

(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
2012 年 11 月 22 日(22.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/157141 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 19/21 (2010.01) H04B 1/10 (2006.01)
G01S 19/37 (2010.01) H04B 1/71 (2011.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/079297
- (22) 国際出願日: 2011 年 12 月 19 日(19.12.2011)
- (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 2011-109265 2011 年 5 月 16 日(16.05.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 古野電気株式会社 (FURUNO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 王 盾 (WANG, Dun) [CN/JP]; 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP). 近藤 仁志 (KONDO, Hitoshi) [JP/JP]; 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 号 古野電気株式会社内 Hyogo (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

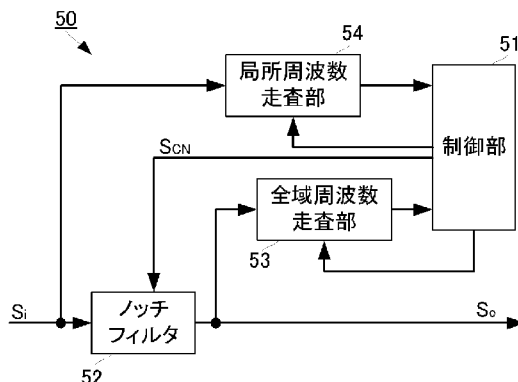
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: INTERFERENCE WAVE SIGNAL REMOVAL DEVICE, GNSS RECEIVER DEVICE, MOBILE TERMINAL, INTERFERENCE WAVE SIGNAL REMOVAL PROGRAM, AND INTERFERENCE WAVE SIGNAL REMOVAL METHOD

(54) 発明の名称: 妨害波信号除去装置、GNSS 受信装置、移動端末、妨害波信号除去プログラム、および妨害波信号除去方法

[図4]



51 CONTROL UNIT
52 NOTCH FILTER
53 GLOBAL FREQUENCY SCANNING UNIT
54 LOCAL FREQUENCY SCANNING UNIT

(57) Abstract: [Problem] To provide an interference wave signal removal device capable of reliably removing interference wave signals. [Solution] An interference wave signal removal unit (50) comprising a control unit (51), a notch filter (52), a global frequency scanning unit (53), and a local frequency scanning unit (54). The control unit (51) detects interference wave signal frequencies from the results of frequency scanning by the global frequency scanning unit (53), and sets the notch filter (52) so as to attenuate the relevant interference wave signal frequency. The local frequency scanning unit (54) frequency scans a local frequency band including an attenuation band for the notch filter (52), from the notch filter (52) input signals. The control unit (51) detects the frequency drift for the interference wave signal frequency from the results of frequency scanning by the local frequency scanning unit (54) and updates the notch filter (52) settings such that the interference wave signal frequency after frequency drift is attenuated.

(57) 要約:

[続葉有]



【課題】妨害波信号を確実に除去できる妨害波信号除去装置を提供する。 【解決手段】妨害波信号除去部 50 は、制御部 51、ノッチフィルタ 52、全域周波数走査部 53、局所周波数走査部 54 を備える。制御部 51 は、全域周波数走査部 53 による周波数走査結果から妨害波信号周波数を検出し、当該妨害波信号周波数を減衰させるようにノッチフィルタ 52 を設定する。局所周波数走査部 54 は、ノッチフィルタ 52 への入力信号から、ノッチフィルタ 52 の減衰帯域を含む局所周波数帯域を周波数走査する。制御部 51 は、局所周波数走査部 54 による周波数走査結果から妨害波信号周波数の周波数ドリフトを検出し、周波数ドリフト後の妨害波信号周波数を減衰させるようにノッチフィルタ 52 の設定を更新する。

明 細 書

発明の名称：

妨害波信号除去装置、GNSS受信装置、移動端末、妨害波信号除去プログラム、および妨害波信号除去方法

技術分野

[0001] 本発明は、主たる目的として受信すべき信号等は異なる妨害波信号を除去する妨害波信号除去装置、および当該妨害波信号除去装置を備えるGNSS受信装置と移動端末に関する。

背景技術

[0002] GPS (Global Positioning System) 等のGNSS (Global Navigation Satellite Systems) では、測位衛星から放送されるGNSS信号を受信して、測位等に利用している。GNSS信号は、擬似雑音符号でコード変調されたスペクトラム拡散信号からなる。

[0003] このようなGNSS信号を受信する際、当該GNSS信号以外の信号（以下、妨害波信号と称する。）を受信すると、GNSS信号の受信感度が低下する等の問題が生じる。

[0004] このため、特許文献1および特許文献2には、GNSS信号とは異なる周波数帯域の狭い（狭帯域の）妨害波信号を検出して除去する妨害波信号除去装置が記載されている。図1は特許文献1に示す従来の妨害波信号除去装置100Pの主要回路ブロック図である。

[0005] 特許文献1に記載の妨害波信号除去装置100Pは、制御部101P、ノッチフィルタ102P、周波数解析部103P、周波数走査部104Pを備える。制御部101Pは、周波数解析部103Pから得られた入力信号 S_i の周波数スペクトルと、周波数走査部104Pで得られた出力信号 S_o の周波数スペクトルから、妨害波信号の周波数を特定する。制御部101Pは、特定した妨害波信号周波数の情報から、当該妨害波信号成分を減衰させるよう

に、ノッチフィルタ 102P の減衰特性を調整する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：米国特許出願公開第2008/240315号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1に記載の妨害波信号除去装置100Pは、GNSS信号の受信に対して妨害波信号が影響を及ぼす全周波数帯域に亘って妨害波信号を走査、検出している。このため、妨害波信号の検出周期が長くなり、次に示す問題が生じる。

[0008] 図2は、従来の妨害波信号除去装置100Pを用いた場合の問題点を説明するための図である。図2において、 $CW(t_0)$ は時刻 t_0 での妨害波信号のスペクトルを表し、 $f_{CW}(t_0)$ はその周波数を表す。 $ATT_{Notch}(t_0)$ は時刻 t_0 で設定されたノッチフィルタ102Pの減衰特性を表す。 $BST(t_0)$ は時刻 t_0 で設定されたノッチフィルタ102Pの減衰帯域である。 $\Delta f_{DR}(CW)$ は妨害波信号CWの周波数ドリフト速度を表す。

[0009] $CW(t_1)$ は時刻 $t_1 (> t_0)$ での妨害波信号のスペクトルを表し、 $f_{CW}(t_1)$ はその周波数を表す。 $CW(t_2)$ は時刻 $t_2 (> t_1)$ での妨害波信号のスペクトルを表し、 $f_{CW}(t_2)$ はその周波数を表す。

[0010] まず、時刻 $T = t_0$ で妨害波信号の周波数 $f_{CW}(t_0)$ が検出されて、当該周波数 $f_{CW}(t_0)$ を中心周波数として、減衰帯域 $BST(t_0)$ のノッチフィルタ102Pが設定されると、このタイミングでは、妨害波信号 $CW(t_0)$ は、減衰帯域 $BST(t_0)$ 内となり、当該妨害波信号 $CW(t_0)$ はノッチフィルタ102Pによって除去される。

[0011] ここで、妨害波信号CWの周波数が経時的に変化する妨害波信号であった場合、図2の上段、中段、下段の順に示すように、妨害波信号の周波数はドリフトしていく。この妨害波周波数の単位時間当たりの変化の割合が周波数

ドリフト速度 $\Delta f_{DR}(CW)$ である。

[0012] このような周波数ドリフトしていく妨害波信号の場合、従来の妨害波信号除去装置 100P のように妨害波信号の走査、検出間隔が長いと、図 2 に示すように、時刻 t_1 での妨害波信号 $CW(t_1)$ の周波数 $f_{CW}(t_1)$ および時刻 t_2 での妨害波信号 $CW(t_2)$ の周波数 $f_{CW}(t_2)$ が、時刻 t_0 で適正に設定したはずのノッチフィルタの減衰帯域 $BST(t_0)$ から外れてしまう。このため、妨害波信号を適切に除去し続けられなくなってしまう。

[0013] 具体的には、次のような場合に、上述の状況が発生する。周波数走査部 104P での周波数走査帯域幅を 5 MHz とし、走査周波数 BIN の幅を 1 kHz とする。これにより、走査回数は 5000 回となる。各走査周波数 BIN での積算時間は 1 msec. であるので、全周波数帯域を走査するための走査時間は 5 sec となる。

[0014] ここで、ノッチフィルタ 102P の減衰帯域 BST の幅を 2 kHz に設定し、妨害波信号 CW の周波数ドリフト速度 $\Delta f_{DR}(CW)$ が 1 kHz/sec とする。

[0015] この場合、一回の周波数走査が行われる間に、妨害波信号の周波数は、 $5 \text{ sec} \times 1 \text{ kHz/sec} = 5 \text{ kHz}$ ドリフトする。また、毎秒 1 kHz ずつ周波数シフトするため、1 秒後には、妨害波信号の周波数が 1 kHz ドリフトする。このため、ノッチフィルタ 102P の減衰極周波数を、検出した妨害波信号 CW の周波数に設定、 $\pm 1 \text{ kHz}$ の減衰帯域 BST を設定して、1 秒後には、妨害波信号 CW の周波数が減衰帯域から外れ、次に、妨害波信号の周波数が検出され、当該検出された周波数にノッチフィルタ 102P が更新される 5 秒後までは、ノッチフィルタ 102P で、妨害波信号 CW を除去できない。そして、5 秒後にノッチフィルタ 102P を再設定しても、妨害波信号 CW が周波数ドリフトし続けるため、同様に妨害波信号 CW を除去できなくなってしまう。

[0016] したがって、本発明の目的は、周波数ドリフトする妨害波信号も適切に除去し続けられる妨害波信号除去装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0017] この発明は、所望信号とは異なる妨害波信号を除去する妨害波信号除去装置であって、ノッチフィルタ、第1周波数走査部、第2周波数走査部、制御部を備える。
- [0018] ノッチフィルタは、減衰周波数帯域を調整可能なフィルタであり、制御部からの減衰周波数帯域の設定制御に基づいて、減衰周波数帯域および減衰特性が決定される。
- [0019] 第1周波数走査部は、ノッチフィルタの出力信号を第1周波数帯域で周波数走査し、第1の信号強度の周波数スペクトルを検出する。ここで、第1周波数帯域とは、GNSS信号の受信感度に影響を及ぼす妨害波信号が存在し得る全周波数帯域である。
- [0020] 第2周波数走査部は、ノッチフィルタの入力信号を第1周波数帯域よりも狭く且つ減衰周波数帯域に基づく第2周波数帯域で周波数走査し、第2の信号強度の周波数スペクトルを検出する。
- [0021] 制御部は、第1の信号強度の周波数スペクトルと、第2の信号強度の周波数スペクトルとから、妨害波信号の周波数を推定する。制御部は、妨害波信号の周波数から減衰周波数帯域と第2周波数帯域の設定を行う。
- [0022] この構成では、第1周波数走査部で、妨害波信号を検出すべき全周波数帯域での妨害波信号の周波数走査を行う。制御部は、第1周波数走査部で得られる妨害波信号を検出すべき全周波数帯域での妨害波信号の周波数走査結果で、ノッチフィルタの減衰周波数帯域を設定する。これとともに、制御部は、第2周波数走査部で得られるノッチフィルタの減衰周波数帯域を含む狭い周波数帯域（局所周波数帯域）での妨害波信号の周波数走査結果を用いて妨害波信号の周波数を追尾して、ノッチフィルタの減衰周波数帯域を順次更新設定する。
- [0023] このように、走査周波数帯域に狭い周波数走査結果を用いることで、走査間隔が短くなり、妨害波信号の周波数がドリフトしても、妨害波信号の周波数を確実に追尾でき、妨害波信号の周波数をノッチフィルタの減衰周波数帯

域内に収めることができる。

[0024] また、この発明の妨害波信号除去装置では、ノッチフィルタは複数備えられて、直列に接続されている。第2周波数走査部は、複数のノッチフィルタ毎に備えられている。

[0025] ノッチフィルタ毎に設定された各第2周波数走査部は、設定対象のノッチフィルタの入力信号を、それぞれに設定された第2周波数帯域で走査する。各第2周波数走査部は、それぞれに第2の信号強度の周波数スペクトルを検出して制御部へ出力する。

[0026] 制御部は、各第2周波数走査部から出力された第2の信号強度の周波数スペクトルに基づいて、それぞれのノッチフィルタの減衰周波数帯域の設定を行う。

[0027] この構成では、複数の妨害波信号が存在しても、それぞれに周波数追尾される。したがって、複数の妨害波信号が存在しても、複数のノッチフィルタ毎に追尾しながら除去し続けることができる。

[0028] また、この発明の妨害波信号除去装置では、第2周波数走査部は、第1周波数走査部で設定する走査周波数ビンよりも、狭周波数帯域の走査周波数ビンを設定している。

[0029] この構成では、上述の局所周波数帯域における妨害波信号周波数の追尾精度が向上する。

[0030] また、この発明の妨害波信号除去装置では、ノッチフィルタは、入力信号に対して制御部から出力される減衰周波数帯域の設定用の減衰極設定用信号を乗算するダウンコンバータと、ダウンコンバートされた信号のベースバンド成分を抽出してベースバンド信号を生成するベースバンド信号生成部と、ダウンコンバートされた信号からベースバンド信号を減算する減算素子と、減算後の信号に減衰極設定用信号を乗算するアップコンバータと、を備え、ベースバンド信号を制御部へ出力する。制御部は、ベースバンド信号に基づいて妨害波信号の消失を検出する。制御部は、妨害波信号の消失を検出した場合に、ノッチフィルタへの減衰周波数帯域の設定を解除する。

[0031] この構成では、ノッチフィルタの具体的構成を示している。そして、この構成では、入力信号に減衰極設定用信号を乗算して得られるダウンコンバート信号のベースバンド成分が、妨害波信号の周波数成分に相当する。したがって、ベースバンド信号を制御部に出力することで、制御部が妨害波信号の継続、消失を正確に検出することができる。すなわち、上述の周波数ドリフトする妨害波信号の追尾とともに、妨害波信号の消失をさらに早く検知することができる。

[0032] また、この構成では、入力信号から妨害波信号の周波数成分抽出するための回路構成を必要としないので、より簡素な構成で妨害波信号除去装置を実現できる。そして、この構成は、ノッチフィルタが複数段存在し、複数の妨害波信号の継続、消去を個別に監視する場合にも、より有効となる。

[0033] また、この発明は、GNSS信号を受信して復調するGNSS受信装置に関する。GNSS受信装置は、上述の妨害波信号除去装置と、受信部と、捕捉追尾部と、測位演算部と、を備える。受信部は、妨害波信号除去装置の前段に接続され、所望信号としてGNSS信号を受信して、GNSS受信信号を生成し、妨害波信号除去装置へ出力する。捕捉追尾部は、妨害波信号除去後のGNSS受信信号を捕捉、追尾する。

[0034] この構成では、上述のように周波数ドリフトする妨害波信号であっても確実に除去されているので、捕捉、追尾の速度および精度が向上する。測位演算部は、追尾中のGNSS信号を用いて測位を行う。そして、捕捉、追尾の速度および精度が向上することで、測位演算の収束速度や測位結果の精度が向上する。

[0035] また、この発明は、移動端末に関するものであり、当該移動端末は、上述のGNSS受信装置と、測位演算部の測位演算結果を用いて所定のアプリケーションを実行するアプリケーション処理部を、備える。この構成では、上述のGNSS受信装置を備え、その高精度な測位結果を利用できる。したがって、当該測位結果を用いたアプリケーションの性能が向上する。

発明の効果

[0036] この発明によれば、周波数がドリフトする妨害波を確実に除去する妨害波除去装置を実現できる。

図面の簡単な説明

[0037] [図1]特許文献1に示す従来の妨害波信号除去装置100Pの主要回路ブロック図である。

[図2]従来の妨害波信号除去装置100Pを用いた場合の問題点を説明するための図である。

[図3]第1の実施形態に係るGNSS受信装置10のブロック図である。

[図4]第1の実施形態に係る妨害波信号除去部50のブロック図である。

[図5]第1の実施形態に係るノッチフィルタ52の回路ブロック図である。

[図6]全域周波数走査部53および局所周波数走査部54の走査周波数帯域および周波数BIN（周波数ビン）を表す図である。

[図7]第1の実施形態の構成および処理により、周波数ドリフト型の妨害波信号を追尾して除去する概念を説明するための図である。

[図8]第2の実施形態に係るノッチフィルタを多段化した妨害波信号除去部50Aのブロック図である。

[図9]第3の実施形態に係るノッチフィルタを多段化した妨害波信号除去部50Bのブロック図である。

[図10]本発明に係る妨害波信号除去方法を示すフローチャートである。

[図11]GNSS信号受信装置10を含む移動端末1の主要構成ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0038] 本発明の第1の実施形態に係る妨害波信号除去装置について、図を参照して説明する。本実施形態の妨害波信号除去装置は、GNSS受信装置10の妨害波信号除去部50として機能する。

[0039] 図3は第1の実施形態に係るGNSS受信装置10のブロック図である。GNSS受信装置10は、GNSSアンテナ20、RFフロントエンド部30、アナログーデジタル変換部（ADC）40、妨害波信号除去部50、捕

捕捉追尾部 60、測位演算部 70 を備える。GNSS アンテナ 20 は、GNSS 信号を含む無線信号を受信し、RF フロントエンド部 30 へ出力する。

[0040] GNSS 信号は、搬送波信号を擬似拡散符号でコード変調した信号であり、広帯域に亘って周波数成分が拡がり各周波数成分のスペクトル強度が低いスペクトル拡散信号である。さらに、例えば、GPS 信号の L1 波信号等であれば、航法メッセージが重畳されている。

[0041] ここで、妨害波信号が存在し、当該妨害波信号の周波数がアンテナの受信周波数帯域内にある場合、受信信号には、GNSS 信号とともに、妨害波信号が含まれている。

[0042] RF フロントエンド部 30 は、受信信号を中間周波数信号（IF 信号）に変換して、ADC 40 へ出力する。ADC 40 は、アナログの IF 信号を所定のサンプリングタイミング間隔でサンプリングすることで、デジタルの IF 信号を生成し、妨害波信号除去部 50 へ出力する。

[0043] 妨害波信号除去部 50 は、具体的な構成及び処理は後述するが、受信信号（IF 信号）に含まれる妨害波信号を除去し、GNSS 信号のみを含む出力信号を、捕捉追尾部 60 へ出力する。この際、妨害波信号除去部 50 は、経時的に周波数が変化しない妨害波信号のみでなく、経時的に周波数が変化する周波数ドリフト型の妨害波信号も確実に除去する。

[0044] 捕捉追尾部 60 は、妨害波信号除去部 50 からの出力信号、すなわち、GNSS 信号と基準信号とを相関処理することで、キャリア位相およびコード位相を捕捉、追尾し、追尾結果（相関処理結果）を測位演算部 70 へ出力する。測位演算部 70 は、相関処理結果に基づいて、擬似距離等を算出し、測位演算を行う。この際、航法メッセージが重畳されて入れば、航法メッセージの復調を行い、測位演算に利用する。

[0045] このような構成の GNSS 受信装置 10 を用いれば、妨害波信号が除去された状態で GNSS 信号が捕捉追尾部 60 へ入力されるので、捕捉追尾が容易になり、高精度な測位演算結果を得られる。

[0046] 次に、妨害波信号除去部 50 の構成及び処理について、より具体的に説明

する。まず、説明を分かりやすくするために、妨害波信号除去部50にノッチフィルタを一段だけ備えた場合について説明する。図4は第1の実施形態に係る妨害波信号除去部50のブロック図である。図5は第1の実施形態に係るノッチフィルタ52の回路ブロック図である。図6は全域周波数走査部53および局所周波数走査部54の走査周波数帯域および周波数BIN（周波数ビン）を表す図である。

[0047] 妨害波信号除去部50は、制御部51、ノッチフィルタ52、本発明の「第1周波数走査部」に相当する全域周波数走査部53、および、本発明の「第2周波数走査部」に相当する局所周波数走査部54を備える。

[0048] 制御部51は、全域周波数走査部53に対して走査周波数帯域 BWf_A および走査周波数BINの帯域幅 BWf_{ABIN} を設定する。走査周波数帯域は、例えば、上述のGNSSアンテナ20の受信帯域や、GNSS信号の搬送波周波数を中心周波数として、妨害波信号が存在した場合にGNSS信号の捕捉追尾に影響を与える可能性のある走査周波数帯域 BWf_A （図6参照）が設定されている。例えば、走査周波数帯域 BWf_A は、上述の従来課題に示したような5MHzの周波数帯域が設定されている。また、走査周波数BINの幅 BWf_{ABIN} は上述の従来課題に示したような1kHzの周波数帯域が設定されている。

[0049] 全域周波数走査部53には、ノッチフィルタ52の出力信号 S_o が入力される。全域周波数走査部53は、走査周波数帯域 BWf_A の全域に亘り、走査周波数BINの幅 BWf_{ABIN} 毎に出力信号 S_o の信号強度を積算する。上述の設定例であれば、全域周波数走査部53による各周波数BINに対する積算時間は1msecである。全域周波数走査部53は、検出した各走査周波数BINの幅 BWf_{ABIN} の信号強度の積算値を、制御部51へ出力する。

[0050] 制御部51は、全域周波数走査部53からの各走査周波数BINの幅 BWf_{ABIN} の信号強度の積算値に基づいて、妨害波信号の周波数を検出する。例えば、制御部51は、妨害波信号検出用閾値を設定し、当該妨害波信号検出用閾値以上の積算値が得られた周波数には、妨害波信号が存在すると判断す

る。なお、この閾値は、例えば、出力信号 S_o におけるGNSS信号の信号強度の所定時間の積算値に対して、所定値の嵩上げを行った値に設定するとよい。さらには、GNSS信号の受信状況（例えば C/N_o 等）が判断できれば、当該受信状況に応じて、閾値を設定してもよい。

[0051] 制御部51は、検出した周波数を妨害波信号周波数に設定する。この際、制御部51は、複数の周波数を検出した場合、例えば、最も信号強度の高い周波数を妨害波信号周波数に設定する。もしくは、経時的に検出結果を得られていれば、最も検出時間の長い周波数を妨害波信号周波数に設定してもよい。なお、このような妨害波信号周波数の検出は、信号強度の積算値に限るものではなく、信号強度そのものや信号電力等を用いてもよい。

[0052] 制御部51は、検出した妨害波信号周波数からなる減衰帯域設定用信号 S_{CN} をノッチフィルタ52へ出力する。

[0053] ノッチフィルタ52は、ダウンコンバータ501、本発明の「ベースバンド信号生成部」に相当するローパスフィルタ502、本発明の「減算素子」に相当する加算器503、アップコンバータ504を備える。

[0054] ダウンコンバータ501には、ADC40からのIF信号である入力信号 S_i と、制御部51からの減衰極設定用信号 S_{CN} とが入力される。ダウンコンバータ501は、入力信号 S_i と減衰極設定用信号 S_{CN} とをミキシングして、ダウンコンバート信号 S_D を出力する。ダウンコンバート信号 S_D は、ローパスフィルタ502と加算器503へ入力される。

[0055] ローパスフィルタ502は、ダウンコンバート信号 S_D を低域通過フィルタ処理することで、ベースバンド信号 S_{BL} を出力する。このベースバンド信号 S_{BL} は、妨害波信号を含む入力信号 S_i に、妨害波信号周波数からなる減衰極設定用信号 S_{CN} をミキシングした信号のベースバンド成分に相当する。したがって、このベースバンド信号 S_{BL} が、妨害波信号の信号状態を表す信号となる。すなわち、妨害波信号の信号強度が高ければ、ベースバンド信号 S_{BL} の信号強度が高くなり、妨害波信号が消失すれば、ベースバンド信号 S_{BL} の信号強度は0（零）になる。このベースバンド信号 S_{BL} は、加算器503へ

入力される。

- [0056] 加算器 503 は、ダウンコンバート信号 S_D からベースバンド信号 S_{BL} を減算する。このような処理を行うことで、ダウンコンバート信号 S_D に含まれる妨害波信号の成分が除去される。加算器 503 は、減算信号 S_S をアップコンバータ 504 へ出力する。
- [0057] アップコンバータ 504 は、減算信号 S_S と減衰極設定用信号 S_{CN} とをミキシングしてなる出力信号 S_o を、捕捉追尾部 60 へ出力する。
- [0058] これにより、GNSS アンテナ 20 の受信信号に妨害波信号が含まれている場合、捕捉追尾部 60 へ入力される出力信号 S_o は、受信信号に含まれる妨害波信号が除去された信号からなる。すなわち、GNSS 信号のみからなる出力信号 S_o が捕捉追尾部 60 へ出力される。
- [0059] 上述のような全域周波数走査部 53 による走査周波数帯域 $BW f_A$ に亘る周波数走査およびこの走査結果に基づく妨害波信号の除去処理は、繰り返し実行される。すなわち、ある一回の走査周波数帯域 $BW f_A$ に亘る周波数走査が終了すると同時に、次の走査周波数帯域 $BW f_A$ に亘る周波数走査が開始され、これが繰り返される。そして、走査の回毎に妨害波信号検出が行われ、ノッチフィルタ 52 へ反映される。
- [0060] このような全域周波数走査処理とともに、本実施形態の妨害波信号除去部 50 は、検出した妨害波信号の周波数に基づいて局所周波数走査処理を行い、当該局所周波数走査処理による妨害波信号の検出結果もノッチフィルタ 52 へ反映させる。
- [0061] 制御部 51 は、上述の減衰帯域設定用信号 S_{CN} をノッチフィルタ 52 へ出力する処理とともに、局所周波数走査部 54 に対して局所走査周波数帯域 $BW f_L$ および局所走査周波数 BIN の帯域幅 $BW f_{LBIN}$ を設定する。局所走査周波数帯域は、図 6 に示すように、走査周波数帯域 $BW f_A$ に対して、走査帯域全体の周波数帯域幅が狭く、且つ各周波数 BIN の幅も狭く設定されている。例えば、図 6 の例であれば、局所走査周波数帯域 $BW f_L$ は走査周波数帯域 $BW f_A$ の $1/10$ の帯域幅であり、各周波数 BIN の幅も $1/5$ に設定さ

れている。具体的には、例えば、走査周波数帯域 $BW f_A$ および走査周波数 BIN の帯域幅 $BW f_{BIN}$ が上述の従来の課題に示す値に設定されていれば、局所走査周波数帯域 $BW f_L$ は、 5 kHz の周波数帯域に設定されており、局所走査周波数 BIN の幅 $BW f_{BIN}$ は 0.2 kHz の周波数帯域に設定されている。そして、局所走査周波数帯域は、例えば、検出した妨害波信号周波数が特定の周波数 BIN の中心周波数となるように設定されている。

[0062] 局所周波数走査部 54 には、ノッチフィルタ 52 の入力信号 S_i が入力される。局所周波数走査部 54 は、局所走査周波数帯域 $BW f_L$ の全域に亘り、局所走査周波数 BIN の幅 $BW f_{BIN}$ 毎に入力信号 S_i の信号強度を積算する。上述の設定例であれば、局所周波数走査部 54 による各周波数 BIN に対する積算時間は 5 msec である。そして、この場合、局所周波数走査部 54 による妨害波信号検出の周波数分解能は、 0.2 kHz ($\pm 0.1\text{ kHz}$) となり、局所走査周波数帯域 $BW f_L$ 全体の走査に 125 msec しか係らない。ここで、全域周波数走査部 53 は、上述の設定を行うと、周波数分解能が 1 kHz ($\pm 0.5\text{ kHz}$) となり、走査周波数帯域 $BW f_A$ 全体の走査に 5 sec も係ることになる。

[0063] これにより、局所周波数走査部 54 は、全域周波数走査部 53 よりも狭い周波数帯域であるが、妨害波信号が存在する局所的な周波数帯域に対して、高周波数分解能で且つ短い周期で妨害波信号の周波数の走査を継続的に行うことが可能になる。

[0064] 局所周波数走査部 54 は、検出した各局所走査周波数 BIN の信号強度の積算値を、制御部 51 へ出力する。

[0065] 制御部 51 は、各局所走査周波数 BIN の信号強度の積算値から妨害波信号周波数の変化を検出し、変化後の周波数になるように設定周波数を更新した減衰帯域設定用信号 S_{CN} をノッチフィルタ 52 へ出力する。

[0066] このような処理により、図 7 に示すような作用効果が得られる。図 7 は、本実施形態の構成および処理により、周波数ドリフト型の妨害波信号を追尾して除去する概念を説明するための図である。

[0067] 図7において、 $CW(t_0)$ は時刻 t_0 での妨害波信号のスペクトルを表し、 $f_{CW}(t_0)$ はその周波数を表す。 $ATT_{Notch}(t_0)$ は時刻 t_0 で設定されたノッチフィルタ52の減衰特性を表す。 $BST(t_0)$ は時刻 t_0 で設定されたノッチフィルタ52の減衰帯域である。 $f_{DR}(CW)$ は局所走査周波数帯域 BWf_L 全体の走査時間での妨害波信号 CW の周波数ドリフト量を表す。

[0068] $CW(t_{1L})$ は時刻 $t_{1L}(=t_0+(\text{局所走査周波数帯域 } BWf_L \text{ 全体のトータル走査時間}))$ での妨害波信号のスペクトルを表し、 $f_{CW}(t_{1L})$ はその周波数を表す。 $ATT_{Notch}(t_{1L})$ は時刻 t_{1L} で設定されたノッチフィルタ52の減衰特性を表す。

[0069] まず、時刻 $T=t_0$ で妨害波信号の周波数 $f_{CW}(t_0)$ が検出されて、当該周波数 $f_{CW}(t_0)$ を中心周波数として、減衰帯域 $BST(t_0)$ のノッチフィルタ52が設定されると、このタイミングでは、妨害波信号 $CW(t_0)$ は、減衰帯域 $BST(t_0)$ 内となり、当該妨害波信号 $CW(t_0)$ はノッチフィルタ52によって除去される。

[0070] 検出した妨害波信号が周波数ドリフト型であったとすると、局所走査周波数帯域 BWf_L 全体のトータル走査時間後である時刻 $T=t_{1L}$ のタイミングでは、妨害波信号 CW の周波数 $f_{CW}(t_{1L})$ は、 $f_{CW}(t_0)+f_{DR}(CW)$ となる。

[0071] ここで、妨害波信号の周波数ドリフト速度が上述の従来の課題に示したように、 1 kHz/sec であるとする、局所周波数走査部54を上述の仕様で設定した場合、トータル走査時間は 125 msec であるので、周波数ドリフト量 $f_{DR}(CW)$ は 0.125 kHz となる。

[0072] このタイミング（時刻 $T=t_{1L}$ のタイミング）では、ノッチフィルタ52の減衰帯域 $BST(t_0)$ の周波数帯域幅が $\pm 1\text{ kHz}$ に設定されているので、図7の中段に示すように、周波数ドリフト後であっても、妨害波信号 $CW(t_{1L})$ は、略全体が減衰帯域 $BST(t_0)$ 内となり、ノッチフィルタ52によって除去されている。

[0073] また、局所周波数走査部54では、局所走査周波数帯域 BWf_L が 5 kHz に設定されていることから、時刻 $T = t_{1L}$ のタイミングにおいて妨害波信号周波数 $f_{CW}(t_{1L})$ を確実に検出することができる。さらに、局所周波数走査部54では、局所走査周波数BINの幅 BWf_{ABIN} （周波数分解能）が 0.2 kHz （ $\pm 0.1\text{ kHz}$ ）の周波数帯域に設定されていることから、周波数ドリフトも確実に検出することができる。

[0074] このように検出された周波数ドリフト後の妨害波信号周波数 $f_{CW}(t_{1L})$ は、制御部51で検出され、ノッチフィルタ52の減衰帯域の中心周波数に更新設定される。

[0075] これにより、ノッチフィルタ52は、図7の下段に示すように、中心周波数が $f_{CW}(t_{1L})$ 且つ減衰帯域 $BST(t_{1L})$ のフィルタに設定変更され、引き続き妨害波信号を除去できる。

[0076] このような局所走査周波数帯域 BWf_L に亘る周波数走査およびこの走査結果に基づく妨害波信号の周波数検出（周波数追尾）処理は、上述の全域周波数走査部53による周波数走査およびこの走査結果に基づく妨害波信号除去処理と同様に、繰り返し実行される。

[0077] 以上のように、本実施形態の構成および処理を用いれば、周波数ドリフト型の妨害波信号であっても、確実に周波数追尾して、継続的に除去し続けることができる。

[0078] なお、局所走査周波数帯域 BWf_L 、および、局所走査周波数BINの幅 BWf_{LBIN} は、GNSS信号（目的とする信号）を受信する際に、同時に受信してしまう可能性のある妨害波信号の仕様等に応じて適宜設定すればよい。この際、局所走査周波数BINの幅 BWf_{LBIN} でのトータル走査時間による周波数ドリフト量が、減衰帯域 BST の幅以内に入り、局所走査周波数BINの幅 BWf_{LBIN} でのトータル走査時間で生じる最大の周波数ドリフト量が、局所走査周波数BINの幅 BWf_{LBIN} 内に入るように設定すればよい。

[0079] また、上述の構成および処理を用いれば、局所周波数走査部54による周波数走査結果から、妨害波信号の消失を検出することができる。これにより

、従来のような全域周波数走査結果に基づく妨害波信号の消失検出よりも早く妨害波信号の消失検出を行うことができる。なお、制御部 5 1 が妨害波信号の消失検出を行った場合、制御部 5 1 は、ノッチフィルタ 5 2 に対する減衰帯域設定用信号 S_{CN} の出力を解除する。これにより、空きのノッチフィルタ 5 2 を形成でき、例えば新たに検出された妨害波信号の除去用に利用することができる。

[0080] また、上述の構成において、ノッチフィルタ 5 2 は、ベースバンド信号 S_B を制御部 5 1 へ出力するようにしてもよい。この場合、制御部 5 1 で次のような処理を実行できる。

[0081] 制御部 5 1 は、ノッチフィルタ 5 2 から出力されたベースバンド信号 S_{BL} の信号強度に基づいて、減衰極設定用信号 S_{CN} の出力継続もしくは出力停止を判断する。具体的には、制御部 5 1 は、ベースバンド信号 S_{BL} の信号強度に対する判断用閾値を設定し、信号強度が判断閾値以上であれば、引き続き減衰極設定用信号 S_{CN} をノッチフィルタ 5 2 へ出力する。これにより、妨害波信号除去処理が継続される。制御部 5 1 は、ベースバンド信号 S_{BL} の信号強度が判断閾値未満であれば、ノッチフィルタ 5 2 への減衰極設定用信号 S_{CN} の出力を停止する。これにより、妨害波信号が消失すれば、ノッチフィルタ 5 2 の妨害波信号減衰機能を、さらに素早く停止させることができる。

[0082] 次に、第 2 の実施形態に係る妨害波除去装置（妨害波除去部）について、図を参照して説明する。図 8 は第 2 の実施形態に係るノッチフィルタを多段化した妨害波信号除去部 5 0 A のブロック図である。なお、図 8 では、ノッチフィルタを三個用いた場合を示しているが、二個や四個以上であってもよい。

[0083] 述の説明では、受信信号から一つの妨害波信号だけを除去する構成および処理を示したが、現実には、受信信号に対して複数の妨害波信号が含まれることがある。このような場合には、以下に示す構成の妨害波信号除去部 5 0 A を用いればよい。

[0084] 妨害波信号除去部 5 0 A は、複数のノッチフィルタ 5 2 1, 5 2 2, 5 2

3を備える。また、妨害波信号除去部50Aは、ノッチフィルタ数に準じた複数の局所周波数走査部541, 542, 543を備える。

[0085] ノッチフィルタ521, 522, 523は、同じ構造からなり、上述の図5に示した構造からなる。ノッチフィルタ521は、ダウンコンバータ側がADC40（図示せず）に接続し、アップコンバータ側が、ノッチフィルタ522のダウンコンバータ側に接続している。ノッチフィルタ522のアップコンバータ側はノッチフィルタ523のダウンコンバータ側に接続し、ノッチフィルタ523のアップコンバータ側は、捕捉追尾部60（図示せず）へ接続している。

[0086] このような構成からなる妨害波信号除去部50Aは、次に示すように動作する。

[0087] まず、IF信号が入力されると、全域周波数走査部53は最終段のノッチフィルタ523の出力信号 S_o を、走査周波数帯域 BWf_A の全域に亘り、走査周波数BINの幅 BWf_{ABIN} 毎に出力信号 S_o の信号強度を積算する。全域周波数走査部53は、検出した各走査周波数BINの幅 BWf_{ABIN} の信号強度の積算値を、制御部51Aへ出力する。

[0088] 制御部51Aは、周波数走査部53からの各周波数の信号強度に基づいて、上述のように、妨害波信号周波数を検出する。この際、制御部51Aは、妨害波信号除去部50Aが備えるノッチフィルタ数分までの妨害波信号を検出する。検出した妨害波信号数がノッチフィルタ数よりも多ければ、上述のように、信号強度が高いものや閾値以上の信号強度を継続する時間の長いものを優先的に検出する。

[0089] 制御部51Aは、検出した妨害波信号周波数毎に、減衰極設定用信号 S_{CN1} , S_{CN2} , S_{CN3} を生成し、各ノッチフィルタ521, 522, 523へ出力する。制御部51は、減衰極設定用信号 S_{CN1} を各ノッチフィルタ521へ出力し、減衰極設定用信号 S_{CN2} を各ノッチフィルタ522へ出力し、減衰極設定用信号 S_{CN3} を各ノッチフィルタ523へ出力する。なお、検出した妨害波信号周波数の数がノッチフィルタ数よりも少なければ、妨害波信号周波数分

だけ減衰極設定用信号を生成すればよい。

- [0090] ノッチフィルタ 5 2 1 は、減衰極設定用信号 S_{CN1} を用いて、入力信号 S_i から第 1 の妨害波信号を除去し、第 1 除去処理後信号 S_{m1} をノッチフィルタ 5 2 2 へ出力する。ノッチフィルタ 5 2 2 は、減衰極設定用信号 S_{CN2} を用いて、第 1 除去後信号 S_{m1} から第 2 の妨害波信号を除去し、第 2 除去処理後信号 S_{m2} をノッチフィルタ 5 2 3 へ出力する。ノッチフィルタ 5 2 3 は、減衰極設定用信号 S_{CN3} を用いて、第 2 除去後信号 S_{m2} から第 3 の妨害波信号を除去し、第 3 除去処理後信号 S_{m3} を出力信号 S_o として、捕捉追尾部 6 0 へ出力する。
- [0091] 制御部 5 1 A は、減衰帯域設定用信号 S_{CN1} をノッチフィルタ 5 2 1 へ出力する処理とともに、局所周波数走査部 5 4 1 に対して局所走査周波数帯域 BWf_{L1} および局所走査周波数 BIN の帯域幅 BWf_{LBIN1} を設定する。制御部 5 1 A は、減衰帯域設定用信号 S_{CN2} をノッチフィルタ 5 2 2 へ出力する処理とともに、局所周波数走査部 5 4 2 に対して局所走査周波数帯域 BWf_{L2} および局所走査周波数 BIN の帯域幅 BWf_{LBIN2} を設定する。制御部 5 1 A は、減衰帯域設定用信号 S_{CN3} をノッチフィルタ 5 2 3 へ出力する処理とともに、局所周波数走査部 5 4 3 に対して局所走査周波数帯域 BWf_{L3} および局所走査周波数 BIN の帯域幅 BWf_{LBIN3} を設定する。
- [0092] 局所周波数走査部 5 4 1 には、入力信号 S_i が入力される。局所周波数走査部 5 4 1 は、局所走査周波数帯域 BWf_{L1} の全域に亘り、局所走査周波数 BIN の幅 BWf_{LBIN} 毎に入力信号 S_i の信号強度を積算する。局所周波数走査部 5 4 1 は、検出した各局所走査周波数 BIN の信号強度の積算値を、制御部 5 1 A へ出力する。
- [0093] 制御部 5 1 A は、局所周波数走査部 5 4 1 からの各局所走査周波数 BIN の信号強度の積算値から妨害波信号周波数の変化を検出し、変化後の周波数になるように設定周波数を更新した減衰帯域設定用信号 S_{CN1} をノッチフィルタ 5 2 1 へ出力する。
- [0094] 局所周波数走査部 5 4 2 には、第 1 除去処理後信号 S_{m1} が入力される。局

所周波数走査部 542 は、局所走査周波数帯域 $BW f_{L2}$ の全域に亘り、局所走査周波数 BIN の幅 $BW f_{L2BIN}$ 毎に第 1 除去処理後信号 S_{m1} の信号強度を積算する。局所周波数走査部 542 は、検出した各局所走査周波数 BIN の信号強度の積算値を、制御部 51A へ出力する。

[0095] 制御部 51A は、局所周波数走査部 542 からの各局所走査周波数 BIN の信号強度の積算値から妨害波信号周波数の変化を検出し、変化後の周波数になるように設定周波数を更新した減衰帯域設定用信号 S_{CN2} をノッチフィルタ 522 へ出力する。

[0096] 局所周波数走査部 543 には、第 2 除去処理後信号 S_{m2} が入力される。局所周波数走査部 543 は、局所走査周波数帯域 $BW f_{L3}$ の全域に亘り、局所走査周波数 BIN の幅 $BW f_{L3BIN}$ 毎に第 2 除去処理後信号 S_{m2} の信号強度を積算する。局所周波数走査部 543 は、検出した各局所走査周波数 BIN の信号強度の積算値を、制御部 51A へ出力する。

[0097] 制御部 51A は、局所周波数走査部 543 からの各局所走査周波数 BIN の信号強度の積算値から妨害波信号周波数の変化を検出し、変化後の周波数になるように設定周波数を更新した減衰帯域設定用信号 S_{CN3} をノッチフィルタ 523 へ出力する。

[0098] このような構成とすることで、複数の妨害波信号の個々に対して、ノッチフィルタによる妨害波信号除去処理、および妨害波信号周波数の追尾によるノッチフィルタの設定更新処理を行うことができ、より実用性の高い妨害波信号除去部を実現することができる。

[0099] 次に、第 3 の実施形態に係る妨害波除去装置（妨害波除去部）について、図を参照して説明する。図 9 は第 3 の実施形態に係るノッチフィルタを多段化した妨害波信号除去部 50B のブロック図である。なお、図 9 でも、ノッチフィルタを三個用いた場合を示しているが、二個や四個以上であってもよい。

[0100] 本実施形態の妨害波信号除去部 50B は、局所周波数走査を実行する箇所が異なるのみで、他の構成は第 2 の実施形態に示した妨害波信号除去部 50

Aと同じである。

[0101] 上述の実施形態と同様の構成からなる局所周波数走査部54の前段には、マルチプレクサ551が接続されている。局所周波数走査部54の後段には、デマルチプレクサ552が接続されている。

[0102] セレクタ550には、制御部51Bから走査対象選択情報と、局所走査周波数帯域 BWf_L および局所走査周波数 BIN の帯域幅 BWf_{LBIN} に関する情報とが入力される。走査対象選択情報は、複数のノッチフィルタ521, 522, 523のいずれに対応した局所周波数走査を行うかを選択する情報である。そして、局所走査周波数帯域 BWf_L および局所走査周波数 BIN の帯域幅 BWf_{LBIN} は、選択されるノッチフィルタに準じて設定されている。

[0103] セレクタ550は、走査対象選択情報にしたがって、マルチプレクサ551および出マルチプレクサ552へ選択信号を出力する。また、セレクタ550は、局所周波数走査部54へ局所走査周波数帯域 BWf_L および局所走査周波数 BIN の帯域幅 BWf_{LBIN} を設定する。具体的には、セレクタ550の処理により、以下のように動作する。

[0104] ノッチフィルタ521が選択されている場合には、入力信号 S_i を局所周波数走査部54へ入力させるように、マルチプレクサ521がスイッチング動作する。局所周波数走査部54は、局所走査周波数帯域 BWf_{L1} および局所走査周波数 BIN の帯域幅 BWf_{LBIN} で周波数走査する。デマルチプレクサ522は、各局所走査周波数 BIN に対する積算結果を、制御部51Bのノッチフィルタ521に対する設定部へ出力するようにスイッチング動作する。

[0105] ノッチフィルタ522が選択されている場合には、第1除去処理後信号 S_{m1} を局所周波数走査部54へ入力させるように、マルチプレクサ521がスイッチング動作する。局所周波数走査部54は、局所走査周波数帯域 BWf_{L2} および局所走査周波数 BIN の帯域幅 BWf_{LBIN} で周波数走査する。デマルチプレクサ522は、各局所走査周波数 BIN に対する積算結果を、制御部51Bのノッチフィルタ522に対する設定部へ出力するようにスイッチン

グ動作する。

- [0106] ノッチフィルタ 5 2 3 が選択されている場合には、第 2 除去処理後信号 S_m を局所周波数走査部 5 4 へ入力させるように、マルチプレクサ 5 2 1 がスイッチング動作する。局所周波数走査部 5 4 は、局所走査周波数帯域 $BW f_{L3}$ および局所走査周波数 BIN の帯域幅 $BW f_{L3BIN}$ で周波数走査する。デマルチプレクサ 5 2 2 は、各局所走査周波数 BIN に対する積算結果を、制御部 5 1 B のノッチフィルタ 5 2 3 に対する設定部へ出力するようにスイッチング動作する。
- [0107] このような構成であっても、複数の妨害波信号周波数を追尾して除去し続けられる。さらに、この構成であれば、局所周波数走査部が一個であっても、複数の妨害波信号周波数を追尾することができる。
- [0108] 以上の各実施形態に示したような構成からなる妨害波信号除去部を用いることで、捕捉追尾部 6 0 には、GNSS 信号のみからなる信号が入力されるので、捕捉追尾性能を向上させることができる。例えば、捕捉速度や追尾速度が向上し、追尾精度を向上させることができる。さらに、追尾精度が向上することで、擬似距離等の精度が向上するとともに、航法メッセージをより確実に復調でき、高精度な測位結果を得ることができる。
- [0109] なお、上述の説明では、局所周波数帯域 $BW f_L$ の中心周波数を妨害波信号周波数に設定する例を示したが、これに限るものではない。例えば、周波数ドリフト方向に応じて妨害波信号周波数の位置を局所周波数帯域 $BW f_L$ の適する位置に設定してもよい。具体的には、周波数が徐々に高周波数側にドリフトすることが検出できれば、妨害波信号周波数を局所周波数帯域 $BW f_L$ 内の低周波数の領域に設定すればよい。
- [0110] また、上述の各実施形態に示した制御部および周波数走査部の処理は、プログラム化してハードディスクや ROM 等に保存しておき、コンピュータによって実行する態様にすることもできる。
- [0111] この場合、例えば、図 1 0 に示すフローチャートに示す方法を、実現するようにすればよい。図 1 0 は本発明に係る妨害波信号除去方法を示すフロー

チャートである。なお、図10では、ノッチフィルタが一つの場合を示しているが、上述のようにノッチフィルタが複数の場合には、図10に示す方法をノッチフィルタ毎に適用すればよい。

[0112] まず、全域走査周波数帯域 $B E f_A$ に亘り、帯域幅 $B W f_{ABIN}$ からなる走査周波数 $B I N$ 毎に積算信号強度を検出する (S101)。走査周波数 $B I N$ 毎の積算信号強度に基づいて、妨害波信号周波数 f_{CW} を検出する (S102)。入力信号 S_i (受信信号) から妨害波信号周波数 f_{CW} の成分を除去するノッチフィルタ処理を実行する (S103)。

[0113] このようなノッチフィルタ処理とともに、妨害波信号周波数 f_{CW} に基づいて局所走査周波数帯域 $B W f_L$ を設定し、帯域幅 $B W f_{LBIN}$ ($< B W f_{ABIN}$) からなる局所周波数 $B I N$ 毎に積算信号強度を検出する (S104)。局所周波数 $B I N$ 毎の積算信号強度に基づいて、妨害波信号周波数 f_{CW} を追尾する (S105)。追尾結果に基づいて妨害波信号周波数 f_{CW} を更新設定し、ノッチフィルタ処理を実行する (S106)。なお、この妨害波信号周波数 f_{CW} を追尾して更新設定する処理は、該当する妨害波信号の消失が検出されるまで、継続的に行われる。

[0114] また、以上のような構成からなるGNSS受信装置10は、図11に示すような移動端末1に利用することができる。図11はGNSS信号受信装置10を含む移動端末1の主要構成ブロック図である。

[0115] 図11に示すような移動端末1は、例えば携帯電話機等のモバイル通信機であり、GNSSアンテナ20、GNSS受信装置10、アプリケーション処理部2、モバイル通信用アンテナ20M、モバイル通信処理部3を備える。

[0116] アプリケーション処理部130は、得られたGNSS受信装置10から出力される測位結果に基づいて、自装置位置や自装置速度を表示したり、ナビゲーションに利用したり、自装置位置を用いた各種アプリケーションを実行する。

[0117] モバイル通信用アンテナ20Mは、モバイル通信用信号 (送信信号及び受

信信号)を送受信する。モバイル通信処理部3は、モバイル通信用の送信信号を生成したり、モバイル通信用の受信信号を復調する。

[0118] このような構成において、上述の妨害波信号除去部を備えたGNSS受信装置10を用いれば、モバイル通信用信号が、GNSS信号の周波数に近く、信号強度が高くても、妨害波信号除去部で確実に除去され、GNSS信号の受信感度が低下しない。これにより、高精度な測位結果を得られ、高精度な位置表示やナビゲーション等を実現することができる。また、モバイル通信用信号の周波数帯域をGNSS信号の周波数帯域に近接させることが可能になるので、使用可能なモバイル通信用信号の周波数帯域が広がり、より利用しやすい移動端末1を構成することができる。

[0119] なお、上述の説明では、モバイル機能を実現する機能部と、GNSS信号を用いた測位結果を利用するアプリケーション機能とを、一つの筐体に備えた場合を示したが、モバイル機能を実現する機能部を備えない移動端末であって、外部からのモバイル用通信信号を受信してしまうような場合であっても、同様の作用効果を得ることができる。

符号の説明

[0120] 100P：妨害波除去装置、101P：制御部、102P：ノッチフィルタ、103P：周波数解析部、104P：周波数走査部、
10：GNSS受信装置、20：GNSSアンテナ、30：RFフロントエンド部、40：アナログーデジタル変換部(ADC)、50、50A、50B：妨害波信号除去部、60：捕捉追尾部、70：測位演算部、
51、51A、51B：制御部、52、521、522、523：ノッチフィルタ、53：全域周波数走査部、54、541、542、543：局所周波数走査部、501：ダウンコンバータ、502：ローパスフィルタ、503：加算器、504：アップコンバータ、550：セレクタ、551：マルチプレクサ、552：デマルチプレクサ、
1：移動端末、2：アプリケーション処理部、3：モバイル通信処理部、30M：モバイル通信用アンテナ

請求の範囲

- [請求項1] 所望信号とは異なる妨害波信号を除去する妨害波信号除去装置であって、
- 減衰周波数帯域を調整可能なノッチフィルタと、
- 該ノッチフィルタの出力信号を第1周波数帯域で周波数走査し、第1の信号強度の周波数スペクトルを検出する第1周波数走査部と、
- 前記ノッチフィルタの入力信号を前記第1周波数帯域よりも狭く、前記減衰周波数帯域に基づく第2周波数帯域で周波数走査し、第2の信号強度の周波数スペクトルを検出する第2周波数走査部と、
- 前記第1の信号強度の周波数スペクトルと、前記第2の信号強度の周波数スペクトルとから、前記妨害波信号の周波数を推定し、前記妨害波信号の周波数から前記減衰周波数帯域の設定を行う制御部と、
- を備えた妨害波信号除去装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の妨害波信号除去装置であって、
- 前記ノッチフィルタは複数備えられて、直列に接続されており、
- 前記第2周波数走査部は、前記複数のノッチフィルタ毎に備えられており、
- ノッチフィルタ毎に設定された各第2周波数走査部は、設定対象のノッチフィルタの入力信号を、それぞれに設定された第2周波数帯域で走査し、それぞれに第2の信号強度の周波数スペクトルを検出して、前記制御部へ出力し、
- 前記制御部は、前記各第2周波数走査部から出力された第2の信号強度の周波数スペクトルに基づいて、それぞれのノッチフィルタの前記減衰周波数帯域の設定を行う、妨害波信号除去装置。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載の妨害波信号除去装置であって、
- 前記第2周波数走査部は、前記第1周波数走査部で設定する走査周波数ビンよりも、狭周波数帯域の走査周波数ビンを設定している、妨害波信号除去装置。

- [請求項4] 請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の妨害波信号除去装置であって、
- 前記ノッチフィルタは、
- 入力信号に対して前記制御部から出力される前記減衰周波数帯域の設定用の減衰極設定用信号を乗算するダウンコンバータと、
- ダウンコンバートされた信号のベースバンド成分を抽出してベースバンド信号を生成するベースバンド信号生成部と、
- 前記ダウンコンバートされた信号から前記ベースバンド信号を減算する減算素子と、
- 減算後の信号に前記減衰極設定用信号を乗算するアップコンバータと、を備え、
- 前記ベースバンド信号を前記制御部へ出力し、
- 前記制御部は、前記ベースバンド信号に基づいて前記妨害波信号の消失を検出し、前記妨害波信号の消失を検出した場合に、前記ノッチフィルタへの前記減衰周波数帯域の設定を解除する、妨害波信号除去装置。
- [請求項5] 請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の妨害波信号除去装置と、
- 前記所望信号としてGNSS信号を受信して、GNSS受信信号を生成し、前記妨害波信号除去装置へ出力する受信部と、
- 妨害波信号除去後のGNSS受信信号を捕捉、追尾する捕捉追尾部と、
- 追尾中のGNSS信号を用いて測位を行う測位演算部と、を備えたGNSS受信装置。
- [請求項6] 請求項5に記載のGNSS受信装置と、
- 前記測位演算部の測位演算結果を用いて所定のアプリケーションを実行するアプリケーション処理部を、備える移動端末。
- [請求項7] 所望信号とは異なる妨害波信号を除去する処理をコンピュータに実行させるための妨害波信号除去プログラムであって、

減衰周波数帯域を調整可能なノッチフィルタの出力信号を第1周波数帯域で周波数走査し、第1の信号強度の周波数スペクトルを検出する第1周波数走査処理と、

前記ノッチフィルタの入力信号を前記第1周波数帯域よりも狭く、前記減衰周波数帯域に基づく第2周波数帯域で周波数走査し、第2の信号強度の周波数スペクトルを検出する第2周波数走査処理と、

前記第1の信号強度の周波数スペクトルと、前記第2の信号強度の周波数スペクトルとから、前記妨害波信号の周波数を推定し、前記妨害波信号の周波数から前記減衰周波数帯域の設定を行う処理を、

を有する妨害波信号除去プログラム。

[請求項8]

請求項7に記載の妨害波信号除去プログラムであって、

直列接続された複数のノッチフィルタの入力信号毎に前記第2の信号強度の周波数スペクトルを検出する複数の第2周波数走査処理と、

各第2の信号強度の周波数スペクトルに基づいて、ノッチフィルタ毎に前記減衰周波数帯域の設定を行う処理と、を有する妨害波信号除去プログラム。

[請求項9]

所望信号とは異なる妨害波信号を除去する妨害波信号除去方法であって、

減衰周波数帯域を調整可能なノッチフィルタ処理による出力信号を第1周波数帯域で周波数走査し、第1の信号強度の周波数スペクトルを検出する第1周波数走査工程と、

前記ノッチフィルタ処理前の信号を、前記第1周波数帯域よりも狭く、前記減衰周波数帯域に基づく第2周波数帯域で周波数走査し、第2の信号強度の周波数スペクトルを検出する第2周波数走査工程と、

前記第1の信号強度の周波数スペクトルと、前記第2の信号強度の周波数スペクトルとから、前記妨害波信号の周波数を推定し、前記妨害波信号の周波数から前記減衰周波数帯域の設定を行う工程を、

を有する妨害波信号除去方法。

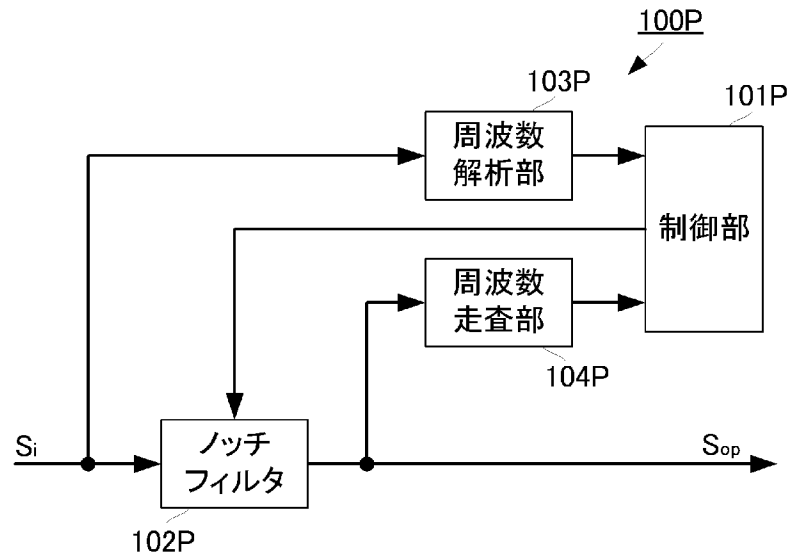
[請求項10]

請求項9に記載の妨害波信号除去方法であって、

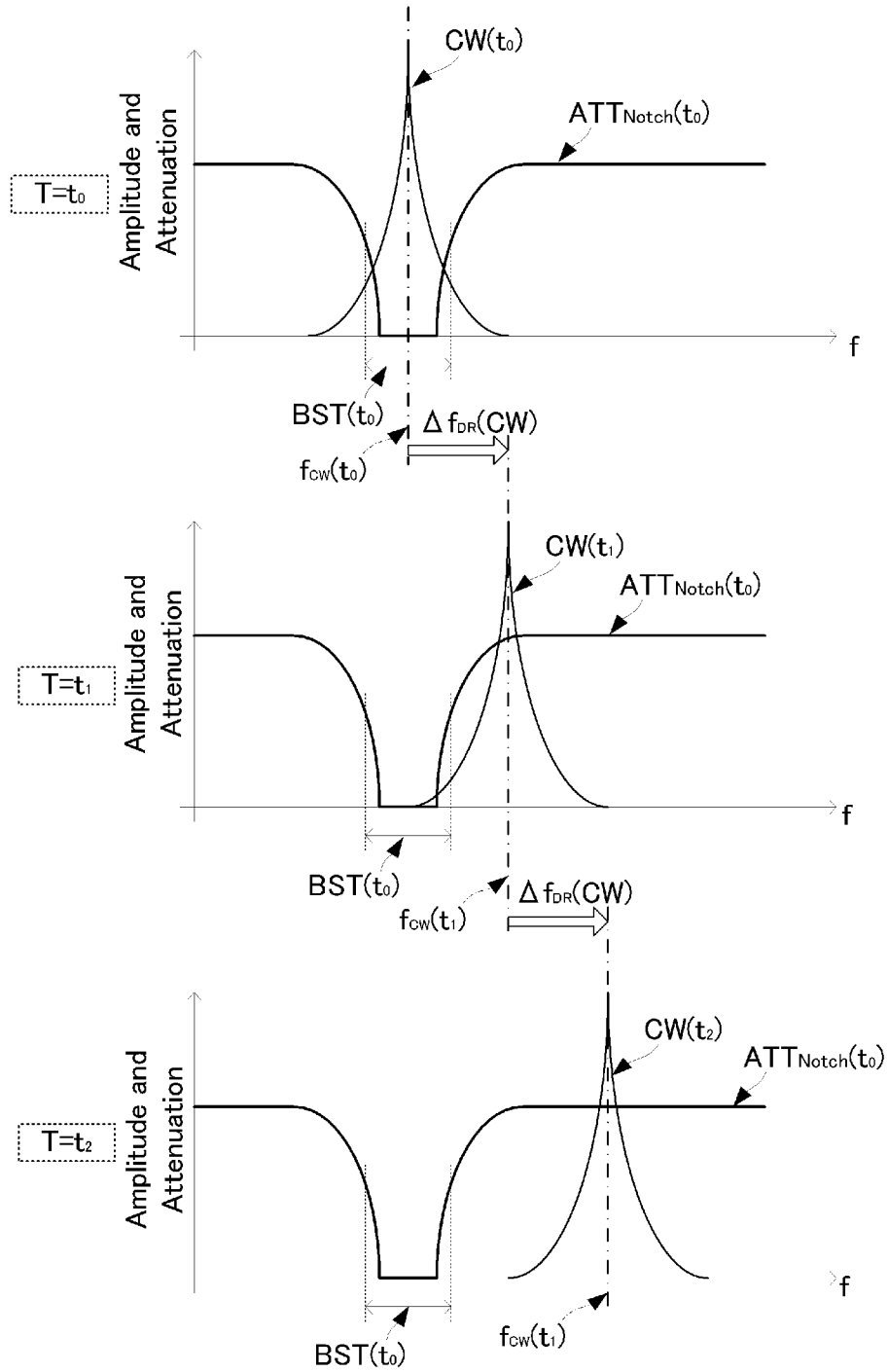
入力信号に対して連続的に行われる複数のノッチフィルタ処理における各ノッチフィルタ処理前の信号に対して前記第2の信号強度の周波数スペクトルを検出する複数の第2周波数走査工程と、

各第2の信号強度の周波数スペクトルに基づいて、それぞれのノッチフィルタ処理の前記減衰周波数帯域の設定を行う工程と、を有する妨害波信号除去方法。

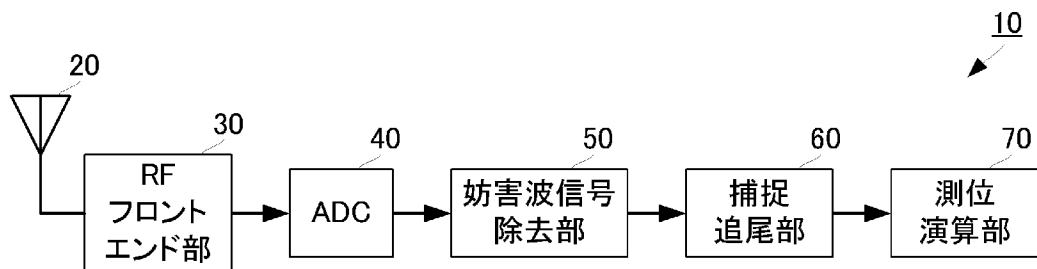
[図1]



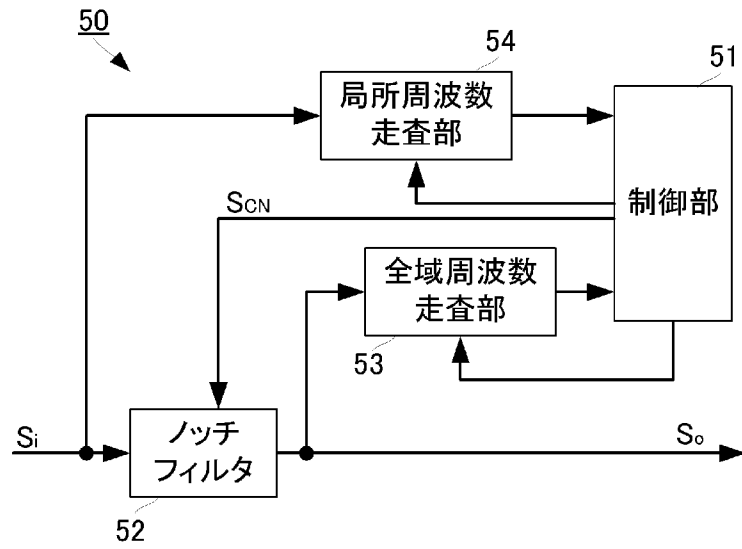
[図2]



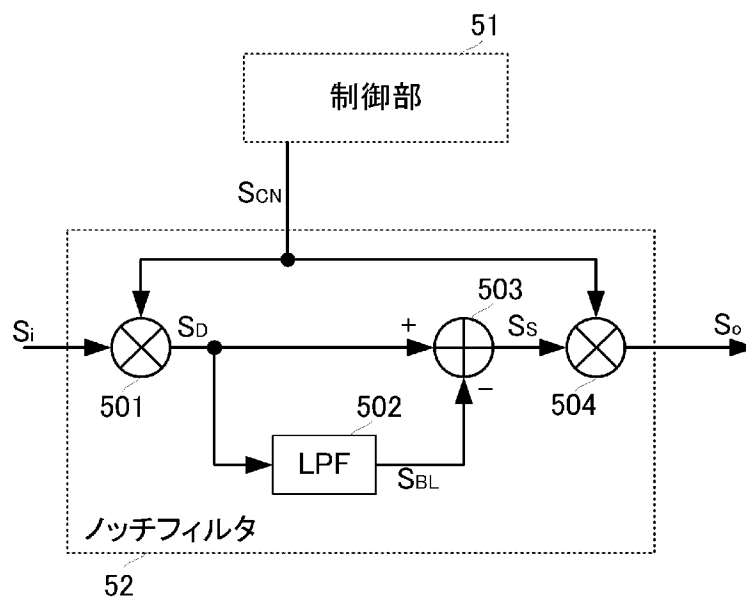
[図3]



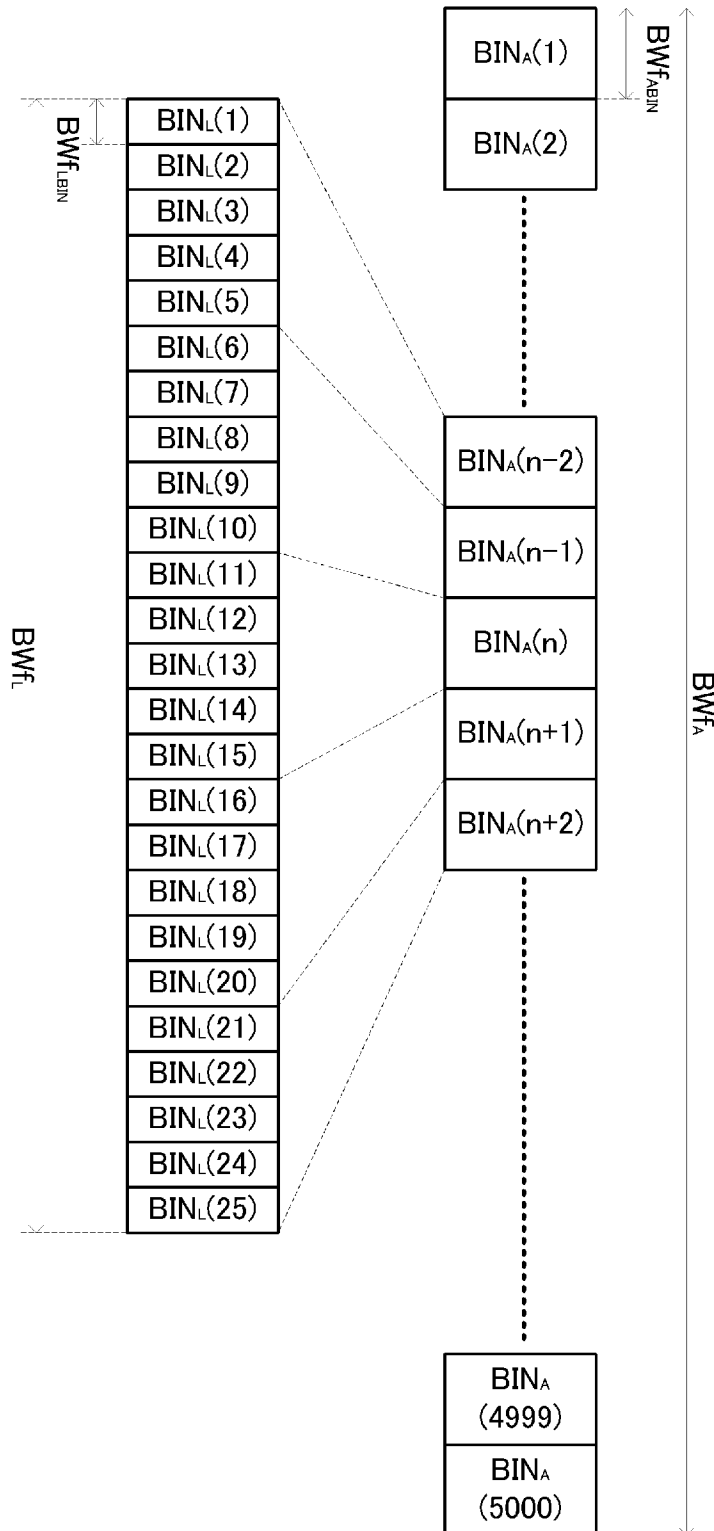
[図4]



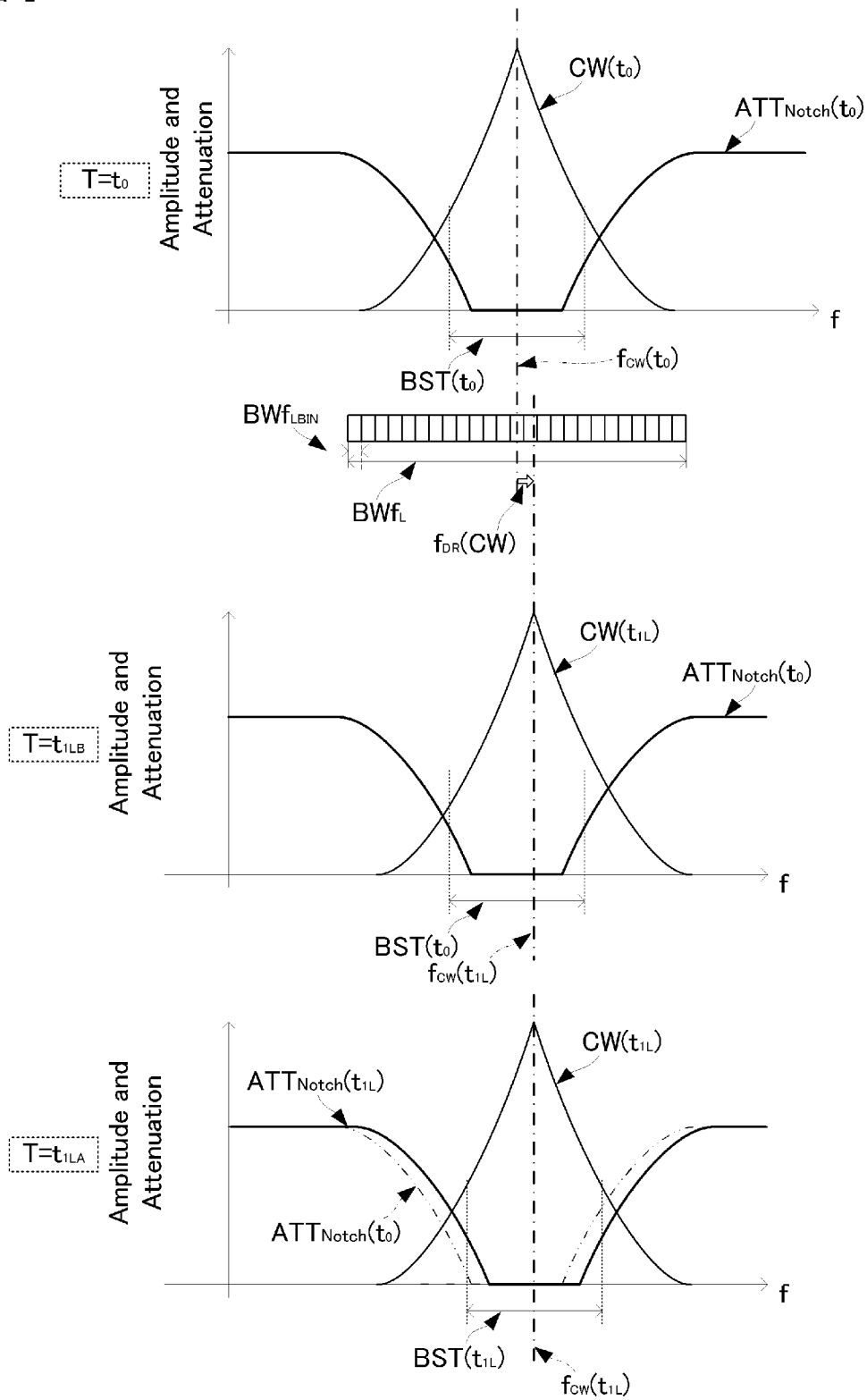
[図5]



[図6]

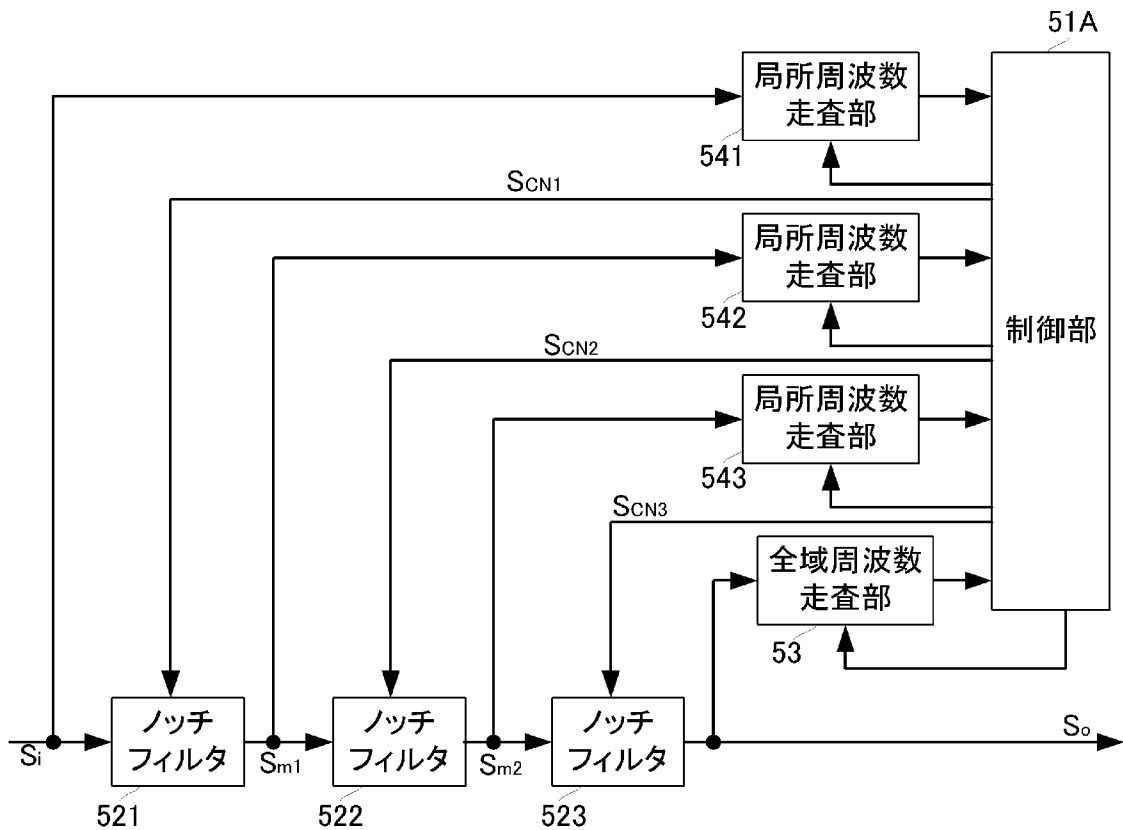


[図7]



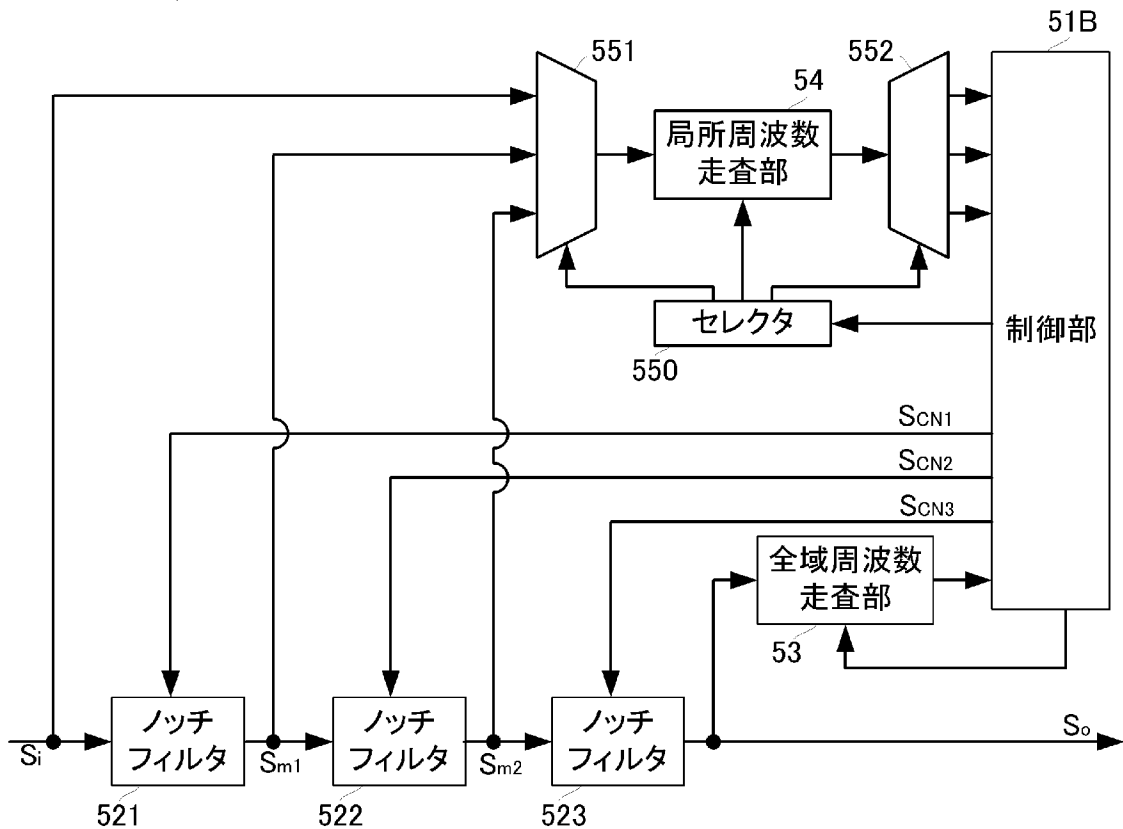
[図8]

50A

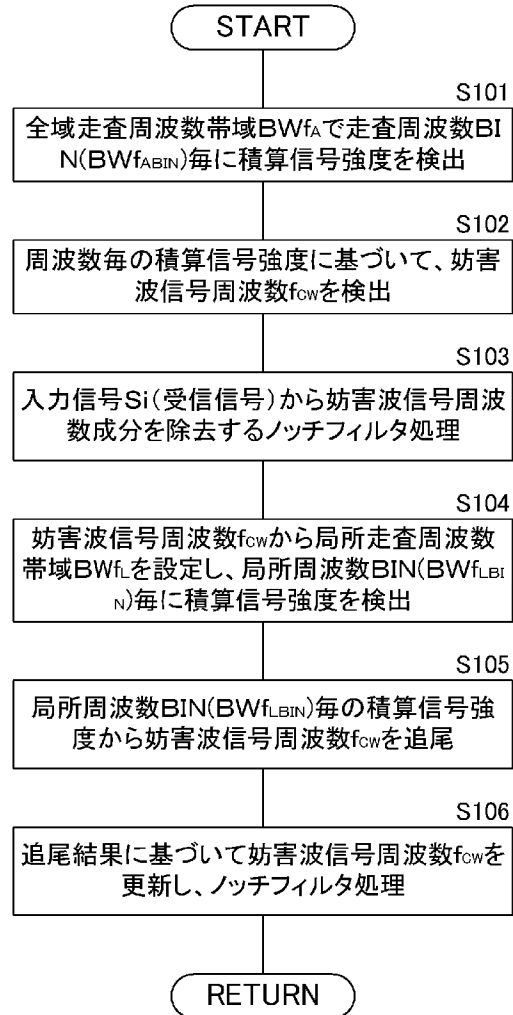


[図9]

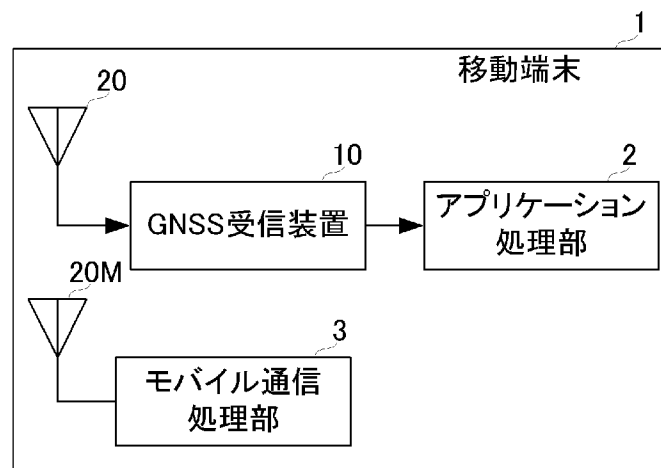
50B



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079297

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S19/21(2010.01)i, G01S19/37(2010.01)i, H04B1/10(2006.01)i, H04B1/71(2011.01)i

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)

G01S1/00-19/55, H04B1/10, H04B1/71

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y	JP 2004-328639 A (Kyocera Corp.), 18 November 2004 (18.11.2004), paragraphs [0039] to [0046]; fig. 7, 1 to 2 (Family: none)	1-10
Y	JP 3-231542 A (Kokusai Denshin Denwa Co., Ltd.), 15 October 1991 (15.10.1991), page 2, lower right column, line 3 to page 4, lower right column, line 3 & US 5222106 A & EP 440920 A2 & EP 651519 A3 & DE 69023632 C & DE 69033523 D & DE 69033523 T & DE 69023632 D	1-10

☒ 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
07 March, 2012 (07.03.12)

Date of mailing of the international search report
19 March, 2012 (19.03.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079297

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-260860 A (Motorola, Inc.), 22 September 2005 (22.09.2005), paragraphs [0042] to [0043]; fig. 1 & US 2005/0201498 A1 & EP 1578022 A3	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01S19/21 (2010.01) i, G01S19/37 (2010.01) i, H04B1/10 (2006.01) i, H04B1/71 (2011.01) i

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 (I P C))

Int.Cl. G01S1/00-19/55, H04B1/10, H04B1/71

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
Y	JP 2004-328639 A (京セラ株式会社) 2004. 11. 18, 段落 0039-0046, 第 7, 1-2 図 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 3-231542 A (国際電信電話株式会社) 1991. 10. 15, 第 2 頁右下欄 3 行目 - 第 4 頁右下欄 3 行目 & US 5222106 A & EP 440920 A2 & EP 651519 A3 & DE 69023632 C & DE 69033523 D & DE 69033523 T & DE 69023632 D	1-10
Y	JP 2005-260860 A (モトローラ・インコーポレイテッド) 2005. 09. 22, 段落 0042-0043, 第 1 図 & US 2005/0201498 A1 & EP 1578022 A3	1-10

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矛盾するものではなく、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

0 7 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山下 雅人

2 S

9 3 0 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8