ａ２のままである。乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒは、それぞれ、入力時点ｎが異なる入力デジタルデータｘ［４］、ｘ［３］、ｘ［２］の各々に、変動タップ係数を乗じる。

[0095] よって、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［４］＝ｂ０ｘ［４］＋ｂ１ｘ［３］＋ａ２ｘ［２］である。すると、変動タップ係数は（ｂ０、ｂ１、ａ２）となる。

[0096] 最後に、図１２を参照して、ｎ＝５の時点で、乗算器２２２ｒに記録される変動タップ係数ａ２が、ｂ２へと置き換わる。乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒは、それぞれ、入力時点ｎが異なる入力デジタルデータｘ［５］、ｘ［４］、ｘ［３］の各々に、変動タップ係数を乗じる。

[0097] よって、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［５］＝ｂ０ｘ［５］＋ｂ１ｘ［４］＋ｂ２ｘ［３］である。すると、変動タップ係数は（ｂ０、ｂ１、ｂ２）となる。

[0098] 第二の実施形態

第二の実施形態は、ＱＲＳ波が終了した時点で変動タップ係数の置き換えを開始する点で、ＱＲＳ波が開始した時点で変動タップ係数の置き換えを開

始する第一の実施形態と異なる。

[0099] 第二の実施形態にかかる磁気測定装置の構成は、第一の実施形態と同様であり、説明を省略する（図１参照）。

[0100] 第二の実施形態にかかるフィルタリング装置２０の構成の構成は、第一の実施形態とほぼ同様であるので（図２および図３参照）、第一の実施形態との相違点を以下に説明する。

[0101] 第二の実施形態にかかるフィルタリング装置２０は、ＦＩＲフィルタ２２、置換時点指定部２４を備える（図２参照）。置換時点指定部２４は、平均値導出部２４２、分散値導出部２４４、極小時点導出部２４６を有する（図３参照）。平均値導出部２４２および分散値導出部２４４は、第一の実施形態と同様であり説明を省略する（式（１）および式（２）を参照）。

[0102] 極小時点導出部２４６は、分散値Ｖ（ｎ）が極小値をとる時点を導出する。

[0103] 図４（ａ）および図４（ｂ）を参照して、分散値Ｖ（ｎ）が２番目に極小値をとる時点ｎ２は、ＱＲＳ波が終了した時点となる。

[0104] 置換時点指定部２４の極小時点導出部２４６は、ＱＲＳ波が終了した時点ｎ２を、ＦＩＲフィルタ２２に与える。

[0105] ＦＩＲフィルタ２２の構成は、第一の実施形態と同様である（図５～図８参照）。ただし、第一の実施形態とは反対に、第一周波数（５０Ｈｚ）が第二周波数（２０Ｈｚ）よりも小さい。

[0106] すなわち、第一タップ係数（ａ０、ａ１、ａ２）は、ＦＩＲフィルタ２２を、カットオフ周波数が第一周波数（５０Ｈｚ）であるローパスフィルタとして機能させるものである。カットオフ周波数が第一周波数（５０Ｈｚ）であるローパスフィルタとしてＦＩＲフィルタ２２が機能する場合、心磁図のＱＲＳ波（０～５０Ｈｚ）から環境ノイズ（例えば、空調によるノイズの２０Ｈｚ）をカットするのに適している（図４（ｂ）参照）。

[0107] また、第二タップ係数（ｂ０、ｂ１、ｂ２）は、ＦＩＲフィルタ２２を、カットオフ周波数が第二周波数（２０Ｈｚ）であるローパスフィルタとして

機能させるものである。カットオフ周波数が第二周波数（２０Ｈｚ）であるローパスフィルタとしてＦＩＲフィルタ２２が機能する場合、心磁図のＴ波（０～１０Ｈｚ）から環境ノイズ（例えば、空調によるノイズの２０Ｈｚ）をカットするのに適している（図４（ｂ）参照）。

[0108] ここで、ＱＲＳ波が終了した時点ｎ２が、入力時点ｎ＝３のタイミングであるとする。心磁図の波形において、ＱＲＳ波が終了した時点ｎ＝３（図６参照）で、変動タップ係数の置き換えを開始する。変動タップ係数の置き換えの手順は、第一の実施形態と同様であり、説明を省略する。

[0109] 次に、第二の実施形態の動作を説明する。

[0110] まず、磁気センサ群１０（図１参照）を被験者の胸部に取り付け、磁気センサＤ１～Ｄ２５の各々が心臓からの磁場を検出し、サンプリングされた順番ｎ（＝０、１、２、…）（入力時点）に対応づけて出力する。

[0111] 磁気センサＤ１～Ｄ２５の出力Ｄ１（ｎ）、Ｄ２（ｎ）、～Ｄ２４（ｎ）、Ｄ２５（ｎ）は、フィルタリング装置２０の置換時点指定部２４に与えられる。置換時点指定部２４は、分散値Ｖ（ｎ）が、ＱＲＳ波の近傍において、２番目に極小値をとる時点ｎ２（図４参照）をＦＩＲフィルタ２２に与える。例えばｎ２は、入力時点ｎ＝３のタイミングである。時点ｎ２は、ＱＲＳ波が終了した時点である。

[0112] ＦＩＲフィルタ２２における変動タップ係数は、最初は、第一タップ係数（ａ０、ａ１、ａ２）であり（図５参照）、心磁図のＱＲＳ波（０～５０Ｈｚ）から環境ノイズ（例えば、空調によるノイズの２０Ｈｚ）をカットするのに適している（図４（ｂ）参照）。

[0113] その後、ｎ＝３の時点で、乗算器２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒに記録される変動タップ係数の全てを、第一タップ係数（ａ２、ａ１、ａ０）から第二タップ係数（ｂ２、ｂ１、ｂ０）へと置き換える（図６参照）。

[0114] すると、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［３］＝ｂ０ｘ［３］＋ａ１ｘ［２］＋ａ２ｘ［１］（変動タップ係数ｂ０、ａ１、ａ２：図６参照）、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［４］＝ｂ０ｘ［４］＋ｂ１ｘ［３］＋ａ２ｘ［２］

（変動タップ係数ｂ０、ｂ１、ａ２：図７参照）、ＦＩＲフィルタ２２の出力ｙ［５］＝ｂ０ｘ［５］＋ｂ１ｘ［４］＋ｂ２ｘ［３］（変動タップ係数ｂ０、ｂ１、ｂ２：図８参照）というように、変動タップ係数が、第一タップ係数（ａ０、ａ１、ａ２）から第二タップ係数（ｂ０、ｂ１、ｂ２）へと徐々に切り替わる。

[0115] ＦＩＲフィルタ２２における変動タップ係数は、第二タップ係数（ｂ０、ｂ１、ｂ２）と切り替わり（図８参照）、心磁図のＴ波（０～１０Ｈｚ）から環境ノイズ（例えば、空調によるノイズの２０Ｈｚ）をカットするのに適している（図４（ｂ）参照）。

[0116] 第二の実施形態によれば、ノイズを除去する際に（例えば、心磁の計測結果などから環境ノイズを除去する際に）、ローパスフィルタ（ＦＩＲフィルタ２２）の特性を円滑に切り替えることができる。

[0117] 変形例

なお、第二の実施形態においては、ＦＩＲフィルタ２２を転置形ＦＩＲフィルタであるとして説明したが、第一タップ係数（ａ０、ａ１、ａ２）を、ａ０、ａ１、ａ２の順に、第二タップ係数（ｂ０、ｂ１、ｂ２）へと置き換えることができれば、転置形ＦＩＲフィルタでなくてもよい。例えば、ＦＩＲフィルタ２２を直接形ＦＩＲフィルタとしてもよい。

[0118] 第二の実施形態の変形例にかかるＦＩＲフィルタ２２の構成は、第一の実施形態の変形例（図９～図１２）と同様であり説明を省略する。ただし、第二の実施形態と同様に、第一タップ係数（ａ０、ａ１、ａ２）は、ＦＩＲフィルタ２２を、カットオフ周波数が第一周波数（５０Ｈｚ）であるローパスフィルタとして機能させるものである。また、第二タップ係数（ｂ０、ｂ１、ｂ２）は、ＦＩＲフィルタ２２を、カットオフ周波数が第二周波数（２０Ｈｚ）であるローパスフィルタとして機能させるものである。

[0119] また、上記の実施形態は、以下のようにして実現できる。ＣＰＵ、ハードディスク、メディア（ＵＳＢメモリ、ＣＤ－ＲＯＭなど）読み取り装置を備えたコンピュータに、上記の各部分、例えばＦＩＲフィルタ２２、置換時点

指定部２４を実現するプログラムを記録したメディアを読み取らせて、ハードディスクにインストールする。このような方法でも、上記の機能を実現できる。

符号の説明

[0120] １０　磁気センサ群

２０　フィルタリング装置

２２　ＦＩＲフィルタ

２２０　遅延合計部

２２４ｐ、２２４ｑ　遅延器

２２６ｑ、２２６ｒ　加算器

２２２ｐ、２２２ｑ、２２２ｒ　乗算器

２２７ｑ、２２７ｒ　遅延部

２２８ｑ、２２８ｒ　加算部（合計部）

２４　置換時点指定部

２４２　平均値導出部

２４４　分散値導出部

２４６　極小時点導出部

Ｄ１～Ｄ２５　磁気センサ

ｎ　入力時点（サンプリングされた時点）

Ｄ１（ｎ）、Ｄ２（ｎ）、～Ｄ２４（ｎ）、Ｄ２５（ｎ）　入力デジタルデータ

Ｄ（ｎ）ａｖｅ　平均値

Ｖ（ｎ）　分散値

ｎ１　ＱＲＳ波が開始した時点

ｎ２　ＱＲＳ波が終了した時点

ａ０、ａ１、ａ２　第一タップ係数

ｂ０、ｂ１、ｂ２　第二タップ係数

請求の範囲

[請求項1] 入力時点が異なる入力デジタルデータの各々に、変動タップ係数を乗じる乗算器を有するＦＩＲフィルタを備えるフィルタリング装置であって、

入力時点がより新しい前記入力デジタルデータに乗じられる前記変動タップ係数から順に、第一タップ係数から第二タップ係数へと置き換え、

前記第一タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が第一周波数であるローパスフィルタとして機能させ、

前記第二タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が、前記第一周波数とは異なる第二周波数であるローパスフィルタとして機能させる、

フィルタリング装置。

[請求項2] 請求項１に記載のフィルタリング装置であって、

前記乗算器による乗算を行うごとに、前記変動タップ係数の置き換えを行うフィルタリング装置。

[請求項3] 請求項２に記載のフィルタリング装置であって、

前記乗算器の出力の各々を、最も新しい前記入力デジタルデータの入力時点に合わせるように遅延させながら合計する遅延合計部を備えたフィルタリング装置。

[請求項4] 請求項３に記載のフィルタリング装置であって、

前記乗算器に、前記変動タップ係数の各々が記録され、

前記乗算器に記録される前記変動タップ係数の全てを、所定の時点で、前記第一タップ係数から前記第二タップ係数へと置き換えるフィルタリング装置。

[請求項5] 請求項２に記載のフィルタリング装置であって、

前記乗算器の入力の各々を、最も新しい前記入力デジタルデータの入力時点に合わせるように遅延させる遅延部と、

前記乗算器の出力を合計する合計部と、

を備えたフィルタリング装置。

[請求項6] 請求項１ないし５のいずれか一項に記載のフィルタリング装置であって、

前記第一周波数が前記第二周波数よりも小さいフィルタリング装置。

[請求項7] 請求項６に記載のフィルタリング装置であって、

前記入力デジタルデータは、心磁図のＰ波およびＱＲＳ波を表すデータを含むフィルタリング装置。

[請求項8] 請求項７に記載のフィルタリング装置であって、

前記心磁図の波形において、前記ＱＲＳ波が開始した時点で、前記変動タップ係数の置き換えを開始するフィルタリング装置。

[請求項9] 請求項８に記載のフィルタリング装置であって、

前記入力デジタルデータが、複数の心磁センサにより取得されたものであり、

前記ＱＲＳ波の近傍であって、複数の前記心磁センサの出力とその平均値との差の２乗平均が、最初に極小値をとる時点を、前記ＱＲＳ波が開始した時点とするフィルタリング装置。

[請求項10] 請求項１ないし５のいずれか一項に記載のフィルタリング装置であって、

前記第一周波数が前記第二周波数よりも大きいフィルタリング装置。

[請求項11] 請求項１０に記載のフィルタリング装置であって、

前記入力デジタルデータは、心磁図のＰ波、ＱＲＳ波およびＴ波を表すデータを含むフィルタリング装置。

[請求項12] 請求項１１に記載のフィルタリング装置であって、

前記心磁図の波形において、前記ＱＲＳ波が終了した時点で、前記変動タップ係数の置き換えを開始するフィルタリング装置。

[請求項13] 請求項１２に記載のフィルタリング装置であって、

前記入力デジタルデータが、複数の心磁センサにより取得されたものであり、

前記ＱＲＳ波の近傍であって、複数の前記心磁センサの出力とその平均値との差の２乗平均が、２番目に極小値をとる時点を、前記ＱＲＳ波が終了した時点とするフィルタリング装置。

[請求項14] 入力時点が異なる入力デジタルデータの各々に、変動タップ係数を乗じる乗算器を有するＦＩＲフィルタによるフィルタリング方法であって、

入力時点がより新しい前記入力デジタルデータに乗じられる前記変動タップ係数から順に、第一タップ係数から第二タップ係数へと置き換える工程を備え、

前記第一タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が第一周波数であるローパスフィルタとして機能させ、

前記第二タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が、前記第一周波数とは異なる第二周波数であるローパスフィルタとして機能させる、

フィルタリング方法。

[請求項15] 入力時点が異なる入力デジタルデータの各々に、変動タップ係数を乗じる乗算器を有するＦＩＲフィルタによるフィルタリング処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記フィルタリング処理は、

入力時点がより新しい前記入力デジタルデータに乗じられる前記変動タップ係数から順に、第一タップ係数から第二タップ係数へと置き換える工程を備え、

前記第一タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が第一周波数であるローパスフィルタとして機能させ、

前記第二タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数

が、前記第一周波数とは異なる第二周波数であるローパスフィルタとして機能させる、

プログラム。

[請求項16] 入力時点が異なる入力デジタルデータの各々に、変動タップ係数を乗じる乗算器を有するＦＩＲフィルタによるフィルタリング処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

前記フィルタリング処理は、

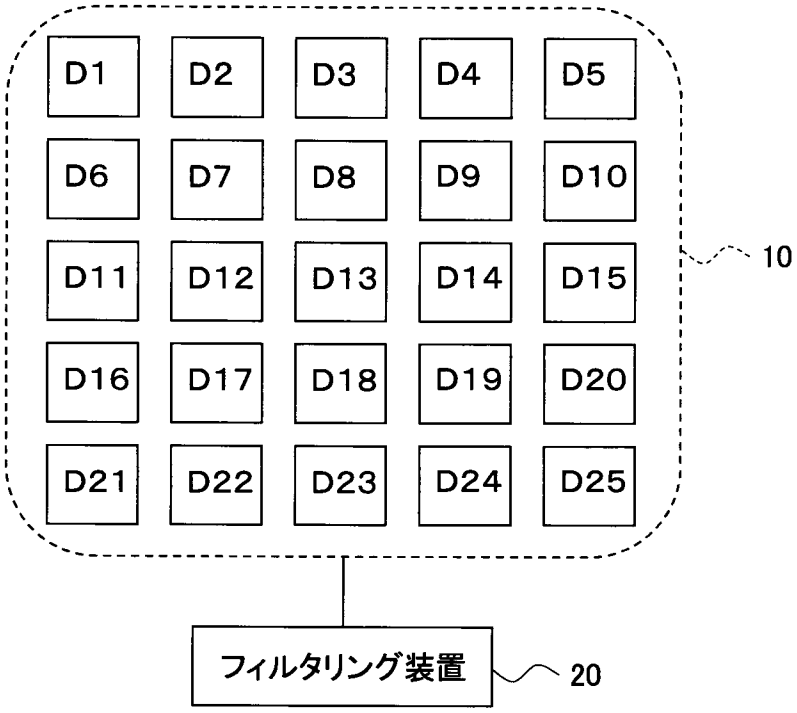
入力時点がより新しい前記入力デジタルデータに乗じられる前記変動タップ係数から順に、第一タップ係数から第二タップ係数へと置き換える工程を備え、

前記第一タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が第一周波数であるローパスフィルタとして機能させ、

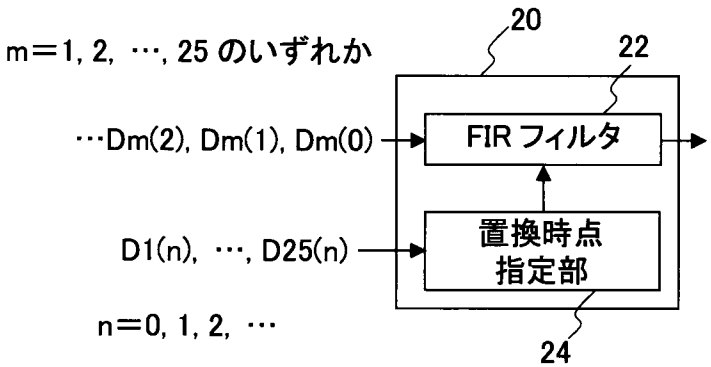
前記第二タップ係数は、前記ＦＩＲフィルタを、カットオフ周波数が、前記第一周波数とは異なる第二周波数であるローパスフィルタとして機能させる、

記録媒体。

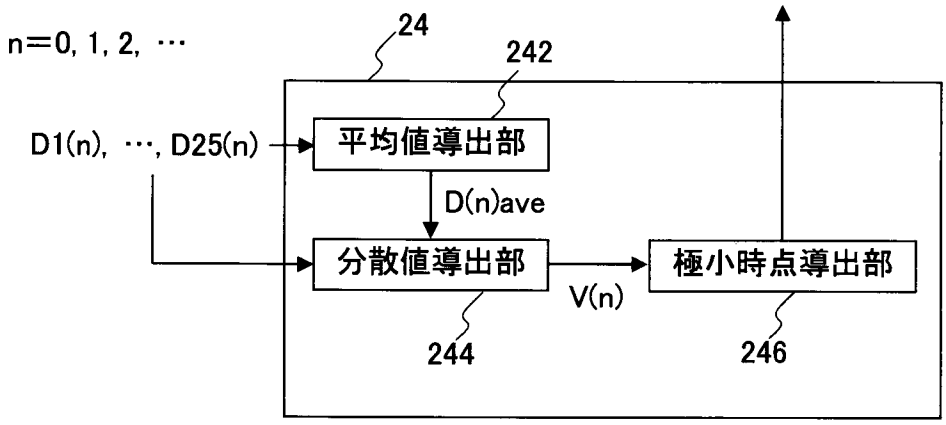
[図1]


D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
D10
D11
D12
D13
D14
D15
D16
D17
D18
D19
D20
D21
D22
D23
D24
D25
10
フィルタリング装置
20

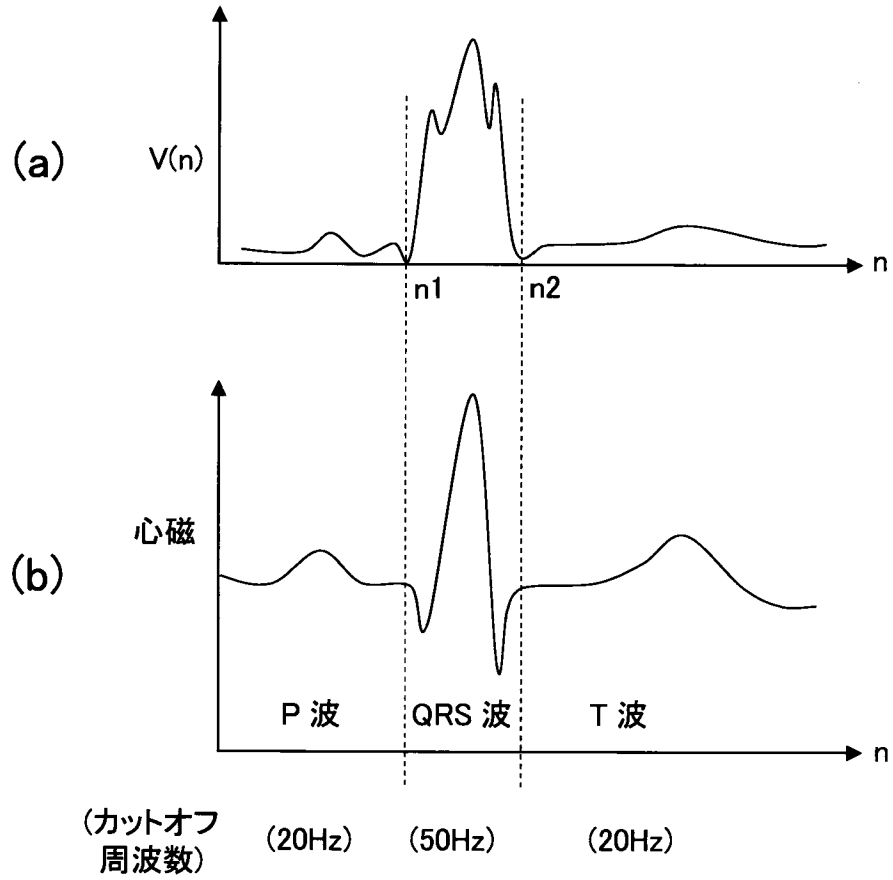
[図2]


m＝1, 2, …, 25 のいずれか
…Dm(2), Dm(1), Dm(0)
D1(n), …, D25(n)
n＝0, 1, 2, …
20
22
FIR フィルタ
置換時点
指定部
24

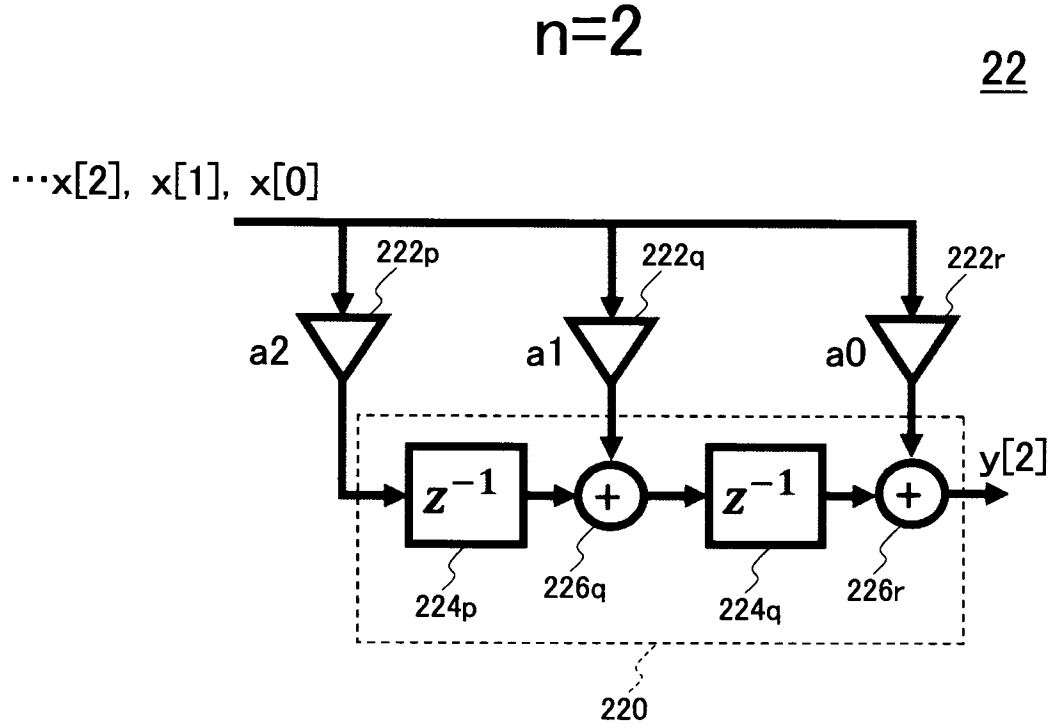
[図3]



[図4]

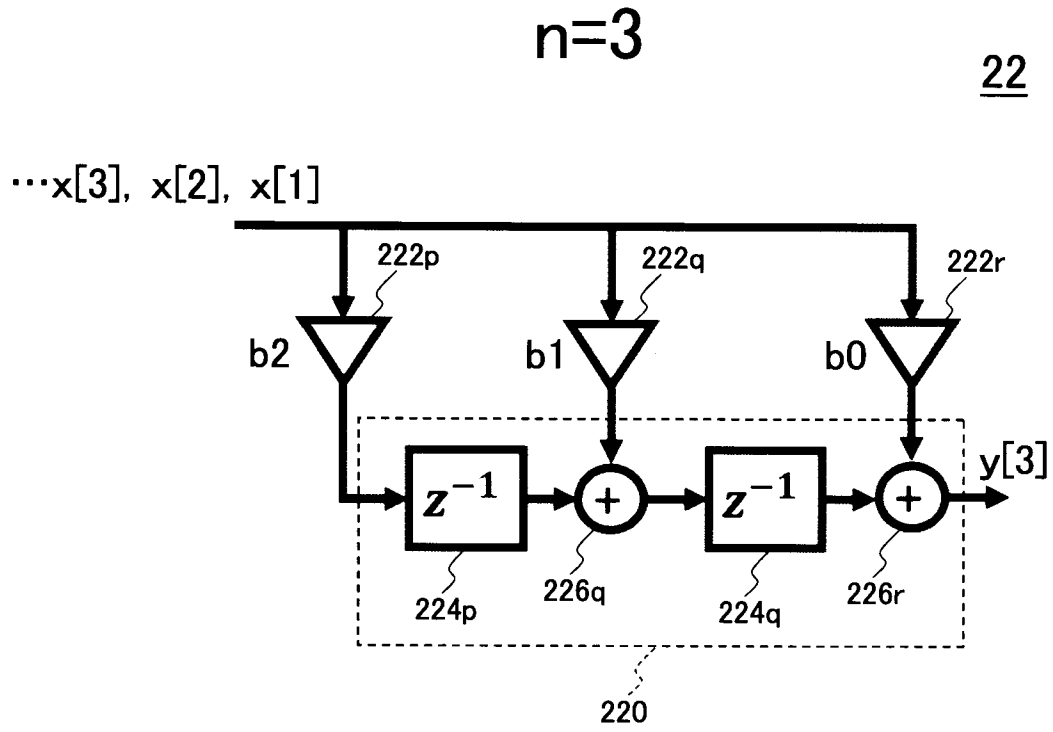


[図5]



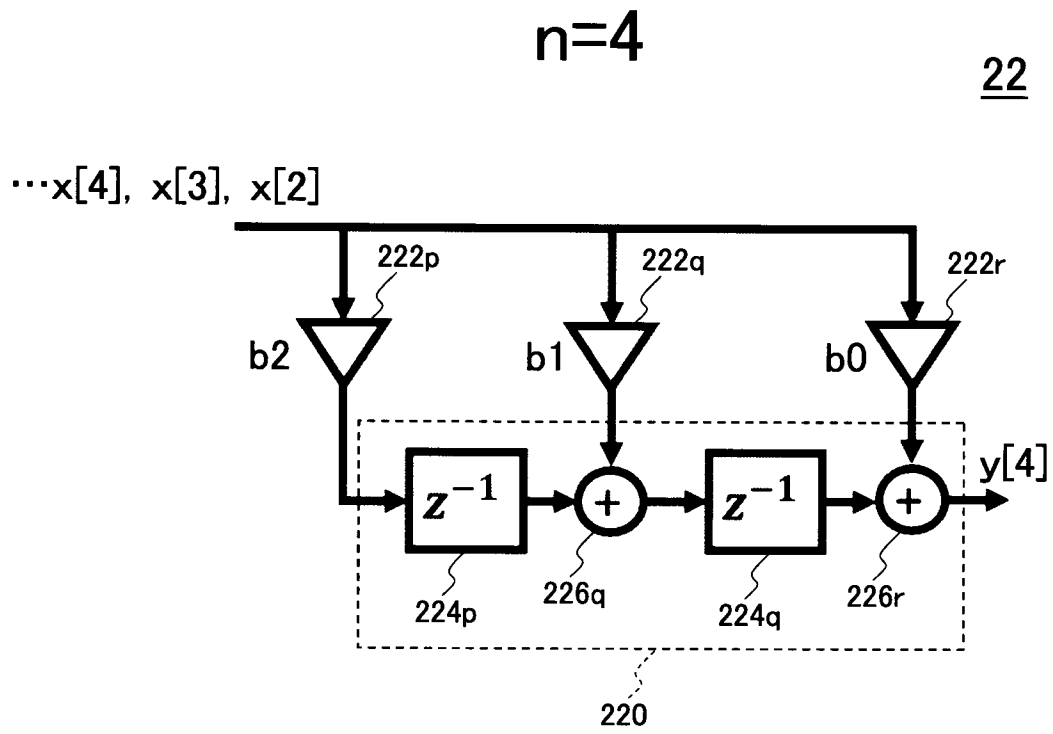
$$y[2] = a0x[2]+a1x[1]+a2x[0]$$

[図6]



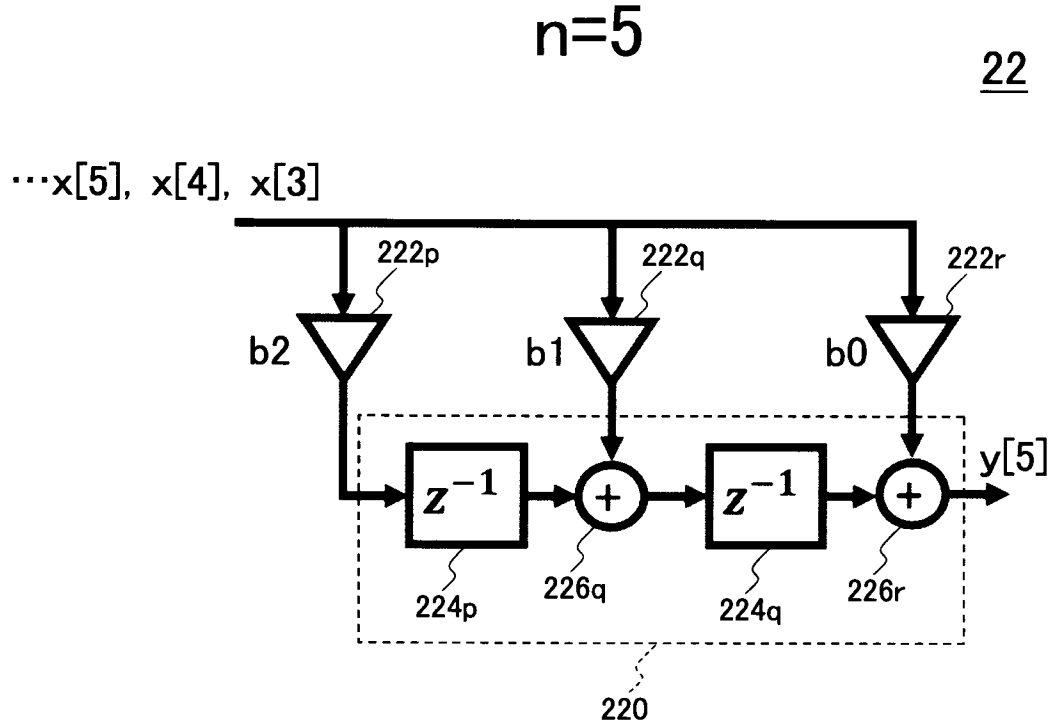
$$y[3] = b0x[3]+a1x[2]+a2x[1]$$

[図7]



$$y[4] = b0x[4]+b1x[3]+a2x[2]$$

[図8]

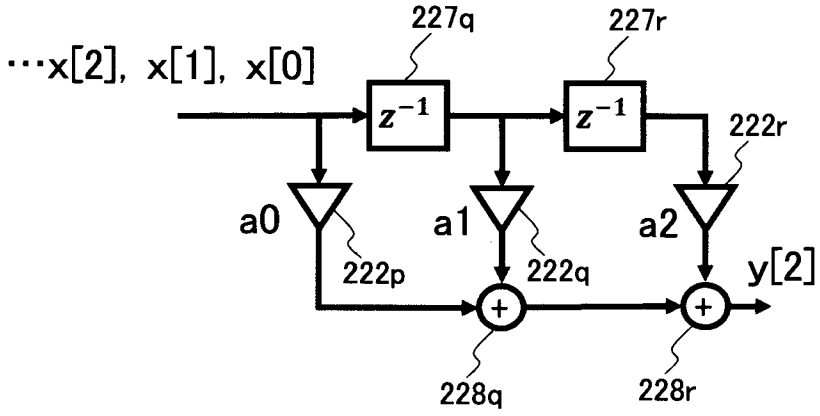


$$y[5] = b0x[5]+b1x[4]+b2x[3]$$

[図9]

n=2

22

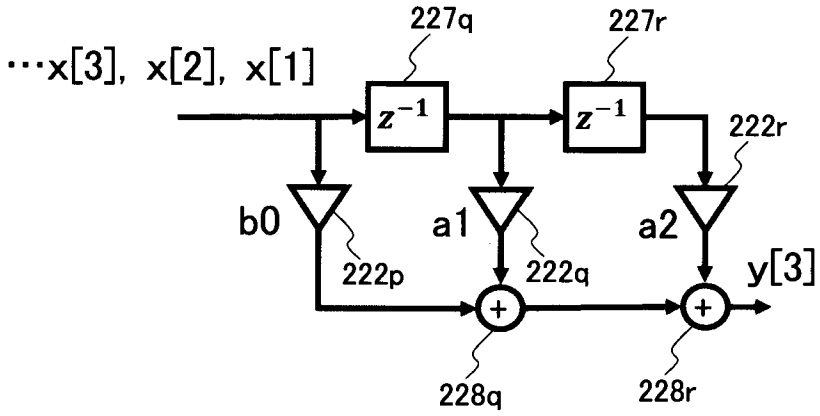


$$y[2] = a0x[2]+a1x[1]+a2x[0]$$

[図10]

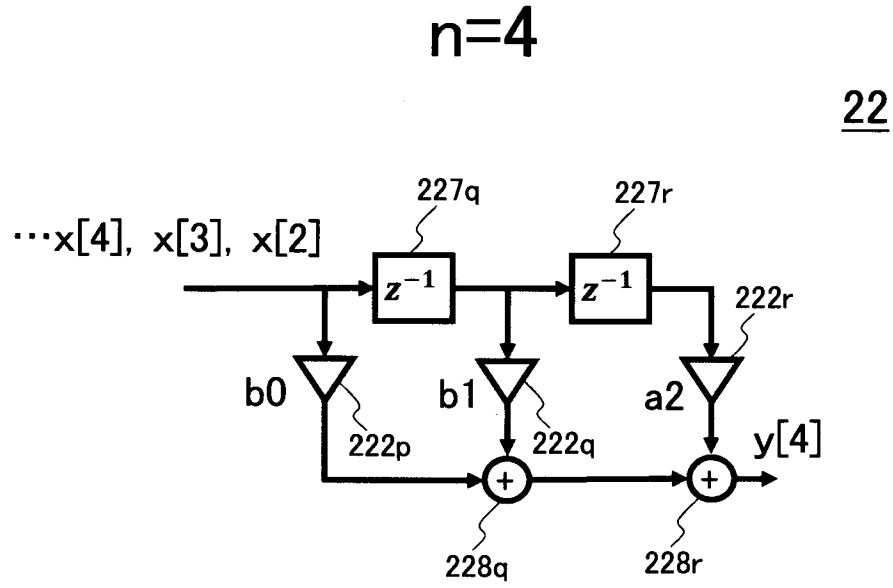
n=3

22



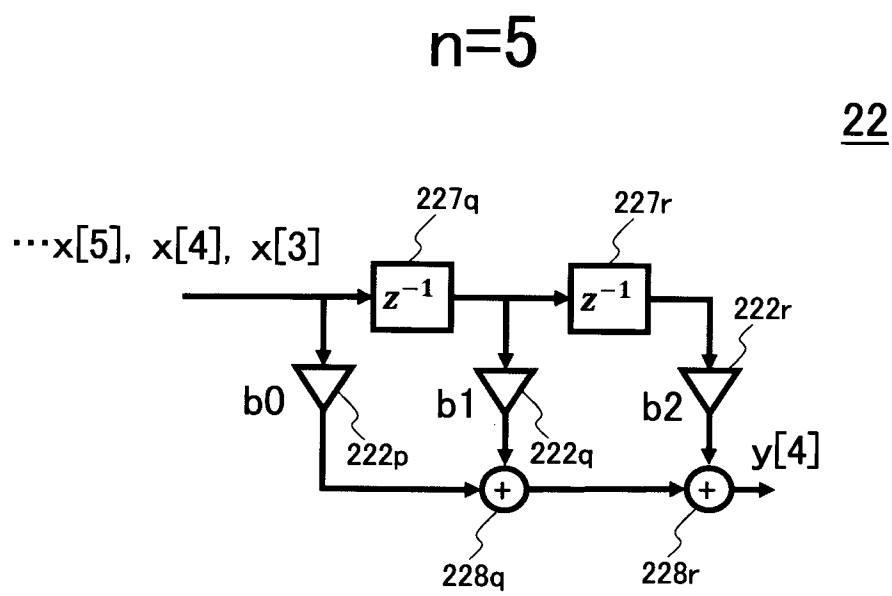
$$y[3] = b0x[3]+a1x[2]+a2x[1]$$

[図11]



$$y[4] = b0x[4]+b1x[3]+a2x[2]$$

[図12]



$$y[5] = b0x[5]+b1x[4]+b2x[3]$$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/004372

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. A61B5/243(2021.01)i, H03H17/02(2006.01)i
FI: A61B5/05A, H03H17/02635B

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. A61B5/243, H03H17/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2019/034841 A1 (CREAVO MEDICAL TECHNOLOGIES LIMITED) 21 February 2019 (2019-02-21), specification, page 1, lines 4, 5, page 13, line 18 to page 17, line 33	1-16
A	JP 2019-10483 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 24 January 2019 (2019-01-24), paragraphs [0003], [0004]	1-16
A	JP 2014-204220 A (PIONEER CORPORATION) 27 October 2014 (2014-10-27), abstract, paragraph [0031], fig. 2, 3	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
01 April 2021	13 April 2021

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/004372

WO 2019/034841 A1	21 February 2019	JP 2020-519325 A paragraphs [0001], [0077]-[0103] US 2019/0365266 A1 GB 2567293 A EP 3554352 A1 CN 110325108 A EA 201991366 A1
JP 2019-10483 A	24 January 2019	(Family: none)
JP 2014-204220 A	27 October 2014	(Family: none)

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/004372

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

A61B 5/243(2021.01)i; H03H 17/02(2006.01)i
FI: A61B5/05 A; H03H17/02 635B

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

A61B5/243; H03H17/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2019/034841 A1 (CREAVO MEDICAL TECHNOLOGIES LIMITED) 21.02.2019 (2019-02-21) 明細書第1頁第4-5行,第13頁第18行-第17頁第33行	1-16
A	JP 2019-10483 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 24.01.2019 (2019-01-24) [0003]-[0004]	1-16
A	JP 2014-204220 A (パイオニア株式会社) 27.10.2014 (2014-10-27) 要約、[0031]、図2-3	1-16

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
01.04.2021	13.04.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
門田　宏 2Q 9224
電話番号 03-3581-1101 内線 3292

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/004372

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/034841 A1	21.02.2019	JP 2020-519325 A [0001],[0077]-[0103] US 2019/0365266 A1 GB 2567293 A EP 3554352 A1 CN 110325108 A EA 201991366 A1	
JP 2019-10483 A	24.01.2019	（ファミリーなし）	
JP 2014-204220 A	27.10.2014	（ファミリーなし）	