

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4631673号
(P4631673)

(45) 発行日 平成23年2月16日 (2011. 2. 16)

(24) 登録日 平成22年11月26日 (2010. 11. 26)

(51) Int. Cl.	F I
H O 4 B 1/26 (2006. 01)	H O 4 B 1/26 K
G O 4 G 5/00 (2006. 01)	G O 4 G 5/00 J
G O 4 C 9/02 (2006. 01)	G O 4 C 9/02 D
	H O 4 B 1/26 E

請求項の数 6 (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2005-345640 (P2005-345640)	(73) 特許権者	000001443
(22) 出願日	平成17年11月30日 (2005. 11. 30)		カシオ計算機株式会社
(65) 公開番号	特開2007-60614 (P2007-60614A)		東京都渋谷区本町 1 丁目 6 番 2 号
(43) 公開日	平成19年3月8日 (2007. 3. 8)	(74) 代理人	110001254
審査請求日	平成20年6月13日 (2008. 6. 13)		特許業務法人光陽国際特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2005-217469 (P2005-217469)	(74) 代理人	100090033
(32) 優先日	平成17年7月27日 (2005. 7. 27)		弁理士 荒船 博司
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100093045
			弁理士 荒船 良男
		(72) 発明者	染谷 薫
			東京都羽村市栄町 3 丁目 2 番 1 号 カシオ
			計算機株式会社 羽村技術センター内
		審査官	佐藤 敬介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電波受信装置、電波受信回路及び電波時計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アンテナで受信した受信信号を増幅する増幅手段と、
 予め定められた周波数の基準周波数信号を出力する基準周波数出力手段と、
 この基準周波数出力手段により出力された基準周波数信号又はこの基準周波数信号の周波数を通倍した信号を複数の分周比に分周し、この分周された複数の分周信号を出力する分周手段と、

入力信号を前記分周手段から出力された前記複数の分周信号の夫々に基づいた周波数に変換した信号を変換信号として出力する変換回路が複数個直列に接続され、初段の前記変換回路には前記増幅手段により増幅された受信信号が入力信号として供給される多段周波数変換手段と、

前記分周手段により分周された複数の分周信号のうち何れかの分周信号を基準信号として、前記多段周波数変換手段の最終段の変換回路から出力される変換信号を基に検波する検波手段と、を備え、

前記多段周波数変換手段の各変換回路は、受信する標準電波の周波数による切替設定に応じて、周波数を変換せずに入力信号を変換信号として出力する切替出力手段を有することを特徴とする電波受信装置。

【請求項 2】

前記多段周波数変換手段の最終段は、前記分周手段から出力された分周信号と該最終段の前段から出力される変換信号とが同一周波数である場合、検波する検波手段を兼ね備え

ることを特徴とする請求項 1 に記載の電波受信装置。

【請求項 3】

アンテナで受信した受信信号を増幅する増幅回路と、

予め定められた周波数の基準周波数信号を出力する基準周波数出力回路と、

この基準周波数出力回路により出力された基準周波数信号又はこの基準周波数信号の周波数を通倍した信号を複数の分周比に分周し、この分周された複数の分周信号を出力する分周回路と、

入力信号を前記分周回路から出力された前記複数の分周信号の夫々に基づいた周波数に変換した信号を変換信号として出力する変換回路が複数個直列に接続され、初段の前記変換回路には前記増幅回路により増幅された受信信号が入力信号として供給される多段周波数変換回路と、

前記分周回路により分周された複数の分周信号のうち何れかの分周信号を基準信号として、前記多段周波数変換回路の最終段の変換回路から出力される変換信号を基に検波する検波回路と、を備え、

前記多段周波数変換回路の各変換回路は、受信する標準電波の周波数による切替設定に応じて、周波数を変換せずに入力信号を変換信号として出力する切替出力回路を有することを特徴とする電波受信回路。

【請求項 4】

前記多段周波数変換回路の最終段は、前記分周回路から出力された分周信号と該最終段の前段から出力される変換信号とが同一周波数である場合、検波する検波回路を兼ね備えることを特徴とする請求項 3 に記載の電波受信回路。

【請求項 5】

時刻情報を含む標準電波をアンテナで受信した受信信号を増幅する増幅手段と、

予め定められた周波数の基準周波数信号を出力する基準周波数出力手段と、

この基準周波数出力手段から出力される基準周波数信号又はこの基準周波数信号の周波数を通倍した信号を複数の分周比に分周し、この分周された複数の分周信号を出力する分周手段と、

入力信号を前記分周手段から出力された前記複数の分周信号の夫々に基づいた周波数に変換した信号を変換信号として出力する変換回路が複数個直列に接続され、初段の前記変換回路には前記増幅手段により増幅された受信信号が入力信号として供給される多段周波数変換手段と、

前記分周手段により分周された複数の分周信号のうち何れかの分周信号を基準信号として、前記多段周波数変換手段の最終段の変換回路から出力される信号を基に検波し、検波信号として出力する検波手段と、

この検波手段から出力される検波信号に基づいて時刻情報を生成するタイムコード生成手段と、

前記基準周波数出力手段から出力される基準周波数信号を基に現在時刻を計時する計時手段と、

前記タイムコード生成手段により生成された時刻情報に基づいて前記計時手段により計時されている現在時刻を修正する時刻修正手段と、を備え、

前記多段周波数変換手段の各変換回路は、受信する標準電波の周波数による切替設定に応じて、周波数を変換せずに入力信号を変換信号として出力する切替出力手段を有することを特徴とする電波時計。

【請求項 6】

前記多段周波数変換手段の最終段は、前記分周手段から出力された分周信号と該最終段の前段から出力される変換信号とが同一周波数である場合、検波する検波手段を兼ね備えることを特徴とする請求項 5 に記載の電波時計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、電波受信装置、電波受信回路及び電波時計に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、各国（例えば日本、ドイツ、イギリス、スイス等）において、時刻データ即ちタイムコード入りの長波標準電波が送出されている。日本では、2つの送信所（福島県及び佐賀県）より、長波標準電波のフォーマットを用いたタイムコードを振幅変調した40kHz及び60kHzの長波標準電波が送出されている。このタイムコードは、正確な分の桁が更新される毎即ち1分毎に、1周期60秒のフレームで送出されている。

【0003】

近年では、このようなタイムコード入り標準電波を受信し、これにより現在時刻を修正する、いわゆる電波時計が実用化されている。電波時計は、内蔵しているアンテナを介して標準電波を受信し、受信信号の増幅・検波等を行うことでタイムコードを解読して現在時刻を修正する。また電波時計の中には、周波数が異なる複数の標準電波を受信可能な、いわゆるマルチバンド化された電波時計も知られている。

【0004】

マルチバンド化された電波時計における電波受信装置は、受信信号を所定周波数の局部発振信号と合成して中間周波信号（IF信号）に変換し、この中間周波信号を基に検波するスーパーヘテロダイン方式が主流であるが、この場合、受信する標準電波の周波数に応じた周波数の局部発振信号が必要となる。

【0005】

このための構成として、（1）受信する標準電波の周波数毎に、該周波数に応じた局部発振信号を出力する複数の局部発振回路を有する構成や、（2）局部発振回路を1つとし、この局部発振回路の発振周波数を受信周波数選択スイッチのON/OFFによって切り替える構成（例えば、特許文献1参照）、（3）局部発振回路を計時用の発振回路と兼用し、この計時用の発振回路から出力される32.768kHzの基準周波数信号を受信する標準電波の周波数に応じた分周比で分周して局部発振信号とする構成（例えば、特許文献2参照）、等が知られている。

【特許文献1】特開2002-82187号公報

【特許文献2】特開平6-214054号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上述した従来のマルチバンド化された電波受信装置には次のような問題があった。即ち、（1）受信する標準電波の周波数に応じた複数の発振回路を設ける場合、電波受信装置の回路規模が大きくなり、コスト増大を招くとともに、受信可能な標準電波の周波数が制限されるという問題があった。また、（2）のように局部発振回路を有する場合、この局部発振回路は、例えばVCO（Voltage Controlled Oscillator）を有するPLL（Phase Locked Loop）回路によって構成されるが、PLL回路には、電源投入から動作安定まで時間を要するとともに、基準周波数の設定によってはVCOから出力される発振周波数が不安定になるという問題があった。

【0007】

また、（3）計時用の基準周波数信号を分周して局部発振信号とする場合、分周信号が受信信号の周波数を中間周波数に変換するために必要な周波数と完全に一致せず、この周波数のずれにより正確な検波が行えなくなるという問題があった。

【0008】

上記事情に鑑み、本発明は、周波数が異なる複数の電波の受信を、高安定且つ高精度に行えるようにすることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、

アンテナ（例えば、図２の受信アンテナ６２１）で受信した受信信号を増幅する増幅手段（例えば、図２のＲＦ増幅回路６２２）と、

予め定められた周波数の基準周波数信号を出力する基準周波数出力手段（例えば、図１の発振回路部９００）と、

この基準周波数出力手段により出力された基準周波数信号又はこの基準周波数信号の周波数を通倍した信号を複数の分周比に分周し、この分周された複数の分周信号を出力する分周手段（例えば、図２の分周回路６２５）と、

入力信号を前記分周手段から出力された前記複数の分周信号の夫々に基づいた周波数に変換した信号を変換信号として出力する変換回路（例えば、図２の基本回路６２４）が複数個直列に接続され、初段の前記変換回路には前記増幅手段により増幅された受信信号が
10 入力信号として供給される多段周波数変換手段（例えば、図２の多段周波数変換回路６２３）と、

前記分周手段により分周された複数の分周信号のうち何れかの分周信号を基準信号として、前記多段周波数変換手段の最終段の変換回路から出力される変換信号を基に検波する検波手段（例えば、図２の検波回路６２６）と、を備え、

前記多段周波数変換手段の各変換回路は、受信する標準電波の周波数による切替設定に応じて、周波数を変換せずに入力信号を変換信号として出力する切替出力手段（例えば、図１３（ａ）のスイッチＳＷ２，ＳＷ３、図１４（ａ）のスイッチＳＷ４，ＳＷ５）を有することを特徴とする電波受信装置（例えば、図２の電波受信装置６２０）である。

【００１１】

請求項２に記載の発明は、請求項１に記載の電波受信装置において、

前記多段周波数変換手段の最終段は、前記分周手段から出力された分周信号と該最終段の前段から出力される変換信号とが同一周波数である場合、検波する検波手段を兼ね備えることを特徴とする電波受信装置（例えば、図２の電波受信装置６２０）である。

【００１８】

請求項３に記載の発明は、

アンテナ（例えば、図２の受信アンテナ６２１）で受信した受信信号を増幅する増幅回路（例えば、図２のＲＦ増幅回路６２２）と、

予め定められた周波数の基準周波数信号を出力する基準周波数出力回路（例えば、図１の発振回路部９００）と、
30

この基準周波数出力回路により出力された基準周波数信号又はこの基準周波数信号の周波数を通倍した信号を複数の分周比に分周し、この分周された複数の分周信号を出力する分周回路（例えば、図２の分周回路６２５）と、

入力信号を前記分周回路から出力された前記複数の分周信号の夫々に基づいた周波数に変換した信号を変換信号として出力する変換回路（例えば、図２の基本回路６２４）が複数個直列に接続され、初段の前記変換回路には前記増幅回路により増幅された受信信号が
40 入力信号として供給される多段周波数変換回路（例えば、図２の多段周波数変換回路６２３）と、

前記分周回路により分周された複数の分周信号のうち何れかの分周信号を基準信号として、前記多段周波数変換回路の最終段の変換回路から出力される変換信号を基に検波する検波回路（例えば、図２の検波回路６２６）と、を備え、

前記多段周波数変換回路の各変換回路は、受信する標準電波の周波数による切替設定に応じて、周波数を変換せずに入力信号を変換信号として出力する切替出力回路（例えば、図１３（ａ）のスイッチＳＷ２，ＳＷ３、図１４（ａ）のスイッチＳＷ４，ＳＷ５）を有することを特徴とする電波受信回路（例えば、図２の電波受信装置６２０）である。

【００２０】

請求項４に記載の発明は、請求項３に記載の電波受信回路において、

前記多段周波数変換回路の最終段は、前記分周回路から出力された分周信号と該最終段の前段から出力される変換信号とが同一周波数である場合、検波する検波回路を兼ね備えることを特徴とする電波受信回路（例えば、図２の電波受信装置６２０）である。
50

【0024】

請求項5に記載の発明は、

時刻情報を含む標準電波をアンテナで受信した受信信号を増幅する増幅手段（例えば、図2のRF増幅回路622）と、

予め定められた周波数の基準周波数信号を出力する基準周波数出力手段（例えば、図1の発振回路部900）と、

この基準周波数出力手段から出力される基準周波数信号又はこの基準周波数信号の周波数を通倍した信号を複数の分周比に分周し、この分周された複数の分周信号を出力する分周手段（例えば、図2の分周回路625）と、

入力信号を前記分周手段から出力された前記複数の分周信号の夫々に基づいた周波数に変換した信号を変換信号として出力する変換回路（例えば、基本回路624）が複数個直列に接続され、初段の前記変換回路には前記増幅手段により増幅された受信信号が入力信号として供給される多段周波数変換手段（例えば、図2の多段周波数変換回路623）と

、
前記分周手段により分周された複数の分周信号のうち何れかの分周信号を基準信号として、前記多段周波数変換手段の最終段の変換回路から出力される信号を基に検波し、検波信号として出力する検波手段（例えば、図2の検波回路626）と、

この検波手段から出力される検波信号に基づいて時刻情報を生成するタイムコード生成手段（例えば、図1のタイムコード生成部700）と、

前記基準周波数出力手段から出力される基準周波数信号を基に現在時刻を計時する計時手段（例えば、図1の計時回路部800）と、

前記タイムコード生成手段により生成された時刻情報に基づいて前記計時手段により計時されている現在時刻を修正する時刻修正手段（例えば、図1のCPU100）と、を備え、

前記多段周波数変換手段の各変換回路は、受信する標準電波の周波数による切替設定に応じて、周波数を変換せずに入力信号を変換信号として出力する切替出力手段（例えば、図13（a）のスイッチSW2、SW3、図14（a）のスイッチSW4、SW5）を有することを特徴とする電波時計（例えば、図1の電波時計1）である。

【0025】

請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の電波時計において、

前記多段周波数変換手段の最終段は、前記分周手段から出力された分周信号と該最終段の前段から出力される変換信号とが同一周波数である場合、検波する検波手段を兼ね備えることを特徴とする電波時計（例えば、図1の電波時計1）である。

【発明の効果】

【0028】

請求項1又は3に記載の発明によれば、アンテナで受信・増幅された受信信号が、変換回路により予め定められた周波数の基準周波数信号又はこの基準周波数信号の周波数を通倍した信号を複数の分周比で分周された分周信号に基づいた周波数に変換され、この変換回路を複数個直列に接続した最終段の変換回路から出力された信号を基に検波が行われる。従って、従来のスーパーヘテロダイン方式の電波受信装置で必要であった局部発振回路やPLL回路が不要となり、安定した受信が実現されるとともに、装置全体としての消費電力の低減が図れる。また、受信信号の周波数を分周信号に基づいた周波数に変換する処理を複数の変換回路で行うことにより、高精度な受信が実現される。更に、周波数を変換する各変換回路は簡単な回路素子で構成可能であるため、CMOSを用いたLSI化によるチップサイズの縮小が図れる。

【0030】

請求項2又は4に記載の発明によれば、アンテナで受信・増幅された受信信号が、変換回路により予め定められた周波数の基準周波数信号又はこの基準周波数信号の周波数を通倍した信号を複数の分周比で分周された分周信号に基づいた周波数に変換され、この変換回路を複数個直列に接続した最終段の変換回路により検波が行われる。従って、従来のス

10

20

30

40

50

ーパーヘテロダイン方式の電波受信装置で必要であった局部発振回路やPLL回路が不要となり、安定した受信が実現されるとともに、装置全体としての消費電力の低減が図れる。また、受信信号の周波数を分周信号に基づいた周波数に変換する処理を複数の変換回路で行うことにより、高精度な受信が実現される。更に、周波数を変換する各変換回路は簡単な回路素子で構成可能であるため、CMOSを用いたLSI化によるチップサイズの縮小が実現される。

【0038】

請求項5に記載の発明によれば、電波時計において、アンテナで受信・増幅された受信信号が、予め定められた周波数の基準周波数信号又はこの基準周波数信号の周波数を通倍した信号を複数の分周比で分周された分周信号に基づいた周波数に変換され、この変換回路を複数個直列に接続した最終段の変換回路から出力された信号を基に検波が行われる。ここで、基準周波数信号は現在時刻の計時に用いられる信号であり、従来のスーパーヘテロダイン方式の電波受信装置で必要であった局部発振回路やPLL回路は不要となる。このため、安定した受信が実現されるとともに、標準電波の受信にかかる消費電力の低減が図れる。また、受信信号の周波数を分周信号に基づいた周波数に変換する処理を複数の変換回路で行うことにより、高精度な受信が実現される。更に、周波数を変換する各変換回路は簡単な回路素子で構成可能であるため、CMOSを用いたLSI化によるチップサイズの縮小が図れる。

10

【0039】

請求項6に記載の発明によれば、電波時計において、アンテナで受信・増幅された受信信号が、変換回路により予め定められた周波数の基準周波数信号又はこの基準周波数信号の周波数を通倍した信号を複数の分周比で分周された分周信号に基づいた周波数に変換され、この変換回路を複数個直列に接続した最終段の変換回路により検波が行われる。ここで、基準周波数信号は現在時刻の計時に用いられる信号であり、従来の電波受信装置で必要であった局部発振回路やPLL回路は不要となる。このため、安定した受信が実現されるとともに、装置全体としての消費電力の低減が図れる。また、受信信号の周波数を分周信号に基づいた周波数に変換する処理を複数の変換回路で行うことにより、高精度な受信が実現される。更に、周波数を変換する各変換回路は簡単な回路素子で構成可能であるため、CMOSを用いたLSI化によるチップサイズの縮小が図れる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0042】

以下、図面を参照して、本発明に好適な実施形態を説明する。

【0043】

[電波時計]

図1は、本実施形態における電波時計の構成を示すブロック図である。同図によれば、電波時計1は、CPU(Central Processing Unit)100と、入力部200と、表示部300と、ROM(Read Only Memory)400と、RAM(Random Access Memory)500と、受信制御部600と、タイムコード生成部700と、計時回路部800と、発振回路部900とを備えている。発振回路部900を除く各部はバスBによって接続され、発振回路部900は電波受信装置620及び計時回路部800に接続されている。

40

【0044】

CPU100は、所定のタイミング或いは入力部200から入力された操作信号に応じてROM400に格納されているプログラムを読み出してRAM500に展開し、該プログラムに基づいて電波時計1を構成する各部への指示やデータ転送等を行う。具体的には、例えば所定時間毎に受信制御部600を制御して標準電波の受信処理を実行し、タイムコード生成部700から入力された標準タイムコードに基づいて計時回路部800で計時される現在時刻データを修正する。

【0045】

入力部200は、電波時計1の各種機能を実行させるためのスイッチ等で構成され、これらのスイッチが操作された場合には対応する操作信号をCPU100に出力する。表示

50

部 3 0 0 は、小型液晶ディスプレイ等で構成され、C P U 1 0 0 から入力される表示信号に基づいて現在時刻等を表示する。

【0 0 4 6】

R O M 4 0 0 は、電波時計 1 にかかるシステムプログラムやアプリケーションプログラム、本実施形態を実現するためのプログラムやデータ等を記憶する。R A M 5 0 0 は、C P U 1 0 0 の作業領域として用いられ、R O M 4 0 0 から読み出されたプログラムやデータ等を一時的に格納する。

【0 0 4 7】

受信制御部 6 0 0 は、電波受信装置 6 2 0 を備える。電波受信装置 6 2 0 は、受信アンテナで受信した長波標準電波の不要な周波数成分をカットして該当する周波数信号を取り出し、電気信号に変換してタイムコード生成部 7 0 0 に出力する。

10

【0 0 4 8】

タイムコード生成部 7 0 0 は、電波受信装置 6 2 0 から入力された電気信号をデジタル信号に変換し、標準時刻コードや積算コード、曜日コード等の時計機能に必要なデータを含む標準タイムコードを生成して C P U 1 0 0 に出力する。

【0 0 4 9】

計時回路部 8 0 0 は、発振回路部 9 0 0 から入力される信号を計数して現在時刻を計し、現在時刻データを C P U 1 0 0 に出力する。発振回路部 9 0 0 は水晶発振器等で構成され、3 2 . 7 6 8 k H z の基準周波数信号を出力する。

20

【0 0 5 0】

〔電波受信装置〕

図 2 は、本実施形態における電波受信装置 6 2 0 の概念構成を示すブロック図である。同図によれば、電波受信装置 6 2 0 は、受信アンテナ 6 2 1 と、R F 増幅回路 6 2 2 と、多段周波数変換回路 6 2 3 と、分周回路 6 2 5 と、検波回路 6 2 6 と、A G C 回路 6 2 7 とを備えて構成される。

【0 0 5 1】

受信アンテナ 6 2 1 は、例えばバーアンテナによって構成され、時刻コードを含む所定周波数の標準電波を受信し、受信した標準電波を電気信号に変換して出力する。R F 増幅回路 6 2 2 は、受信アンテナ 6 2 1 から入力された信号を、A G C 回路 6 2 7 から入力された制御信号 h に応じて増幅或いは減衰して出力する。

30

【0 0 5 2】

多段周波数変換回路 6 2 3 は、直列接続された n 段から成る複数の基本回路 6 2 4 [1] , 6 2 4 [2] , ⋯ , 6 2 4 [n] (以下、包括的に「基本回路 6 2 4 」という) を有し、R F 増幅回路 6 2 2 から入力される信号を、分周回路 6 2 5 から入力される信号 g 1 , g 2 , ⋯ , g n (以下、包括的に「信号 g 」という) に基づいて、該信号 g に基づいた周波数に順次変換することにより徐々に低い周波数に変換し、信号 a として出力する。

【0 0 5 3】

図 3 に、基本回路 6 2 4 の回路構成を示す。基本回路 6 2 4 は、入力信号に分周回路 6 2 5 から入力された信号 g (分周信号) を乗算合成して周波数変換する回路 (変換回路) であり、同図によれば、ミキサ 6 2 4 1 と、フィルタ回路 6 2 4 2 と、増幅器 6 2 4 3 とを備えて構成される。

40

【0 0 5 4】

ミキサ 6 2 4 1 は、基本回路 6 2 4 への入力信号と、分周回路 6 2 5 から入力される信号 g とを乗算合成して出力する。

【0 0 5 5】

フィルタ回路 6 2 4 2 は、L P F (ローパスフィルタ) 等で構成され、ミキサ 6 2 4 1 から入力される信号に対して所定の低域範囲の周波数を通過させ、範囲外の周波数成分を遮断する。このフィルタ回路 6 2 4 2 の通過帯域は、当該基本回路 6 2 4 における入力信号及び信号 g の周波数に応じて決定される。具体的には、入力信号と信号 g との和周波数

50

を遮断し、差周波数を通過させるよう、フィルタ回路 6 2 4 2 が構成される。

【0056】

増幅器 6 2 4 3 は、フィルタ回路 6 2 4 2 から入力される信号を、A G C 回路 6 2 7 から入力される制御信号 i に応じて増幅或いは減衰して出力する。この増幅器 6 2 4 3 の出力が、該基本回路 6 2 4 の出力信号となる。

【0057】

多段周波数変換回路 6 2 3 は、このように構成される複数の基本回路 6 2 4 が多段に複数個直列接続されて成り、各基本回路 6 2 4 には前段の基本回路 6 2 4 の出力信号が入力信号として入力される。但し、初段の基本回路 6 2 4 [1] には、入力信号として R F 増幅回路 6 2 2 からの出力信号が入力される。そして、最終段の基本回路 6 2 4 [n] から

10

【0058】

図 2 において、分周回路 6 2 5 は、発振回路部 9 0 0 から入力される基準周波数信号を複数の比率で分周或いは通倍し、それぞれを信号 g_1 , g_2 , $\dots$, g_n として基本回路 6 2 4 [1], 6 2 4 [2], $\dots$, 6 2 4 [n] に出力するとともに、信号 f として検波回路 6 2 6 に出力する。

【0059】

検波回路 6 2 6 は、分周回路 6 2 5 から入力される信号 f を用いて多段周波数変換回路 6 2 3 から入力される信号 a を検波し、検波信号 d として出力する。この検波信号 d はタイムコード生成部 7 0 0 に入力され、現在時刻の修正等に利用される。

20

【0060】

A G C 回路 6 2 7 は、多段周波数変換回路 6 2 3 から入力される信号 a の強弱に応じて、R F 増幅回路 6 2 2 の増幅度を制御するための制御信号 h 、及び、各基本回路 6 2 4 における増幅器 6 2 4 3 の増幅度を制御するための制御信号 i を生成して出力する。

[検波回路]

【0061】

図 4 に、検波回路 6 2 6 の回路構成を示す。同図によれば、検波回路 6 2 6 は、多段周波数変換回路 6 2 3 から入力される信号 a を基に検波を行うものであり、1/2 分周器 6 2 6 1 と、論理ゲート 6 2 6 2 と、ミキサ 6 2 6 3, 6 2 6 4 と、L P F 6 2 6 5, 6 2 6 6 と、二乗回路 6 2 6 7, 6 2 6 8 と、加算器 6 2 6 9 とを備えて構成される。

30

【0062】

1/2 分周器 6 2 6 1 は、分周回路 6 2 5 から入力される信号 f を 1/2 分周し、信号 e_1 として出力する。ここで、1/2 分周器 6 2 6 1 に入力される信号 f の周波数は信号 a の周波数の 2 倍に設定されており、従って、1/2 分周器 6 2 6 1 から出力される信号 e_1 は、信号 a の周波数と等しくなる。

【0063】

論理ゲート 6 2 6 2 は、信号 f と 1/2 分周器 6 2 6 1 から入力される信号 e_1 との排他的論理和 (E O R) を演算し、演算結果を信号 e_2 として出力する。従って、この信号 e_2 は、出力信号 e_1 の位相を 90 度シフト (移相) させた信号となる。

【0064】

40

ミキサ 6 2 6 3 は、多段周波数変換回路 6 2 3 から入力される信号 a と、1/2 分周器 6 2 6 1 から入力される信号 e_1 とを乗算合成して出力する。L P F 6 2 6 5 は、ミキサ 6 2 6 3 から入力される信号に対して所定の低域範囲の周波数を通過させ、範囲外の周波数成分を遮断し、信号 b として出力する。二乗回路 6 2 6 7 は、L P F 6 2 6 5 から入力される信号 b を二乗して出力する。

【0065】

ミキサ 6 2 6 4 は、多段周波数変換回路 6 2 3 から入力される信号 a と、論理ゲート 6 2 6 2 から入力される信号 e_2 とを乗算合成して出力する。L P F 6 2 6 6 は、ミキサ 6 2 6 4 から入力される信号に対して所定の低域範囲の周波数を通過させ、範囲外の周波数成分を遮断し、信号 c として出力する。二乗回路 6 2 6 8 は、L P F 6 2 6 6 から入力さ

50

れる信号 c を二乗して出力する。

【0066】

加算器 6269 は、二乗回路 6267 から入力される信号と二乗回路 6268 から入力される信号を加算し、検波信号 d として出力する。

【0067】

[受信動作]

次に、電波受信装置 620 における具体的な受信動作を説明する。

【0068】

(A) 40 kHz の標準電波 (日本) を受信する場合

40 kHz の標準電波を受信する場合、多段周波数変換回路 623 は、3 段の基本回路 624 [1] , 624 [2] , 624 [3] から構成される。また、図 5 , 6 は、この場合の受信動作を説明するための周波数スペクトルの様子をイメージ的に示す図である。

10

【0069】

まず、多段周波数変換回路 623 における初段の基本回路 624 [1] には、RF 増幅回路 622 から 40 kHz の受信信号が、分周回路 625 から基準周波数信号である 32.768 kHz の信号 g2 が、それぞれ入力される。そして、図 5 (a) に示すように、ミキサ 6241 により、40 kHz の受信信号と 32.768 kHz の信号 g2 とが乗算合成され、双方の周波数の和である 72.768 kHz の信号と、差である 7.232 kHz の信号とが生成される。

【0070】

20

ここで、基本回路 624 [1] におけるフィルタ回路 6242 の遮断周波数を約 8 kHz 程度とすると、生成された信号のうち、72.768 kHz の信号はこのフィルタ回路 6242 により遮断され、7.232 kHz の信号はフィルタ回路 6242 を通過し、増幅器 6243 を介して該基本回路 624 [1] の出力信号として出力される。

【0071】

つまり、基本回路 624 [1] は、入力信号である 40 kHz を通過帯域に含む BPF (バンドパスフィルタ) に等価であるといえる。またこの等価的な BPF の帯域幅は、フィルタ回路 6242 の帯域幅に応じたものとなる。

【0072】

次段の基本回路 624 [2] には、前段の基本回路 624 [1] から出力される 7232 Hz の信号が、分周回路 625 から基準周波数信号である 32768 Hz を 4 分周した 8192 Hz の信号 g4 が、それぞれ入力される。そして、同図 (b) に示すように、7232 Hz の入力信号と 8192 Hz の信号 g4 とが乗算合成され、双方の周波数の和である 15424 Hz の信号と、差である 960 Hz の信号とが生成される。

30

【0073】

ここで、基本回路 624 [2] におけるフィルタ回路 6242 の遮断周波数を約 1 kHz 程度とすると、生成された信号のうち、15424 Hz の信号はこのフィルタ回路 6242 により遮断され、960 Hz の信号はフィルタ回路 6242 を通過し、該基本回路 624 [2] の出力信号として出力される。

【0074】

40

つまり、基本回路 624 [2] は、入力信号である 7232 Hz を通過帯域に含む BPF に等価であるといえる。またこの等価的な BPF の通過帯域幅は、フィルタ回路 6242 の通過帯域幅に応じたものとなるが、基本回路 624 [2] におけるフィルタ回路 6242 の通過帯域幅は基本回路 624 [1] におけるフィルタ回路 6242 の通過帯域幅より狭いため、基本回路 624 [2] の等価的な BPF の通過帯域幅は、基本回路 624 [1] の等価的な BPF の通過帯域幅より狭くなる。

【0075】

次いで、最終段の基本回路 624 [3] には、前段の基本回路 624 [2] から 960 Hz の信号が、分周回路 625 から基準周波数信号である 32768 Hz を 32 分周した 1024 Hz の信号 g7 が、それぞれ入力される。そして、同図 (c) に示すように、9

50

60 Hzの入力信号と1024 Hzの信号g7とが乗算合成され、双方の周波数の和である1984 Hzの信号と、差である64 Hzの信号とが生成される。

【0076】

ここで、基本回路624〔3〕におけるフィルタ回路6242の遮断周波数を約70 Hz程度とすると、生成された信号のうち、1984 Hzの信号はこのフィルタ回路6242により遮断され、64 Hzの信号はフィルタ回路6242を通過し、該基本回路624〔3〕の出力信号として出力される。この出力信号が多段周波数変換回路623の出力信号aとして検波回路626に入力される。

【0077】

つまり、基本回路624〔3〕は、入力信号である1024 Hzを通過帯域に含むBPFに等価であるといえる。またこの等価的なBPFの通過帯域幅は、フィルタ回路6242の通過帯域幅に応じたものとなるが、基本回路624〔3〕におけるフィルタ回路6242の通過帯域幅は基本回路624〔2〕におけるフィルタ回路6242の通過帯域幅よりも狭いため、基本回路624〔3〕の等価的なBPFの通過帯域幅よりも狭くなる。

【0078】

そして、検波回路626に、多段周波数変換回路623から64 Hzの信号aが、分周回路625から基準周波数信号である32768 Hzを256分周した128 Hzの信号g11が信号fとして、それぞれ入力され、検波が行われる。即ち、図5（d）に示すように、ミキサ6263、6264それぞれにより、64 Hzの信号aと、互いに90度位相が異なる64 Hzの信号e1、e2それぞれとが乗算合成され、双方の周波数の和である128 Hzの信号と、差の周波数である0 Hzの信号とが生成される。

【0079】

ここで、LPF6265、6266それぞれの遮断周波数を約5 Hz程度とすると、生成された信号のうち、128 Hzの信号はLPF6265、6266により遮断され、0 Hzの信号がLPF6265、6266を通過し、二乗回路6267、6268により二乗され、更に加算されて検波信号dとして出力される。

【0080】

つまり、検波回路626は、64 Hzを通過帯域に含むBPFに等価であるといえる。またこの等価的なBPFの通過帯域幅は、フィルタ回路6242の通過帯域幅に応じたものとなるが、LPF6265、6266の通過帯域幅は基本回路624〔3〕におけるフィルタ回路6242の通過帯域幅よりも狭いため、基本回路624〔3〕の等価的なBPFの通過帯域幅よりも狭くなる。

【0081】

従って、電波受信装置620全体としては4段のBPFを直列接続したものと等価であり、図6に示すように、受信周波数である40 kHzを中心とする極めて狭帯域のBPFとみなすことができる。また、多段周波数変換回路623では、各基本回路624において前段の基本回路624からの入力信号を信号g（g2、g4、g7）と乗算合成して周波数を低下させることにより、RF増幅回路622から入力される受信信号の周波数を徐々に低下させている。即ち、各基本回路624の等価的なBPFの通過帯域幅が徐々に狭くなっており、このため、電波受信装置620全体を、受信信号の周波数を中心とする極めて狭帯域のBPFとみなすことができる。

【0082】

ところで、電波受信装置620における受信動作は、理想的には上述のようになるが、実際には、検波回路626に入力される信号aと信号fとの周波数や位相が完全に一致しないため、検波信号dの波形にうねりが生じるおそれがある。しかし、本実施形態では、検波回路626において信号aのI、Q成分の二乗和を演算することにより、このずれによる検波信号dの波形のうねりを抑制し、正確な検波を実現することができる。

【0083】

具体的に説明する。

図4において、検波回路626に入力される信号aを、 $a = A \sin \omega t$ 、とする。す

10

20

30

40

50

ると、1/2分周器6261から出力される信号e1は、この信号aと同一周波数の信号であり、 $e1 = \sin(\omega t + \phi(t))$ 、とおける。ここで、 $\phi(t)$ は信号aとの位相のずれである。従って、ミキサ6263の出力信号は、次式(1)で与えられる。

【数1】

$$a \cdot e1 = A \sin \omega t \cdot \sin(\omega t + \phi(t))$$

$$= \frac{A}{2} \{ \cos \phi(t) - \cos 2\omega t \cdot \cos \phi(t) + \sin 2\omega t \cdot \cos \phi(t) \}$$

...(1)

10

【0084】

この信号がLPF6265を通過することによって高周波成分が遮断され、LPF6265から出力される信号bは、 $b = A/2 \cdot \cos \phi(t)$ 、となる。

【0085】

また、信号e2は、信号e1の位相を90度シフトした信号であり、 $e2 = \cos(\omega t + \phi(t))$ 、とおける。従って、ミキサ6264の出力信号は、次式(2)で与えられる。

【数2】

$$a \cdot e2 = A \sin \omega t \cdot \cos(\omega t + \phi(t))$$

$$= \frac{A}{2} \{ \sin 2\omega t \cdot \cos \phi(t) - \sin \phi(t) + \cos 2\omega t \cdot \sin \phi(t) \}$$

...(2)

20

【0086】

この信号がLPF6266を通過することによって高周波成分が遮断され、LPF6266から出力される信号cは、 $c = -A/2 \cdot \sin \phi(t)$ 、となる。

【0087】

そして、信号b、cが二乗回路6267、6268によってそれぞれ二乗され、加算器6269によって加算された信号が検波回路626から出力される検波信号dとなり、次式(3)で与えられる。

【数3】

$$d = \left\{ \frac{A}{2} \cos \phi(t) \right\}^2 + \left\{ -\frac{A}{2} \sin \phi(t) \right\}^2$$

$$= \frac{A^2}{4} \{ \cos^2 \phi(t) + \sin^2 \phi(t) \}$$

$$= \frac{A^2}{4} \quad \dots(3)$$

30

40

【0088】

(B) 77.5kHzの標準電波(ドイツ)を受信する場合

また、77.5kHzの標準電波を受信する場合、多段周波数変換回路623は、5段の基本回路624[1]、624[2]、・・・、624[5]から構成される。図7～9

50

は、この場合の受信動作を説明するための周波数スペクトルの様子をイメージ的に示す図である。

【0089】

まず、初段の基本回路624〔1〕には、RF増幅回路622から77.5kHzの受信信号が、分周回路625から基本周波数信号である32.768kHzを2通倍した65.536kHzの信号g1が、それぞれ入力される。そして、図7（a）に示すように、ミキサ6241により、77.5kHzの受信信号と65.536kHzの信号g1とが乗算合成され、双方の周波数の差である11.964kHzの信号が、フィルタ回路6242を通過して該基本回路624〔1〕の出力信号として出力される。このとき、基本回路624〔1〕は、等価的に、入力信号である77.5kHzを通過帯域に含むBPFとみなすことができる。

10

【0090】

次段の基本回路624〔2〕には、前段の基本回路624〔1〕から11964Hzの信号が、分周回路625から基本周波数信号である32768Hzを4分周した8192Hzの信号g4が、それぞれ入力される。そして、同図（b）に示すように、11964Hzの信号と8192Hzの信号g4とが乗算合成され、双方の周波数の差である3772Hzの信号が、フィルタ回路6242を通過して該基本回路624〔2〕の出力信号として出力される。このとき、基本回路624〔2〕は、等価的に、入力信号である8192Hzを通過帯域に含むBPFとみなすことができ、その通過帯域幅は、基本回路624〔1〕の等価的なBPFの通過帯域幅よりも狭くなっている。

20

【0091】

その次段の基本回路624〔3〕には、前段の基本回路624〔2〕から3772Hzの信号が、分周回路625から基本周波数である32768Hzを8分周した4096Hzの信号g5が、それぞれ入力される。そして、同図（c）に示すように、3772Hzの信号と4096Hzの信号g5とが乗算合成され、双方の周波数の差である324Hzの信号が、フィルタ回路6242を通過して該基本回路624〔3〕の出力信号として出力される。このとき、基本回路624〔3〕は、等価的に、入力信号である3772Hzを通過帯域に含むBPFとみなすことができ、その通過帯域幅は、基本回路624〔2〕の等価的なBPFの通過帯域幅よりも狭くなっている。

【0092】

30

その次の基本回路624〔4〕には、前段の基本回路624〔3〕から324Hzの信号が、分周回路625から基本周波数である32768Hzを128分周した256Hzの信号g9が、それぞれ入力される。そして、同図（d）に示すように、324Hzの信号と256Hzの信号g9とが乗算合成され、双方の周波数の差である68Hzの信号が、フィルタ回路6242を通過して該基本回路624〔4〕の出力信号として出力される。このとき、基本回路624〔4〕は、等価的に、入力信号である324Hzを通過帯域に含むBPFとみなすことができ、その通過帯域幅は、基本回路624〔3〕の等価的なBPFの通過帯域幅よりも狭くなっている。

【0093】

最終段の基本回路624〔5〕には、前段の基本回路624〔4〕から68Hzの信号が、分周回路625から基本周波数である32768Hzを512分周した64Hzの信号g11が、それぞれ入力される。そして、図8（a）に示すように、68Hzの信号と64Hzの信号g11とが乗算合成され、双方の周波数の差である4Hzの信号が、フィルタ回路6242を通過して該基本回路624〔5〕の出力信号として出力される。この出力信号が、多段周波数変換回路623の出力信号aとなる。このとき、基本回路624〔5〕は、等価的に、入力信号である68Hzを通過帯域に含むBPFとみなすことができ、その通過帯域幅は、基本回路624〔4〕の等価的なBPFの通過帯域よりも狭くなっている。

40

【0094】

そして、検波回路626には、多段周波数変換回路623から4Hzの信号aが、分周

50

回路 6 2 5 から基本周波数である 3 2 7 6 8 H z を 8 1 8 2 分周した 4 H z の信号 g 1 5 が信号 f として、それぞれ入力され、検波が行われる。即ち、同図 (b) に示すように、4 H z の信号 a と 4 H z の信号 f とが乗算合成され、双方の周波数の差である 0 H z の信号が生成される。この信号が、該検波回路 6 2 6 から出力される検波信号 d となる。このとき、検波回路 6 2 6 は、等価的に、入力信号である 4 H z を通過帯域に含む B P F とみなすことができ、その通過帯域幅は、基本回路 6 2 4 [5] の等価的な B P F の通過帯域幅よりも狭くなっている。

【 0 0 9 5 】

従って、電波受信装置 6 2 0 全体としては 6 段の B P F を直列接続したものと等価であり、図 9 に示すように、受信周波数である 7 7 . 5 k H z を中心とする極めて狭帯域の B P F とみなすことができる。

10

【 0 0 9 6 】

尚ここで、最終段の基本回路 6 2 4 [5] から出力される信号 a の周波数が 4 H z と極めて低いため、多段周波数変換回路 6 2 3 を 4 段の基本回路 6 2 4 [1] , 6 2 4 [2] , . . . , 6 2 4 [4] から成ることとしても良い。この場合、検波回路 6 2 6 には、多段周波数変換回路 6 2 3 から 6 8 H z の信号 a が、分周回路 6 2 5 から 6 4 H z の信号 f が、それぞれ入力されて検波が行われ、双方の周波数の差である 4 H z の検波信号 d が出力されるが、検波回路 6 2 6 を用いることにより信号の振幅成分のみが検出される為、検波即ち受信信号の再生には問題はない。

【 0 0 9 7 】

20

図 1 0 は、各国で周波数が異なる標準電波を受信する場合の、多段周波数変換回路 6 2 3 の各基本回路 6 2 4 に分周回路 6 2 5 から入力される信号 g の周波数と、当該基本回路 6 2 4 の出力信号との周波数とを示した表である。同図では、1) 日本 (4 0 k H z) 、2) 日本 (6 0 k H z) 、3) ドイツ (7 7 . 5 k H z) 、4) スイス (7 0 k H z) 、5) 中国 (6 8 . 5 k H z) 、のそれぞれの場合を示している。

【 0 0 9 8 】

例えば、2) 日本 (6 0 k H z) の場合、多段周波数変換回路 6 2 3 は 5 段の基本回路 6 2 4 [1] , 6 2 4 [2] , . . . , 6 2 4 [5] から成る。そして、初段の基本回路 6 2 4 [1] において、6 0 k H z の受信信号と 6 5 . 5 3 6 k H z の信号 g 1 とが乗算合成され、差周波数である 5 5 3 6 H z の信号に変換される。次いで、基本回路 6 2 4 [2] において、この 5 5 3 6 H z の信号と 8 1 9 2 H z の信号 g 4 とが乗算合成され、2 6 5 6 H z の信号に変換され、次段の基本回路 6 2 4 [3] において、この 2 6 5 6 H z の信号と 2 0 4 8 H z の信号 g 6 とが乗算合成され、6 0 8 H z の信号に変換される。続いて、基本回路 6 2 4 [4] において、この 6 0 8 H z の信号と 5 1 2 H z の信号 g 8 とが乗算合成され、9 6 H z の信号に変換され、基本回路 6 2 4 [5] において、この 9 6 H z の信号と 1 2 8 H z の信号 g 1 0 とが乗算合成され、3 2 H z の信号に変換される。そして、検波回路 6 2 6 に 3 2 H z の信号と信号 f として 3 2 H z の信号 g 1 2 とが入力され、検波が行われる。

30

【 0 0 9 9 】

次に、本実施形態における電波受信装置 6 2 0 の具体的な実施例を説明する。

40

【 0 1 0 0 】

[実施例 1]

先ず、実施例 1 を説明する。

上述のように、多段周波数変換回路 6 2 3 は複数の基本回路 6 2 4 が直列接続されて構成され、これら各基本回路 6 2 4 は、受信する標準電波の周波数や該基本回路 6 2 4 が多段周波数変換回路 6 2 3 において何段目に位置するかによって、フィルタ回路 6 2 4 2 に設定される通過帯域幅が異なる。そこで、実施例 1 では、各基本回路 6 2 4 を次のように構成する。

【 0 1 0 1 】

図 1 1 (a) は、実施例 1 における基本回路 6 2 4 A の回路構成を示す図である。同図

50

によれば、基本回路 6 2 4 A は、ミキサ 6 2 4 1 と、フィルタ回路 6 2 4 2 A と、増幅器 6 2 4 3 とを備えて構成される。フィルタ回路 6 2 4 2 A は、直列接続された抵抗 R 1, R 2 と、コンデンサ C と、抵抗 R 2 に並列接続されたスイッチ S W 1 とを有する。スイッチ S W 1 は、例えば C P U 1 0 0 から入力される、当該フィルタ回路 6 2 4 2 A の通過帯域幅の切り替えを指示する帯域幅切替信号に従ってオン／オフ（接続／非接続）が制御される。

【0102】

この基本回路 6 2 4 A では、スイッチ S W 1 がオンの場合、ミキサ 6 2 4 1 からフィルタ回路 6 2 4 2 A に入力された信号は抵抗 R 1 及びスイッチ S W 1 を通過して出力され、フィルタ回路 6 2 4 2 A は抵抗 R 1 及びコンデンサ C から成る R C フィルタとして機能する。一方、スイッチ S W 1 がオフの場合、フィルタ回路 6 2 4 2 A に入力された信号は抵抗 R 1, R 2 を通過して出力され、フィルタ回路 6 2 4 2 A は抵抗 R 1, R 2 及びコンデンサ C からなる R C フィルタとして機能する。つまり、入力される帯域幅切替信号によりスイッチ S W 1 のオン／オフが切り替えられることで、フィルタ回路 6 2 4 2 A の時定数

10

【0103】

ここで、フィルタ回路 6 2 4 2 A の通過帯域幅は、該基本回路 6 2 4 への入力信号と信号 g との和周波数を遮断し、且つ差周波数を通過させるよう設定されれば良い。このため、同一構成の複数の基本回路 6 2 4 A を直列接続して多段周波数変換回路 6 2 3 を構成し、例えば C P U 1 0 0 から入力される帯域幅切替信号によって各基本回路 6 2 4 の通過帯域幅を設定するといった、L S I 化し易く且つ汎用的な電波受信装置 6 2 0 を実現することが可能となる。

20

【0104】

尚、フィルタ回路 6 2 4 2 A を、2 つの抵抗 R 1, R 2 ではなく、3 つ以上の抵抗 R を有する構成としても良い。図 1 1 (b) は、3 以上の抵抗 R を有する基本回路 6 2 4 A-1 の回路構成の一例を示す図である。同図 (b) によれば、基本回路 6 2 4 A-1 において、フィルタ回路 6 2 4 2 A-1 は、抵抗 R 1 と、互いに並列接続された抵抗 R 2 a, R 2 b, R 2 c, …と、コンデンサ C と、抵抗 R 2 a, R 2 b, R 2 c, …に並列接続されたスイッチ S W 1 と、抵抗 R 2 a, R 2 b, R 2 c, …それぞれに直列接続されたスイッチ S W 1 a, S W 1 b, S W 1 c, …とを有して構成される。各スイッチ S W 1 a, S W 1 b, S W 1 c, …は、例えば C P U 1 0 0 から入力される切替制御信号によってオン／オフが制御される。これにより、フィルタ回路 6 2 4 2 A-1 の通過帯域幅を 3 段階以上に切り替えて設定することが可能となる。

30

【0105】

[実施例 2]

次に、実施例 2 を説明する。

実施例 2 は、電波受信装置 6 2 0 を、複数の異なる周波数の標準電波を受信可能な、いわゆるマルチバンド化した場合の実施例である。

【0106】

図 1 2 は、実施例 2 における電波受信装置 6 2 0 B の構成を示すブロック図である。同図によれば、電波受信装置 6 2 0 B は、受信アンテナ 6 2 1 と、R F 増幅回路 6 2 2 と、多段周波数変換回路 6 2 3 B と、分周回路 6 2 5 B と、検波回路 6 2 6 と、A G C 回路 6 2 7 とを示している。

40

ここで、図 2 で説明した「機能、構成」と同じ「機能、構成」と成るブロックについては、その説明を省略する。

【0107】

多段周波数変換回路 6 2 3 B は、複数の直列接続された N 段の基本回路 6 2 4 [1], 6 2 4 [2], …, 6 2 4 [N] から成る。そして、各基本回路 6 2 4 [1], 6 2 4 [2], …, 6 2 4 [N] には、それぞれ、分周回路 6 2 5 B から信号 g 1, g 2, …, g N が入力されるとともに、例えば C P U 1 0 0 から使用／不使用切替信号が入力さ

50

れる。

【0108】

分周回路625Bは、基本周波数信号を、それぞれ、2、1、 $1/2$ 、 $1/4$ 、 $\dots$ 、 $1/2^{(N-2)}$ （Nは整数）、の分周比で分周した信号g1、N2、 $\dots$ 、gN、及び、信号fを出力する。尚、より正確には、分周回路625Bは、基本周波数信号を一旦2通倍した後に分周しているが、説明の簡明のため、基本周波数を分周することとして説明する。

【0109】

ここで、多段周波数変換回路623Bの段数Nは、基準周波数信号の周波数に応じたものとなる。即ち、例えば、基準周波数信号が32.768kHzの場合、多段周波数変換回路623Bは直列接続された16段の基本回路624[1]、624[2]、 $\dots$ 、624[16]から成る。そして、分周回路625からは、図10の表に示すように、この32768Hzを、それぞれ、2、1、 $1/2$ 、 $1/4$ 、 $\dots$ 、 $1/8192$ 、 $1/16384$ の分周比で分周した、65768、32768、16384、8192、 $\dots$ 、4、2Hzの信号g1、g2、 $\dots$ 、g16が出力され、これらの信号g1、g2、 $\dots$ 、g16が、それぞれ、基本回路624[1]、624[2]、 $\dots$ 、624[16]に入力される。

【0110】

また、使用／不使用切替信号とは、各基本回路624[1]、624[2]、 $\dots$ 、624[N]の使用／不使用を指定する信号である。基本回路624[1]、624[2]、 $\dots$ 、624[N]を「使用する」とは、該基本回路624において、前段からの入力信号に分周回路625から入力される信号gを乗算合成して周波数を低下させる、即ち周波数変換することを意味し、「不使用（使用しない）」とは、入力信号に対して周波数変換を行わずに出力することを意味する。多段周波数変換回路623Bを構成する各基本回路624[1]、624[2]、 $\dots$ 、624[N]が「使用」であるか「不使用」であるかは、受信する標準電波の周波数によって決まる。

【0111】

例えば、(A)40kHzの標準電波を受信する場合、図5、6を参照して説明したように、基準周波数信号である32768Hzの信号g2、基準周波数信号を4分周した8192Hzの信号g4、及び、基準周波数信号を32分周した1024Hzの信号g7のそれぞれが入力される合計3つの基本回路624[1]、624[2]、624[3]が「使用」され、これ以外の基本回路624[4]、624[5]、 $\dots$ 、624[N]は「不使用」となる。

【0112】

また、(B)77.5kHzの標準電波を受信する場合、図7～9を参照して説明したように、基準周波数信号を2倍した65536Hzの信号g1、4分周した8192Hzの信号g4、8分周した4096Hzの信号g5、128分周した256Hzの信号g9、及び、512分周した64Hzの信号g11のそれぞれが入力される合計5つの基本回路624が「使用」され、これ以外の基本回路624は「不使用」とされる。

【0113】

図13(a)は、実施例2における多段周波数変換回路623Bを構成する基本回路624[1]、624[2]、 $\dots$ 、624[N]のうちの一つの回路構成である基本回路624Bを示す図である。同図(a)によれば、基本回路624Bは、スイッチSW2、SW3と、ミキサ6241と、フィルタ回路6242と、増幅器6243とを備えて構成される。

【0114】

スイッチSW2は、ミキサ6241の前段に設けられ、入力される使用／不使用切替制御信号に従って、端子a、bの何れかに接続する。スイッチSW3は、増幅器6243の後段に設けられ、入力される使用／不使用切替制御信号に従って、端子a、bの何れかに接続する。

【0115】

同図(b)は、使用／不使用切替信号とスイッチSW2、SW3の接続状態との関係を示す表である。同図(b)によれば、切替信号が“使用”を指定する場合には、スイッチSW2は端子aに接続され、スイッチSW3は端子aに接続される。従って、入力信号はミキサ6241によって分周回路625から入力される信号gと乗算合成されて周波数変換され、フィルタ回路6242及び増幅器6243を通過して該基本回路624Bの出力信号として出力される。即ち、当該基本回路624は「使用」の状態となる。

【0116】

また、使用／不使用切替信号が“不使用”を指定する場合には、スイッチSW2は端子bに接続され、スイッチSW3は端子bに接続される。従って、入力信号は周波数変換されず、そのまま該基本回路624の出力信号として出力される。即ち、当該基本回路624は「不使用」の状態となる。

10

【0117】

このように、実施例2によれば、多段周波数変換回路623Bを同一構成の複数の基本回路624Bで構成し、外部から入力する使用／不使用切替信号によって各基本回路624Bの使用／不使用を切り替えることができる。従って、受信する標準電波の周波数に応じて使用／不使用切替信号を設定することにより、必要な基本回路624Bのみを使用し、他の基本回路624Bは使用しないといった、汎用的な電波受信装置620が実現される。

20

【0118】

[実施例3]

次に、実施例3を説明する。

実施例3は、上述した実施例2と同様に、電波受信装置620をマルチバンド化した場合の実施例であり、図13(a)の基本回路624Bを図14(a)に示す基本回路624Cに置き換えた点が実施例2と異なる。

【0119】

図14(a)は、実施例3における基本回路624Cの回路構成を示す図である。同図(a)によれば、基本回路624Cは、ミキサ6241と、フィルタ回路6242Cと、増幅器6243と、スイッチSW4とを備えて構成される。

【0120】

スイッチSW4は、ミキサ6241と分周回路625との間に設けられ、入力される使用／不使用切替制御信号に従ってオン／オフが制御される。

30

【0121】

フィルタ回路6242Cは、直列接続された抵抗R1、R2、と、コンデンサCと、抵抗R2に並列接続されたスイッチSW5とを有する。ここで、スイッチSW5は、入力される使用／不使用切替信号に従ってオン／オフが制御される。

【0122】

同図(b)は、使用／不使用切替信号とスイッチSW5の接続状態との関係を示す図である。同図(b)によれば、使用／不使用切替信号が“使用”を指定する場合、スイッチSW4はオンし、スイッチSW5はオフする。従って、入力信号がミキサ6241によって分周回路625から入力される信号gと乗算合成されて周波数変換され、出力信号として出力される。またこのとき、フィルタ回路6242Cは抵抗R1、R2の各抵抗値及びコンデンサCの容量値に応じた通過帯域幅を有するローパスフィルタとして機能する。即ち、当該基本回路624は「使用」の状態となる。

40

【0123】

また、使用／不使用切替信号が“不使用”を指定する場合、スイッチSW4はオフし、スイッチSW5はオンする。従って、分周回路625からの信号gがミキサ6241に入力されないで、入力信号は周波数変換されず、フィルタ回路6242Cを通過して出力信号として出力される。即ち、当該基本回路624は「不使用」の状態となる。尚このとき、フィルタ回路6242Cは抵抗R1及びコンデンサCから成るRCフィルタとなるが

50

、抵抗 R 1 の抵抗値が極めて小さいため、実質的にはフィルタとして機能しない。

【0124】

このように、実施例 3 によれば、多段周波数変換回路 623 を同一構成の複数の基本回路 624 C で構成し、外部から入力する使用／不使用切替信号によって各基本回路 624 C の使用／不使用を切り替えることができる。従って、受信する標準電波の周波数に応じて使用／不使用切替信号を設定することにより、必要な基本回路 624 C のみを使用し、他の基本回路 624 C は使用しないといった、汎用的な電波受信装置 620 が実現される。

【0125】

[実施例 4]

次に、実施例 4 を説明する。

【0126】

図 15 は、実施例 4 における電波受信装置 620 D の概略構成を示すブロック図である。同図によれば、電波受信装置 620 D は、受信アンテナ 621 と、RF 増幅回路 622 と、多段周波数変換回路 623 と、分周回路 625 D と、検波回路 626 と、AGC 回路 627 と、スイッチ群 628 とを備えて構成される。

なお、図 2 で説明した「機能、構成」と同じ「機能、構成」と成るブロックについては、その説明を省略する。

【0127】

分周回路 625 D は、入力される基本周波数信号を、それぞれ、2、1、 $1/2$ 、 $1/4$ 、 $\dots$ 、 $1/2^{(m-2)}$ (m は整数)、の分周比で分周した信号 g_1 、 g_2 、 g_3 、 $\dots$ 、 g_m を出力する複数の出力端子 t_1 、 t_2 、 t_3 、 $\dots$ 、 t_m を有する。

【0128】

スイッチ群 628 は、多段周波数変換回路 623 の基本回路 624 [1]、624 [2]、 $\dots$ 、624 [n] それぞれと分周回路 625 との間に設けられた複数のスイッチ S_1 、 S_2 、 $\dots$ 、 S_n 、及び、検波回路 626 と分周回路 625 との間に設けられたスイッチ S_{n+1} から成る。これらスイッチ S_1 、 S_2 、 $\dots$ 、 S_{n+1} は、それぞれ、例えば CPU 100 から入力される選択信号に従って、分周回路 625 の出力端子 t_1 、 t_2 、 t_3 、 $\dots$ 、 t_m の何れかに接続される。

【0129】

上述のように、マルチバンド化した電波受信装置 620 の場合、受信する標準電波の周波数によって多段周波数変換回路 623 の各基本回路 624 に入力する信号 g の周波数が異なる。このため、実施例 4 のように、各基本回路 624 及び検波回路 626 と分周回路 625 との間に設けられたスイッチ群 628 の各スイッチ S の接続を外部から入力する選択信号によって切り替えることで、各基本回路 624 [1]、624 [2]、 $\dots$ 、624 [n] に入力する信号 g の周波数を切り替えることができ、マルチバンド化した電波受信装置 620 の汎用的な装置構成が実現される。

【0130】

[実施例 5]

次に、第 5 実施例を説明する。

上述のように、多段周波数変換回路 623 の各基本回路 624 では、分周信号 g を基に入力信号を周波数変換（ダウンコンバート）しているが、この周波数変換に起因してイメージ信号が生じる問題がある。

【0131】

例えば、周波数 ω の信号を受信する場合、周波数 ω_1 の分周信号をローカル信号として周波数変換を行うと、図 17 (a) に示すように、この受信したい周波数 ω の信号（受信希望信号）に加え、周波数軸上で周波数 ω_1 を中心として受信希望信号と対称な位置の周波数の信号（イメージ信号 1）が受信される。

【0132】

次いで、周波数 ω_2 の分周信号をローカル信号として更に周波数変換を行うと、同図（

10

20

30

40

50

b) に示すように、受信希望信号及びイメージ信号 1 それぞれについて周波数変換が行われる。即ち、受信希望信号についての周波数変換により、更に、周波数 ω_2 を中心として受信希望信号と対称な位置の周波数の信号（イメージ信号 2）が受信される。また、イメージ信号 1 についての周波数変換により、更に、周波数 ω_{2_i} を中心として、イメージ信号 1 と対称な位置の周波数の信号（イメージ信号 3）が受信される。尚、周波数 ω_{2_i} は、周波数 ω_1 を中心として周波数 ω_2 と対称な位置の周波数である。

【0133】

つまり、2 段の周波数変換により、1 つの受信希望信号と 3 つのイメージ信号 1 ～ 3 との合計 4 つの信号が受信される。従って、 n 段の周波数変換を行った場合、受信希望信号に加え、更に $(2^n - 1)$ 個のイメージ信号が受信されてしまうことになる。

10

【0134】

そこで、第 5 実施例では、このイメージ信号の除去のため、各基本回路 624 を次のように構成する。図 18 は、実施例 5 における基本回路 624 F の回路構成を示す図である。同図によれば、基本回路 624 F は、移相器 6244 と、ミキサ 6245a、6245b と、移相回路 6246a、6246b と、加減算器 6247 と、フィルタ回路 6248 とを備えて構成される。

【0135】

移相器 6244 は、分周回路 625 から入力される信号 g を 90 度移相させ、信号 g_i として出力する。ミキサ 6245a は、基本回路 624 F への入力信号と信号 g とを乗算合成し、信号 f_{1_i} として出力する。ミキサ 6245b は、入力信号と、移相器 6244 から入力される信号 g_i とを乗算合成し、信号 f_{1_Q} として出力する。

20

【0136】

移相回路 6246a は、ミキサ 6245a から入力される信号 f_{1_i} を移相させ、信号 f_{2_i} として出力する。移相回路 6246b は、ミキサ 6245b から入力される信号 f_{1_Q} を移相させ、信号 f_{2_Q} として出力する。ここで、移相回路 6246a、6246b は、当該移相回路 6246a、6246b それぞれによる移相差（移相角度の差）が 90 度（ $\pi/2$ ）となるよう、構成されている。例えば、移相回路 6246a が信号 f_{1_i} を「 α 」移相させる場合、移相回路 6246b は、信号 f_{1_Q} を「 $\alpha - \pi/2$ 」移相させるように構成される。

【0137】

30

図 19 に、移相回路 6246a、6246b の回路構成を示す。同図に示すように、移相回路 6246a、6246b は同一構成であり、直列接続された 2 段の APF（All Pass Filter：オールパスフィルタ）6247 から成る。APF 6247 は、位相のみを変化させるフィルタで、オペアンプ OP と、抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 と、コンデンサ C_1 とを有する。抵抗 R_1 、 R_2 の値により APF 6247 の出力レベルが決まり、抵抗 R_3 及びコンデンサ C_1 の値により APF 6247 の移相量が決まる。1 つの APF 6247 では 180 度までの移相が可能であるため、APF 6247 を 2 段接続することにより、移相回路 6246a、6246b は、360 度までの移相が可能である。

【0138】

図 18 において、加減算器 6247 は、移相回路 6246a から入力される信号 f_{2_i} と移相回路 6246b から入力される信号 f_{2_Q} とを、例えば CPU 100 から入力される和差切替信号に応じて加算合成或いは減算合成し、信号 f_3 として出力する。

40

【0139】

フィルタ回路 6248 は、LPF（Low Pass Filter：ローパスフィルタ）であり、加減算器 6247 から入力される信号 f_3 に対して所定の低域範囲の周波数を通過させ、範囲外の周波数成分を遮断する。このフィルタ回路 6248 は、直列接続された抵抗 R_4 、 R_5 と、コンデンサ C_2 と、抵抗 R_4 に並列接続されたスイッチ SW1 とを有する。スイッチ SW1 は、例えば CPU 100 から入力される時定数切替信号に従ってオン／オフが制御される。スイッチ SW1 のオン／オフが切り替えられることで、フィルタ回路 6248 の時定数が変化、即ち通過帯域幅が切り替えられる。このフィルタ回路 6248 からの

50

出力信号が、基本回路 6 2 4 F の出力信号となる。

【0 1 4 0】

基本回路 6 2 4 F では、入力信号の I, Q 信号を生成し、生成した Q 信号を I 信号に対して 90 度移相させ、合成することでイメージ信号を除去している。図 20 は、基本回路 6 2 4 F によるイメージ信号除去の原理を説明するための図であり、縦方向を実軸 (I 成分) とし、斜め奥行き方向を虚軸 (Q 成分) として、受信希望信号とイメージ信号との移相関係の概念を示している。また、実線は受信希望信号を示し、破線はイメージ信号を示している。

【0 1 4 1】

同図 (a) に示すように、受信希望信号及びイメージ信号それぞれは、その I, Q 信号が互いに直交している。また、受信希望信号とイメージ信号とは、周波数軸上で分周信号 g (ローカル信号) の周波数を中心として対称な位置にあるため、受信希望信号及びイメージ信号それぞれの I 信号は同相であり、受信希望信号及びイメージ信号それぞれの Q 信号は逆相となっている。

【0 1 4 2】

そして、Q 信号を 90 度移相させると、同図 (b) に示すように、受信希望信号及びイメージ信号それぞれの Q 信号が 90 度移相して、受信希望信号の I, Q 信号は同相となり、イメージ信号の I, Q 信号は逆相となる。このため、移相した I, Q 信号を合成することで、イメージ信号成分がキャンセルされ、受信希望信号成分のみが取り出される。

【0 1 4 3】

具体的には、基本回路 6 2 4 F では、ミキサ 6 2 4 5 a, 6 2 4 5 b により、入力信号が互いに直交する信号 (信号 g , g_i) により周波数変換されるとともに I, Q 信号 (信号 f_{1I} , f_{1Q}) が生成される。そして、移相回路 6 2 4 6 a, 6 2 4 6 b により、生成された I, Q 信号が移相され (信号 f_{2I} , f_{2Q})、加減算器 6 2 4 7 により加算／減算されることで、イメージ信号が除去されて受信希望信号のみが出力される。

【0 1 4 4】

このように、実施例 5 によれば、各基本回路 6 2 4 F が、入力信号の I, Q 信号それぞれを信号 g で周波数変換した各信号を移相差が 90 度となるように移相し、加算合成するように構成されることで、周波数変換によって生じるイメージ信号成分が除去される。

【0 1 4 5】

[他の実施例]

更に、他の実施例として、上述した実施例 1～4 を組み合わせることとしても良い。

【0 1 4 6】

[作用・効果]

以上のように、本実施形態の電波時計 1 によれば、受信アンテナ 6 2 1 で受信された受信信号が、多段周波数変換回路 6 2 3 において、直列接続された各基本回路 6 2 4 により、基本周波数信号を所定の分周比で分周した信号 g と乗算合成され、徐々に周波数が低下される。そして、検波回路 6 2 6 において、この周波数が低下された信号 a を基に検波が行われ、検波信号 d が出力される。ここで、基本周波数信号として、発振回路部 9 0 0 により生成される計時用の発振信号が用いられるため、従来のスーパーヘテロダイン方式の電波受信装置で必要であった局部発振回路が不要となる。即ち、PLL 回路が不要となるため、電源変動や電源 ON/OFF による周波数の変動が生じない高安定な受信が実現されるとともに、装置全体としての消費電力が低減される。また、受信信号を分周信号 g と乗算合成することで徐々に周波数を低下させる多段周波数変換により、高精度な受信が実現される。更に、多段回路であるが故に回路規模は増大するが、各基本回路 6 2 4 は単純な回路素子で構成可能であるため、LSI 化が可能であり、チップサイズの縮小が実現される。

【0 1 4 7】

[変形例]

尚、本発明を適用可能な実施形態は、上述した実施形態に限定されることなく、本発明

10

20

30

40

50

の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【0148】

(A) 上述した実施形態では、検波回路626が、多段周波数変換回路623から出力される信号aを基に検波を行って検波信号dを出力することとしたが、多段周波数変換回路623の最終段の基本回路624がこの検波回路626を兼ねることとしても良い。

【0149】

図16は、この場合の電波受信装置623Eの構成の一例を示すブロック図である。同図によれば、電波受信装置623Eは、直列接続された $(n+1)$ 段の基本回路624[1]、624[2]、 $\dots$ 、624[n]、624[n+1]から成る多段周波数変換回路623Eを備えるとともに、検波回路626を備えない点が、図2に示した電波受信装置623の構成と異なる。

10

【0150】

多段周波数変換回路623の最終段の基本回路624[n+1]には、前段の基本回路624[n]から信号aが、分周回路625から基準周波数信号を所定の分周比で分周した信号であって、信号aと同一周波数の信号fが、それぞれ入力される。そして、基本回路624[n+1]は、信号a及び信号fの差周波数の信号dを出力するが、信号aと信号fとは同一周波数であるので、この信号dは0Hzとなる。つまり、多段周波数変換回路623からの出力信号dは、信号aを検波した検波信号、即ち受信信号を再生した信号となる。

20

【0151】

(B) また、多段周波数変換回路623に検波回路626を含めた構成として、電波受信装置620を図21に示すように構成しても良い。

【0152】

図21は、この場合の電波受信装置620Gの構成の一例を示すブロック図である。この電波受信装置620Gは、上述した実施例5と同様の原理でイメージ信号を除去するものであり、受信アンテナ621と、RF増幅回路622と、多段周波数変換回路629Gと、分周回路625Gと、AGC回路627と、スイッチ群628Gとを備えて構成される。尚、図2で説明した「機能、構成」と同じ「機能、構成」となるブロックについては、その説明を省略する。

【0153】

分周回路625Gは、入力される基準周波数信号を、それぞれ、2、1、 $1/2$ 、 $1/4$ 、 $\dots$ 、 $1/2(m-2)$ (m は整数)の分周比で分周し、分周した信号 g_1 、 g_2 、 g_3 、 $\dots$ 、 g_m を、それぞれ、出力端子 t_1 、 t_2 、 t_3 、 $\dots$ 、 t_m に出力する。

30

【0154】

スイッチ群628Gは、多段周波数変換回路629Gと分周回路625Gの間に設けられた複数のスイッチ $S_1 \sim S_3$ から成る。これらのスイッチ $S_1 \sim S_3$ は、それぞれ、例えばCPU100から入力される選択信号に従って分周回路625Gの出力端子 t_1 、 t_2 、 $\dots$ 、 t_m の何れかに接続される。そして、スイッチ $S_1 \sim S_3$ それぞれが接続された出力端子 t に出力された信号 g が、信号 $k_1 \sim k_3$ として多段周波数変換回路629Gに入力される。

40

【0155】

多段周波数変換回路629Gは、RF増幅回路622からの入力信号を、スイッチ群628Gを介して分周回路625Gから入力される信号 $k_1 \sim k_3$ に基づいて徐々に低い周波数に変換し、信号dとして出力する。

【0156】

図22に、多段周波数変換回路629Gの回路構成を示す。同図によれば、多段周波数変換回路629Gは、移相器6291a $\sim$ 6291cと、ミキサ6292a $\sim$ 62921と、フィルタ6293a $\sim$ 6293hと、加減算器6294a $\sim$ 6294dと、加算器6295とを備えて構成される。

50

【0157】

ミキサ6292aは、多段周波数変換回路629Gへの入力信号と信号k1とを乗算合成し、信号 f_{a1I} として出力する。フィルタ6293aは、LPFであり、ミキサ6292aから入力される信号 f_{a1I} に対して、入力信号と信号k1との差周波数を含む低域範囲の周波数を通過させ、和周波数を含む範囲外の周波数成分を遮断して出力する。

【0158】

移相器6291aは、入力される信号k1を90度移相させ、信号k4として出力する。ミキサ6292bは、入力信号と移相器6291aから入力される信号k4とを乗算合成し、信号 f_{a1Q} として出力する。フィルタ6293bは、LPFであり、ミキサ6292bから入力される信号 f_{a1Q} に対して、入力信号と信号k1との差周波数を含む低域範囲の周波数を通過させ、和周波数を含む範囲外の周波数成分を遮断して出力する。

10

【0159】

ミキサ6292cは、フィルタ6293aを介してミキサ6292aから入力される信号 f_{a1I} と信号k2とを乗算合成し、信号 f_{b1I} として出力する。フィルタ6293cは、LPFであり、ミキサ6292cから入力される信号 f_{b1I} に対して、信号 f_{a1I} と信号k2との差周波数を含む低域範囲の周波数を通過させ、和周波数を含む範囲外の周波数成分を遮断して出力する。

【0160】

移相器6291bは、入力される信号k2を90度移相させ、信号k5として出力する。ミキサ6292dは、フィルタ6293aを介してミキサ6292aから入力される信号 f_{a1I} と、移相器6291bから入力される信号k5とを乗算合成し、信号 f_{b1Q} として出力する。フィルタ6293dは、LPFであり、ミキサ6292dから入力される信号 f_{b1Q} に対して、信号 f_{a1I} と信号k2との差周波数を含む低域範囲の周波数を通過させ、和周波数を含む範囲外の周波数成分を遮断して出力する。

20

【0161】

ミキサ6292eは、フィルタ6293bを介してミキサ6292bから入力される信号 f_{a1Q} と信号k2とを乗算合成し、信号 f_{b2I} として出力する。フィルタ6293eは、LPFであり、ミキサ6292eから入力される信号 f_{b2I} に対して、信号 f_{a1Q} と信号k2との差周波数を含む低域範囲の周波数を通過させ、和周波数を含む範囲外の周波数成分を遮断して出力する。

30

【0162】

ミキサ6292fは、フィルタ6293bを介してミキサ6292bから入力される信号 f_{a1Q} と、移相器6291bから入力される信号k5とを乗算合成し、信号 f_{b2Q} として出力する。フィルタ6293fは、LPFであり、ミキサ6292fから入力される信号 f_{b2Q} に対して、信号 f_{a1Q} と信号k2との差周波数を含む低域範囲の周波数を通過させ、和周波数を含む範囲外の周波数成分を遮断して出力する。

【0163】

加減算器6294aは、フィルタ6293cを介してミキサ6292cから入力される信号 f_{b1I} と、フィルタ6293fを介してミキサ6292fから入力される信号 f_{b2Q} とを、入力される和差切替信号1に従って加算合成或いは減算合成して出力する。和差切替信号1は、加減算器6294aの動作内容（加算／減算）を指定する信号であり、例えばCPU100から入力される。そして、加減算器6294aは、和差切替信号1により“加算”が指定された場合には、信号 f_{b1I} と信号 f_{b2Q} とを加算合成し、信号 f_d として出力し、“減算”が指定された場合には、信号 f_{b1I} と信号 f_{b2Q} とを減算合成し、信号 f_c として出力する。

40

【0164】

加減算器6294bは、フィルタ6293dを介してミキサ6292dから入力される信号 f_{b1Q} と、フィルタ6293eを介してミキサ6292eから入力される信号 f_{b2I} とを、入力される和差切替信号2に従って加算合成或いは減算合成して出力する。和差切替信号2は、加減算器6294bの動作内容を指定する信号であり、例えばCPU1

50

00から入力される。加減算器6294bは、和差切替信号2により“加算”が指定された場合には、信号 f_{b1Q} と信号 f_{b2I} とを加算合成し、信号 f_g として出力し、“減算”が指定された場合には、信号 f_{b1Q} と信号 f_{b2I} とを減算合成し、信号 f_e として出力する。

【0165】

ミキサ6292gは、加減算器6294aからの入力信号と信号k3とを乗算合成して出力する。詳細には、加減算器6294aから信号 f_c が入力された場合には、この信号 f_c と信号k3とを乗算合成し、信号 f_{cI3} として出力し、信号 f_d が入力された場合には、この信号 f_d と信号k3とを乗算合成し、信号 f_{dI3} として出力する、

【0166】

移相器6291cは、入力される信号k3を90度移相させ、信号k6として出力する。ミキサ6292hは、加減算器6294bからの入力信号と、移相器6291cから入力される信号k6とを乗算合成して出力する。詳細には、加減算器6294bから信号 f_e が入力された場合には、この信号 f_e と信号k6とを乗算合成し、信号 f_{eQ3} として出力し、信号 f_g が入力された場合には、この信号 f_g と信号k6とを乗算合成し、信号 f_{gQ3} として出力する。

【0167】

ミキサ6292iは、加減算器6294bからの入力信号と信号k3とを乗算合成して出力する。詳細には、加減算器6294bから信号 f_e が入力された場合には、この信号 f_e と信号k3とを乗算合成し、信号 f_{eI3} として出力し、信号 f_g が入力された場合には、この信号 f_g と信号k3とを乗算合成し、信号 f_{gI3} として出力する。

【0168】

ミキサ6292jは、加減算器6294aからの入力信号と、移相器6291cから入力される信号k6とを乗算合成して出力する。詳細には、加減算器6294aから信号 f_c が入力された場合には、この信号 f_c と信号k6とを乗算合成し、信号 f_{cQ3} として出力し、信号 f_d が入力された場合には、この信号 f_d と信号k6とを乗算合成し、信号 f_{dQ3} として出力する。

【0169】

加減算器6294cは、ミキサ6292g、6292hそれぞれからの入力信号を、入力される和差切替信号3に従って加算合成或いは減算合成して出力する。和差切替信号3は、加減算器6294cの動作内容を指定する信号であり、例えばCPU100から入力される。加減算器6294cは、和差切替信号3により“加算”が指定された場合には、ミキサ6292gから入力される信号（信号 f_{cI3} 或いは信号 f_{dI3} ）と、ミキサ6292hから入力される信号（信号 f_{eQ3} 或いは信号 f_{gQ3} ）とを加算合成し、信号 f_h として出力し、“減算”が指定された場合には、ミキサ6292gから入力される信号（信号 f_{cI3} 或いは信号 f_{dI3} ）と、ミキサ6292hから入力される信号（信号 f_{eQ3} 或いは信号 f_{gQ3} ）とを減算合成し、信号 f_h として出力する。

【0170】

フィルタ6293gは、LPFであり、加減算器6294cから入力される信号 f_h に対して、ミキサ6292g、6292hそれぞれからの出力信号の差周波数を含む低域範囲の周波数を通過させ、和周波数を含む範囲外の周波数成分を遮断して出力する。

【0171】

加減算器6294dは、ミキサ6292i、6292jそれぞれからの入力信号を、入力される和差切替信号4に従って加算合成或いは減算合成して出力する。和差切替信号4は、加減算器6294dの動作内容を指定する信号であり、例えばCPU100から入力される。加減算器6294dは、和差切替信号4により“加算”が指定された場合には、ミキサ6292iから入力される信号（信号 f_{eI3} 或いは信号 f_{gI3} ）と、ミキサ6292jから入力される信号（信号 f_{cQ3} 或いは信号 f_{dQ3} ）とを加算合成し、信号 f_i として出力し、“減算”が指定された場合には、ミキサ6292iから入力される信号（信号 f_{eI3} 或いは信号 f_{gI3} ）と、ミキサ6292jから入力される信号（信号

10

20

30

40

50

f_{cQ3} 或いは信号 f_{dQ3}) とを減算合成し、信号 f_i として出力する。

【0172】

フィルタ 6293h は、LPF であり、加減算器 6294d から入力される信号 f_i に対して、ミキサ 6292i, 6292j それぞれからの出力信号の差周波数を含む低域範囲の周波数成分を通過させ、和周波数を含む範囲外の周波数成分を遮断して出力する。

【0173】

ミキサ 6292k は、フィルタ 6293g を介して加減算器 6294c から入力される信号 f_h を自乗して出力する。ミキサ 6292l は、フィルタ 6293h を介して加減算器 6294d から入力される信号 f_i を自乗して出力する。加算器 6295 は、ミキサ 6292k, 6292l それぞれからの入力信号を加算合成して出力する。この加算器 6295 から出力される信号が、多段周波数変換回路 629G の出力信号 d となる。

10

【0174】

続いて、多段周波数変換回路 629G の動作を具体的に説明する。まず、多段周波数変換回路 629G への入力信号 $f(\omega)$ が次式 (4a) で与えられ、この入力信号を 90 度移相した信号 $f'(\omega)$ が次式 (4b) で与えられることとする。

【数 4】

$$\begin{aligned} f(\omega) &= \cos \omega t \\ &= (e^{j\omega t} + e^{-j\omega t})/2 \end{aligned} \quad \dots(4a)$$

$$\begin{aligned} f'(\omega) &= \sin \omega t \\ &= (e^{j\omega t} - e^{-j\omega t})/2j. \end{aligned} \quad \dots(4b)$$

20

【0175】

また、信号 k1 ~ k3 がそれぞれ次式 (5a) ~ (5c) で与えられ、この信号 k1 ~ k3 それぞれを 90 度移相した信号 k4 ~ k6 が次式 (6a) ~ (6c) で与えられることとする。

【数 5】

$$\begin{aligned} k1 &= \cos \omega t \\ &= (e^{j\omega t} + e^{-j\omega t})/2 \end{aligned} \quad \dots(5a)$$

30

$$\begin{aligned} k2 &= \cos \omega 2t \\ &= (e^{j\omega 2t} + e^{-j\omega 2t})/2 \end{aligned} \quad \dots(5b)$$

$$\begin{aligned} k3 &= \cos \omega 3t \\ &= (e^{j\omega 3t} + e^{-j\omega 3t})/2 \end{aligned} \quad \dots(5c)$$

$$\begin{aligned} k4 &= \sin \omega t \\ &= (e^{j\omega t} - e^{-j\omega t})/2j \end{aligned} \quad \dots(6a)$$

40

$$\begin{aligned} k5 &= \sin \omega 2t \\ &= (e^{j\omega 2t} - e^{-j\omega 2t})/2j \end{aligned} \quad \dots(6b)$$

$$\begin{aligned} k6 &= \sin \omega 3t \\ &= (e^{j\omega 3t} - e^{-j\omega 3t})/2j \end{aligned} \quad \dots(6c)$$

【0176】

多段周波数変換回路 629G では、まず、ミキサ 6292a, 6292b により、入力

50

信号 $f(\omega)$ に対する 1 段目の周波数変換が行われる。即ち、ミキサ 6292a により、入力信号 $f(\omega)$ が信号 k_1 で周波数変換され、信号 f_{a1I} が生成される。この信号 f_{a1I} は、次式 (7) で与えられる。

【数 6】

$$\begin{aligned} f_{a1I} &= (1/4)(e^{j\omega t} + e^{-j\omega t})(e^{j\omega_1 t} + e^{-j\omega_1 t}) \\ &= (1/4)(e^{j(\omega+\omega_1)t} + e^{-j(\omega+\omega_1)t} + e^{j(\omega-\omega_1)t} + e^{-j(\omega-\omega_1)t}) \\ &= 1/2(1/2) \cdot \{ (e^{j(\omega+\omega_1)t} + e^{-j(\omega+\omega_1)t}) + (e^{j(\omega-\omega_1)t} + e^{-j(\omega-\omega_1)t}) \} \\ &= f(\omega + \omega_1) + f(\omega - \omega_1) \quad \cdots(7) \end{aligned} \quad 10$$

【0177】

また、ミキサ 6292b により、入力信号 $f(\omega)$ が信号 k_4 で周波数変換され、信号 f_{a1Q} が生成される。この信号 f_{a1Q} は、次式 (8) で与えられる。

【数 7】

$$\begin{aligned} f_{a1Q} &= (1/4j)(e^{j\omega t} + e^{-j\omega t})(e^{j\omega_1 t} - e^{-j\omega_1 t}) \\ &= (1/4j)(e^{j(\omega+\omega_1)t} + e^{-j(\omega+\omega_1)t} - e^{j(\omega-\omega_1)t} - e^{-j(\omega-\omega_1)t}) \\ &= 1/2(1/2j) \cdot \{ (e^{j(\omega+\omega_1)t} - e^{-j(\omega+\omega_1)t}) - (e^{j(\omega-\omega_1)t} - e^{-j(\omega-\omega_1)t}) \} \\ &= f(\omega + \omega_1 - \pi/2) - f(\omega - \omega_1 - \pi/2) \quad \cdots(8) \end{aligned} \quad 20$$

【0178】

従って、式 (7)、(8) によれば、この 1 段目の周波数変換により、周波数がそれぞれ「 $\omega + \omega_1$ 」、「 $\omega - \omega_1$ 」の 2 つの信号が生成される。図 23 は、この 1 段目の周波数変換により生成される 2 つの信号の関係の概念を示す図である。同図 (a) は位相関係を示し、同図 (b) は周波数関係を示している。実線で示される周波数「 $\omega - \omega_1$ 」の信号が受信希望信号であり、破線で示される周波数「 $\omega + \omega_1$ 」の信号がイメージ信号である。

【0179】

同図 (a) では、同一の周波数軸上での、信号 f_{a1I} と信号 f_{a1Q} との位相関係を示している。同図 (a) に示すように、信号 f_{a1I} と信号 f_{a1Q} とは直交している。また、信号 f_{a1I} は受信希望信号及びイメージ信号それぞれの I 信号であり、双方の信号は同相となっている。信号 f_{a1Q} は受信希望信号及びイメージ信号それぞれの Q 信号であり、双方の信号は互いに逆相となっている。また、同図 (b) に示すように、受信希望信号とイメージ信号とは、周波数軸上において、信号 k_1 の周波数 ω_1 を中心として対称の位置にある。

【0180】

次いで、ミキサ 6292c ~ 6292f により 2 段目の周波数変換が行われる。即ち、ミキサ 6292c により、信号 f_{a1I} が信号 k_2 で周波数変換され、信号 f_{b1I} が生成される。この信号 f_{b1I} は、次式 (9) で与えられる。

【数 8】

$$\begin{aligned} f_{b1I} &= [1/2(1/2) \cdot \{ (e^{j(\omega+\omega_1)t} + e^{-j(\omega+\omega_1)t}) + (e^{j(\omega-\omega_1)t} + e^{-j(\omega-\omega_1)t}) \} \cdot (e^{j\omega_2 t} + e^{-j\omega_2 t})] / 2 \\ &= 1/4 \{ (e^{j(\omega+\omega_1+\omega_2)t} + e^{-j(\omega+\omega_1-\omega_2)t}) + (e^{j(\omega-\omega_1+\omega_2)t} + e^{-j(\omega-\omega_1-\omega_2)t}) \\ &\quad + (e^{j(\omega+\omega_1-\omega_2)t} + e^{-j(\omega+\omega_1+\omega_2)t}) + (e^{j(\omega-\omega_1-\omega_2)t} + e^{-j(\omega-\omega_1+\omega_2)t}) \} / 2 \\ &= (1/4) \{ f(\omega + \omega_1 + \omega_2) + f(\omega + \omega_1 - \omega_2) + f(\omega - \omega_1 + \omega_2) + f(\omega - \omega_1 - \omega_2) \} \quad \cdots(9) \end{aligned}$$

【0181】

また、ミキサ6292dにより、信号 f_{a1I} が信号k5で周波数変換され、信号 f_{b1Q} が生成される。この信号 f_{b1Q} は、次式(10)で与えられる。

【数9】

$$\begin{aligned} f_{b1Q} &= [1/2(1/2) \cdot \{ (e^{j(\omega+\omega_1)t} + e^{-j(\omega+\omega_1)t}) + (e^{j(\omega-\omega_1)t} + e^{-j(\omega-\omega_1)t}) \cdot (e^{j\omega_2 t} - e^{-j\omega_2 t}) / 2j \\ &= (1/4) \{ (e^{j(\omega+\omega_1+\omega_2)t} + e^{-j(\omega+\omega_1-\omega_2)t}) + (e^{j(\omega-\omega_1+\omega_2)t} + e^{-j(\omega-\omega_1-\omega_2)t}) \\ &\quad - (e^{j(\omega+\omega_1-\omega_2)t} + e^{-j(\omega+\omega_1+\omega_2)t}) - (e^{j(\omega-\omega_1-\omega_2)t} + e^{-j(\omega-\omega_1+\omega_2)t}) \} / 2j \\ &= (1/4) \{ f'(\omega+\omega_1+\omega_2) - f'(\omega+\omega_1-\omega_2) + f'(\omega-\omega_1+\omega_2) - f'(\omega-\omega_1-\omega_2) \} \end{aligned} \quad 10$$

【0182】

また、ミキサ6292eにより、信号 f_{a1Q} が信号k2で周波数変換され、信号 f_{b2I} が生成される。この信号 f_{b2I} は、次式(11)で与えられる。

【数10】

$$\begin{aligned} f_{b2I} &= 1/2(1/2j) \cdot \{ (e^{j(\omega+\omega_1)t} - e^{-j(\omega+\omega_1)t}) - (e^{j(\omega-\omega_1)t} - e^{-j(\omega-\omega_1)t}) \} \cdot (e^{j\omega_2 t} + e^{-j\omega_2 t}) / 2 \\ &= (1/4) \{ (e^{j(\omega+\omega_1+\omega_2)t} - e^{-j(\omega+\omega_1-\omega_2)t}) - (e^{j(\omega-\omega_1+\omega_2)t} - e^{-j(\omega-\omega_1-\omega_2)t}) \\ &\quad + (e^{j(\omega+\omega_1-\omega_2)t} - e^{-j(\omega+\omega_1+\omega_2)t}) - (e^{j(\omega-\omega_1-\omega_2)t} - e^{-j(\omega-\omega_1+\omega_2)t}) \} / 2j \\ &= (1/4) \{ f'(\omega+\omega_1+\omega_2) + f'(\omega+\omega_1-\omega_2) - f'(\omega-\omega_1+\omega_2) - f'(\omega-\omega_1-\omega_2) \} \end{aligned} \quad 20$$

【0183】

また、ミキサ6292fにより、信号 f_{a1Q} が信号k5で周波数変換され、信号 f_{b2Q} が生成される。この信号 f_{b2Q} は、次式(12)で与えられる。

【数11】

$$\begin{aligned} f_{b2Q} &= 1/2(1/2j) \cdot \{ (e^{j(\omega+\omega_1)t} - e^{-j(\omega+\omega_1)t}) - (e^{j(\omega-\omega_1)t} - e^{-j(\omega-\omega_1)t}) \} \cdot (e^{j\omega_2 t} - e^{-j\omega_2 t}) / 2j \\ &= -(1/4) \{ (e^{j(\omega+\omega_1+\omega_2)t} - e^{-j(\omega+\omega_1-\omega_2)t}) - (e^{j(\omega-\omega_1+\omega_2)t} - e^{-j(\omega-\omega_1-\omega_2)t}) \\ &\quad - (e^{j(\omega+\omega_1-\omega_2)t} - e^{-j(\omega+\omega_1+\omega_2)t}) + (e^{j(\omega-\omega_1-\omega_2)t} - e^{-j(\omega-\omega_1+\omega_2)t}) \} / 2 \\ &= (1/4) \{ -f(\omega+\omega_1+\omega_2) + f(\omega+\omega_1-\omega_2) + f(\omega-\omega_1+\omega_2) - f(\omega-\omega_1-\omega_2) \} \end{aligned} \quad 30$$

【0184】

ここで、式(9)～(12)によれば、この2段目の周波数変換により、周波数がそれぞれ「 $\omega+\omega_1+\omega_2$ 」、「 $\omega+\omega_1-\omega_2$ 」、「 $\omega-\omega_1+\omega_2$ 」、「 $\omega-\omega_1-\omega_2$ 」の4つの信号が生成される。

【0185】

図24、25は、この2段目の周波数変換により生成される信号の関係の概念を示す図である。図24、25中、実線で示される周波数「 $\omega-\omega_1-\omega_2$ 」の信号が受信希望信号であり、破線、一点鎖線、二点鎖線で示される他の周波数「 $\omega+\omega_1+\omega_2$ 」、「 $\omega-\omega_1+\omega_2$ 」、「 $\omega+\omega_1-\omega_2$ 」の信号が、それぞれ、イメージ信号1～3である。

【0186】

図24は、各信号の移相関係を示している。同図中、上側は、同一の周波数軸上での信号 f_{b1I} と信号 f_{b1Q} との位相関係を示し、下側は、同一の周波数軸上での信号 f_{b2I} と信号 f_{b2Q} との位相関係を示している。同図に示すように、信号 f_{b1I} と信号 f_{b1Q} 、信号 f_{b2I} と信号 f_{b2Q} とは、それぞれ直交している。

【0187】

また、図25は、各信号の周波数関係を示している。同図に示すように、周波数「 $\omega + \omega_1 + \omega_2$ 」のイメージ信号1は、信号k1の周波数 ω_1 を中心として受信希望信号と対称の位置にあり、周波数「 $\omega - \omega_1 + \omega_2$ 」のイメージ信号2は、信号k2の周波数 ω_2 を中心として受信希望信号と対称の位置にあり、周波数「 $\omega + \omega_1 - \omega_2$ 」のイメージ信号3は、周波数 ω_1 を中心として周波数 ω_2 と対称の位置の周波数 ω_{2i} を中心として、イメージ信号1と対称の位置にある。

【0188】

そして、式(9)～(12)、及び、図24によれば、各周波数の信号を次のように取り出せる。まず、周波数「 $\omega - \omega_1 - \omega_2$ 」の信号 $f(\omega - \omega_1 - \omega_2)$ は、次のように取り出せる。即ち、信号 f_{b1I} から信号 f_{b2Q} を減算する。また、信号 f_{b1Q} と信号 f_{b2I} とを加算し、更にその位相を90度遅らせる。そして、双方の信号を加算することで、他の周波数の信号成分をキャンセルする。従って、信号 $f(\omega - \omega_1 - \omega_2)$ は、次式(13)で表される。

【数12】

$$f(\omega - \omega_1 - \omega_2) = f_{b1I} - f_{b2Q} + P(f_{b1Q} + f_{b2I}) \quad \cdots(13)$$

尚、上式(13)において、関数 $P(f)$ は、信号 f の位相を90度遅らせる関数である。

【0189】

また、周波数「 $\omega + \omega_1 + \omega_2$ 」の信号 $f(\omega + \omega_1 + \omega_2)$ は、次のように取り出せる。即ち、信号 f_{b1I} から信号 f_{b2Q} を減算する。また、信号 f_{b1Q} と信号 f_{b2Q} とを加算し、更にその位相を90度進ませる。そして、双方の信号を加算することで、他の周波数の信号成分をキャンセルする。従って、信号 $f(\omega + \omega_1 + \omega_2)$ は次式(14)で表される。

【数13】

$$f(\omega + \omega_1 + \omega_2) = f_{b1I} - f_{b2Q} - P(f_{b1Q} + f_{b2I}) \quad \cdots(14)$$

【0190】

また、周波数「 $\omega - \omega_1 + \omega_2$ 」の信号 $f(\omega - \omega_1 + \omega_2)$ は、次のように取り出せる。即ち、信号 f_{b1I} と信号 f_{b2Q} とを加算する。また、信号 f_{b1Q} から信号 f_{b2I} を減算し、更にその位相を90度進ませる。そして、双方の信号を加算することで、他の周波数の信号成分をキャンセルする。従って、信号 $f(\omega - \omega_1 + \omega_2)$ は次式(15)で表される。

【数14】

$$\begin{aligned} f(\omega - \omega_1 + \omega_2) &= f_{b1I} + f_{b2Q} + P(-f_{b1Q} + f_{b2I}) \\ &= f_{b1I} + f_{b2Q} - P(f_{b1Q} - f_{b2I}) \quad \cdots(15) \end{aligned}$$

【0191】

また、周波数「 $\omega + \omega_1 - \omega_2$ 」の信号 $f(\omega + \omega_1 - \omega_2)$ は、次のように取り出せる。即ち、信号 f_{b1I} と信号 f_{b2Q} とを加算する。また、信号 f_{b1Q} から信号 f_{b2I} を減算し、更にその位相を90度遅らせる。そして、双方の信号を加算することで、他の周波数の信号成分をキャンセルする。従って、信号 $f(\omega + \omega_1 - \omega_2)$ は次式(16)で表される。

【数15】

$$f(\omega + \omega_1 - \omega_2) = f_{b1I} + f_{b2Q} + P(f_{b1Q} - f_{b2I}) \quad \cdots(16)$$

【0192】

これらの式(13)～(16)から、加減算器6294a～6294dそれぞれの動作

内容（加算／減算）が、図 26 に示すように決定される。つまり、式（13）～（16）それぞれの前半項の加算／減算により加減算器 6294a の動作内容が決まり、後半項の加算／減算により加減算器 6294b の動作内容が決まる。また、式（13）～（16）それぞれの 90 度の移相（進ませる／遅らせる）、及び、前半項と後半項との加算／減算により、加減算器 6294c、6294d それぞれの動作内容が決まる。

【0193】

そして、この表に従えば、加減算器 6294a により、信号 f_{b1I} と信号 f_{b2Q} とを加算合成した信号 f_d 、或いは、信号 f_{b1I} から信号 f_{b2Q} を減算合成した信号 f_c が生成される。この信号 f_d は次式（17）で与えられ、信号 f_c は次式（18）で与えられる。

【数 16】

$$\begin{aligned} f_d &= f_{b1I} + f_{b2Q} \\ &= (1/2) \{ (e^{j(\omega+\omega_1-\omega_2)t} + e^{-j(\omega+\omega_1-\omega_2)t}) + (e^{j(\omega-\omega_1+\omega_2)t} + e^{-j(\omega-\omega_1+\omega_2)t}) \} / 2 \end{aligned} \quad \dots(17)$$

【数 17】

$$\begin{aligned} f_c &= f_{b1I} - f_{b2Q} \\ &= (1/2) \{ (e^{j(\omega+\omega_1+\omega_2)t} + e^{-j(\omega+\omega_1+\omega_2)t}) + (e^{j(\omega-\omega_1-\omega_2)t} + e^{-j(\omega-\omega_1-\omega_2)t}) \} / 2 \end{aligned} \quad \dots(18)$$

【0194】

また、加減算器 6294b により、信号 f_{b1Q} と信号 f_{b2I} とを加算合成した信号 f_g 、或いは、信号 f_{b1Q} から信号 f_{b2I} を減算合成した信号 f_e が生成される。この信号 f_g は次式（19）で与えられ、信号 f_e は次式（20）で与えられる。

【数 18】

$$\begin{aligned} f_g &= f_{b1Q} + f_{b2I} \\ &= (1/2) \{ (e^{j(\omega+\omega_1+\omega_2)t} - e^{-j(\omega+\omega_1+\omega_2)t}) - (e^{j(\omega-\omega_1-\omega_2)t} - e^{-j(\omega-\omega_1-\omega_2)t}) \} / 2j \end{aligned} \quad \dots(19)$$

【数 19】

$$\begin{aligned} f_e &= f_{b1Q} - f_{b2I} \\ &= (1/2) \{ (e^{j(\omega+\omega_1-\omega_2)t} - e^{-j(\omega+\omega_1-\omega_2)t}) + (e^{j(\omega-\omega_1+\omega_2)t} - e^{-j(\omega-\omega_1+\omega_2)t}) \} / 2j \end{aligned} \quad \dots(20)$$

【0195】

続いて、ミキサ 6292g～6292j により 3 段目の周波数変換が行われる。即ち、ミキサ 6292g により、信号 f_c を信号 k_3 で周波数変換した信号 f_{cI3} 、或いは、信号 f_d を信号 k_3 で周波数変換した信号 f_{dI3} が生成される。この信号 f_{cI3} は次式（21）で与えられ、信号 f_{dI3} は次式（22）で与えられる。

【数 20】

$$\begin{aligned} f_{cI3} &= (f_{b1I} - f_{b2Q}) \cdot (e^{j\omega_3 t} + e^{-j\omega_3 t}) / 2 \\ &= \{ (e^{j(\omega+\omega_1+\omega_2+\omega_3)t} + e^{-j(\omega+\omega_1+\omega_2-\omega_3)t}) + (e^{j(\omega-\omega_1-\omega_2+\omega_3)t} + e^{-j(\omega-\omega_1-\omega_2-\omega_3)t}) \\ &\quad + (e^{j(\omega+\omega_1+\omega_2-\omega_3)t} + e^{-j(\omega+\omega_1+\omega_2+\omega_3)t}) + (e^{j(\omega-\omega_1-\omega_2-\omega_3)t} + e^{-j(\omega-\omega_1-\omega_2+\omega_3)t}) \} / 8 \\ &= (1/4) \{ f(\omega+\omega_1+\omega_2+\omega_3) + f(\omega+\omega_1+\omega_2-\omega_3) \\ &\quad + f(\omega-\omega_1-\omega_2+\omega_3) + f(\omega-\omega_1-\omega_2-\omega_3) \} \end{aligned} \quad \dots(21)$$

10

20

30

40

【数 2 1】

$$\begin{aligned}
f_{dl3} &= (f_{b1l} + f_{b2Q}) \cdot (e^{j\omega 3t} + e^{-j\omega 3t}) / 2 \\
&= \{ (e^{j(\omega + \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t} + e^{-j(\omega + \omega 1 - \omega 2 - \omega 3)t}) + (e^{j(\omega - \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t} + e^{-j(\omega - \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t}) \\
&\quad + (e^{j(\omega + \omega 1 - \omega 2 - \omega 3)t} + e^{-j(\omega + \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t}) + (e^{j(\omega - \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t} + e^{-j(\omega - \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t}) \} / 8 \\
&= (1/4) \{ f(\omega + \omega 1 - \omega 2 + \omega 3) + f(\omega + \omega 1 - \omega 2 - \omega 3) \\
&\quad + f(\omega - \omega 1 + \omega 2 + \omega 3) + f(\omega - \omega 1 + \omega 2 - \omega 3) \} \quad \cdots(22)
\end{aligned}$$

【0 1 9 6】

10

また、ミキサ 6 2 9 2 h により、信号 f_e を信号 k 6 で周波数変換した信号 f_{eQ3} 、
 或いは、信号 f_g を信号 k 6 で周波数変換した信号 f_{gQ3} が生成される。この信号 f_{eQ3}
 f_{gQ3} は次式 (20) で与えられ、信号 f_{gQ3} は次式 (24) で与えられる。

【数 2 2】

$$\begin{aligned}
f_{eQ3} &= (f_{b1Q} - f_{b2l}) \cdot (e^{j\omega 3t} - e^{-j\omega 3t}) / 2j \\
&= -\{ (e^{j(\omega + \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t} - e^{-j(\omega + \omega 1 - \omega 2 - \omega 3)t}) + (e^{j(\omega - \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t} - e^{-j(\omega - \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t}) \\
&\quad + (-e^{j(\omega + \omega 1 - \omega 2 - \omega 3)t} + e^{-j(\omega + \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t}) + (-e^{j(\omega - \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t} + e^{-j(\omega - \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t}) \} / 8 \\
&= (1/4) \{ -f(\omega + \omega 1 - \omega 2 + \omega 3) + f(\omega + \omega 1 - \omega 2 - \omega 3) \\
&\quad - f(\omega - \omega 1 + \omega 2 + \omega 3) + f(\omega - \omega 1 + \omega 2 - \omega 3) \} \quad \cdots(23)
\end{aligned}$$

20

【数 2 3】

$$\begin{aligned}
f_{gQ3} &= (f_{b1Q} + f_{b2l}) \cdot (e^{j\omega 3t} - e^{-j\omega 3t}) / 2j \\
&= -\{ (e^{j(\omega + \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t} - e^{-j(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t}) - (e^{j(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t} - e^{-j(\omega - \omega 1 - \omega 2 - \omega 3)t}) \\
&\quad + (-e^{j(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t} + e^{-j(\omega + \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t}) - (-e^{j(\omega - \omega 1 - \omega 2 - \omega 3)t} + e^{-j(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t}) \} / 8 \\
&= (1/4) \{ -f(\omega + \omega 1 + \omega 2 + \omega 3) + f(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3) \\
&\quad + f(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3) - f(\omega - \omega 1 - \omega 2 - \omega 3) \} \quad \cdots(24)
\end{aligned}$$

30

【0 1 9 7】

また、ミキサ 6 2 9 2 i により、信号 f_e を信号 k 3 で周波数変換した信号 f_{eI3} 、
 或いは、信号 f_g を信号 k 3 で周波数変換した信号 f_{gI3} が生成される。この信号 f_{eI3}
 f_{gI3} は次式 (25) で与えられ、信号 f_{gI3} は次式 (26) で与えられる。

【数 2 4】

$$\begin{aligned}
f_{eI3} &= (f_{b1Q} - f_{b2l}) \cdot (e^{j\omega 3t} + e^{-j\omega 3t}) / 2 \\
&= \{ (e^{j(\omega + \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t} - e^{-j(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t}) + (e^{j(\omega - \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t} - e^{-j(\omega - \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t}) \\
&\quad + (e^{j(\omega + \omega 1 - \omega 2 - \omega 3)t} - e^{-j(\omega + \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t}) + (e^{j(\omega - \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t} - e^{-j(\omega - \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t}) \} / 8j \\
&= (1/4) \{ f'(\omega + \omega 1 - \omega 2 + \omega 3) + f'(\omega + \omega 1 - \omega 2 - \omega 3) \\
&\quad + f'(\omega - \omega 1 + \omega 2 + \omega 3) + f'(\omega - \omega 1 + \omega 2 - \omega 3) \} \quad \cdots(25)
\end{aligned}$$

40

【数 2 5】

$$\begin{aligned}
f_{gl3} &= (f_{blQ} + f_{b2I}) \cdot (e^{j\omega 3t} + e^{-j\omega 3t}) / 2 \\
&= \{ (e^{j(\omega + \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t} - e^{-j(\omega + \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t}) - (e^{j(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t} - e^{-j(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t}) \\
&\quad + (e^{j(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t} - e^{-j(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t}) - (e^{j(\omega - \omega 1 - \omega 2 - \omega 3)t} - e^{-j(\omega - \omega 1 - \omega 2 - \omega 3)t}) \} / 8j \\
&= (1/4) \{ f'(\omega + \omega 1 + \omega 2 + \omega 3) + f'(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3) \\
&\quad - f'(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3) - f'(\omega - \omega 1 - \omega 2 - \omega 3) \} \quad \dots(26)
\end{aligned}$$

【0 1 9 8】

10

また、ミキサ 6 2 9 2 j により、信号 f_c を信号 k_6 で周波数変換した信号 f_{cQ3} 、
 或いは、信号 f_d を信号 k_6 で周波数変換した信号 f_{dQ3} が生成される。この信号 f_{cQ3}
 f_{dQ3} は次式 (27) で与えられ、信号 f_{dQ3} は次式 (28) で与えられる。

【数 2 6】

$$\begin{aligned}
f_{cQ3} &= (f_{blI} - f_{b2Q}) \cdot (e^{j\omega 3t} - e^{-j\omega 3t}) / 2j \\
&= \{ (e^{j(\omega + \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t} + e^{-j(\omega + \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t}) + (e^{j(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t} + e^{-j(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t}) \\
&\quad + (-e^{j(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t} - e^{-j(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t}) + (-e^{j(\omega - \omega 1 - \omega 2 - \omega 3)t} - e^{-j(\omega - \omega 1 - \omega 2 - \omega 3)t}) \} / 8j \\
&= (1/4) \{ f'(\omega + \omega 1 + \omega 2 + \omega 3) - f'(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3) \\
&\quad + f'(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3) - f'(\omega - \omega 1 - \omega 2 - \omega 3) \} \quad \dots(27)
\end{aligned}$$

20

【数 2 7】

$$\begin{aligned}
f_{dQ3} &= (f_{blI} + f_{b2Q}) \cdot (e^{j\omega 3t} - e^{-j\omega 3t}) / 2j \\
&= \{ (e^{j(\omega + \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t} + e^{-j(\omega + \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t}) + (e^{j(\omega - \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t} + e^{-j(\omega - \omega 1 + \omega 2 + \omega 3)t}) \\
&\quad + (-e^{j(\omega + \omega 1 - \omega 2 - \omega 3)t} - e^{-j(\omega + \omega 1 - \omega 2 - \omega 3)t}) + (-e^{j(\omega - \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t} - e^{-j(\omega - \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t}) \} / 8j \\
&= (1/4) \{ f'(\omega + \omega 1 - \omega 2 + \omega 3) - f'(\omega + \omega 1 - \omega 2 - \omega 3) \\
&\quad + f'(\omega - \omega 1 + \omega 2 + \omega 3) - f'(\omega - \omega 1 + \omega 2 - \omega 3) \} \quad \dots(28)
\end{aligned}$$

30

【0 1 9 9】

次いで、加減算器 6 2 9 4 c により、信号 f_{cI3} と信号 f_{gQ3} とを加算合成した信号 f_{h1} 、
 或いは、信号 f_{cI3} から信号 f_{gQ3} を減算合成した信号 f_{h2} 、或いは、
 信号 f_{dI3} と信号 f_{eQ3} とを加算合成した信号 f_{h3} 、或いは、信号 f_{dI3} から信号 f_{eQ3}
 を減算合成した信号 f_{h4} が生成される。この信号 f_{h1} は次式 (29 a) で
 与えられ、信号 f_{h2} は次式 (29 b) で与えられ、信号 f_{h3} は次式 (29 c) で与え
 られ、信号 f_{h4} は次式 (29 d) で与えられる。

【数 2 8】

$$\begin{aligned} f_{h1} &= f_{cl3} + f_{gQ3} \\ &= (1/2)\{f(\omega + \omega1 + \omega2 - \omega3) + f(\omega - \omega1 - \omega2 + \omega3)\} \quad \cdots(29a) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{h2} &= f_{cl3} - f_{gQ3} \\ &= (1/2)\{f(\omega + \omega1 + \omega2 + \omega3) + f(\omega - \omega1 - \omega2 - \omega3)\} \quad \cdots(29b) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{h3} &= f_{dl3} + f_{eQ3} \\ &= (1/2)\{f(\omega + \omega1 - \omega2 - \omega3) + f(\omega - \omega1 + \omega2 - \omega3)\} \quad \cdots(29c) \end{aligned}$$

10

$$\begin{aligned} f_{h4} &= f_{dl3} - f_{eQ3} \\ &= (1/2)\{f(\omega + \omega1 - \omega2 + \omega3) + f(\omega - \omega1 + \omega2 + \omega3)\} \quad \cdots(29d) \end{aligned}$$

【0 2 0 0】

また、加減算器 6 2 9 4 d により、信号 f_{cQ3} と信号 f_{gI3} とを加算合成した信号 f_{i1} 、或いは、信号 f_{cQ3} から信号 f_{gI3} を減算合成した信号 f_{i2} 、或いは、信号 f_{dQ3} と信号 f_{eI3} とを加算合成した信号 f_{i3} 、或いは、信号 f_{dQ3} から信号 f_{eI3} を減算合成した信号 f_{i4} が生成される。この信号 f_{i1} は式 (30 a) で与えられ、信号 f_{i2} は式 (30 b) で与えられ、信号 f_{i3} は式 (30 c) で与えられ、信号 f_{i4} は式 (30 d) で与えられる。

20

【数 2 9】

$$\begin{aligned} f_{i1} &= f_{cQ3} + f_{gI3} \\ &= (1/2)\{f'(\omega + \omega1 + \omega2 + \omega3) - f'(\omega - \omega1 - \omega2 - \omega3)\} \quad \cdots(30a) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{i2} &= f_{cQ3} - f_{gI3} \\ &= (1/2)\{-f'(\omega + \omega1 + \omega2 - \omega3) + f'(\omega - \omega1 - \omega2 + \omega3)\} \quad \cdots(30b) \end{aligned}$$

30

$$\begin{aligned} f_{i3} &= f_{dQ3} + f_{eI3} \\ &= (1/2)\{f'(\omega + \omega1 - \omega2 + \omega3) + f'(\omega - \omega1 + \omega2 + \omega3)\} \quad \cdots(30c) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{i4} &= f_{dQ3} - f_{eI3} \\ &= (1/2)\{-f'(\omega + \omega1 - \omega2 - \omega3) - f'(\omega - \omega1 + \omega2 - \omega3)\} \quad \cdots(30d) \end{aligned}$$

【0 2 0 1】

ここで、受信希望信号を取り出すため、加減算器 6 2 9 4 a, 6 2 9 4 d を減算合成させ、加減算器 6 2 9 4 b, 6 2 9 4 c を加算合成させると、加減算器 6 2 9 4 a からは、式 (18) で与えられる信号 f_c が出力され、加減算器 6 2 9 4 b からは、式 (19) で与えられる信号 f_g が出力される。そして、加減算器 6 2 9 4 c からは、式 (29 a) で与えられる信号 f_{h1} が出力され、加減算器 6 2 9 4 d からは、式 (30 b) で与えられる信号 f_{i2} が出力される。

40

【0 2 0 2】

そして、この式 (29 a), (30 b) によれば、次式 (31 a) 又は (31 b) を満たす周波数 ω が受信周波数となる。従って、受信周波数 ω は次式 (32 a) 又は (32 b) となる。

【数 3 0】

$$\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3 = 0 \quad \cdots(31a)$$

$$\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3 = 0 \quad \cdots(31b)$$

【数 3 1】

$$\omega = \omega 1 + \omega 2 - \omega 3 \quad \cdots(32a)$$

$$\omega = -(\omega 1 + \omega 2 - \omega 3) \quad \cdots(32b)$$

【0 2 0 3】

また、加算器 6 2 9 5 から出力される信号 d は、次式 (3 3) で与えられる。

10

【数 3 2】

$$\begin{aligned} d &= (f_{cI3} + f_{gQ3})^2 + (f_{cQ3} - f_{gI3})^2 \\ &= \{ (e^{j(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t} + e^{-j(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t}) + (e^{j(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t} + e^{-j(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t}) / 2 \}^2 \\ &\quad + \{ (e^{j(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t} - e^{-j(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t}) - (e^{j(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t} - e^{-j(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t}) / 2j \}^2 \\ &= \{ \cos(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t + \cos(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t \}^2 + \sin(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t \\ &\quad - \sin(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t \}^2 \\ &= 2 + 2 \cos(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t \cdot \cos(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t \\ &\quad - 2 \sin(\omega + \omega 1 + \omega 2 - \omega 3)t \cdot \sin(\omega - \omega 1 - \omega 2 + \omega 3)t \\ &= 2 + 2 \cos 2\omega t \quad \cdots(33) \end{aligned}$$

20

【0 2 0 4】

そして、この信号 d は所定の L P F (不図示) を通過することで高周波成分が遮断され、最終的な出力信号 d は、 $d = 2$ 、となり、信号レベルだけを取り出すことができる。

【0 2 0 5】

尚、図 2 2 の多段周波数変換回路 6 2 9 G では、周波数が異なる 3 つの分周信号 k 1 ~ k 3 を用いて 3 段の周波数変換を行うこととしたが、4 段以上の周波数変換を行うこととしても良い。この場合、ミキサ 6 2 9 2 g ~ 6 2 9 2 j、及び、加減算器 6 2 9 4 c、6 2 9 4 d を含む部分回路 6 2 4 G を、行いたい周波数変換の段数に応じた段数だけ設け、各段それぞれに分周信号 k を入力すれば良い。

30

【0 2 0 6】

(B) また、上述した実施形態では、本発明を、標準電波を受信する電波時計に適用した場合を説明したが、これ以外の電波受信装置についても同様に適用可能である。

【0 2 0 7】

(C) また、上述した実施形態では、基準周波数信号を周波数が 3 2 . 7 6 8 k H z の信号としたが、他の周波数であっても同様に実現可能であるのは勿論である。

【図面の簡単な説明】

40

【0 2 0 8】

【図 1】実施形態における電波時計の構成図。

【図 2】電波受信装置の構成図。

【図 3】基本回路の構成図。

【図 4】検波回路の構成図。

【図 5】4 0 k H z の標準電波を受信する場合の受信動作の説明図。

【図 6】4 0 k H z の標準電波を受信する場合の受信動作の説明図。

【図 7】7 7 . 5 k H z の標準電波を受信する場合の受信動作の説明図。

【図 8】7 7 . 5 k H z の標準電波を受信する場合の受信動作の説明図。

【図 9】7 7 . 5 k H z の標準電波を受信する場合の受信動作の説明図。

50

【図 1 0】各周波数の標準電波を受信する場合の分周信号及び周波数変換（乗算合成）した信号の一覧表。

【図 1 1】実施例 1 における基本回路の構成図。

【図 1 2】実施例 2 における電波受信装置の構成図。

【図 1 3】実施例 2 における基本回路の構成図。

【図 1 4】実施例 3 における基本回路の構成図。

【図 1 5】実施例 4 における電波受信装置の構成図。

【図 1 6】変形例の電波受信装置の構成図。

【図 1 7】イメージ信号の説明図。

【図 1 8】実施例 5 における基本回路の構成図。

10

【図 1 9】移相回路の構成図。

【図 2 0】実施例 5 におけるイメージ信号除去の原理の説明図。

【図 2 1】変形例の電波受信装置の構成図。

【図 2 2】変形例の多段周波数変換回路の構成図。

【図 2 3】1 段の周波数変換により生成される各信号の関係の概念図。

【図 2 4】2 段の周波数変換により生成される各信号の移相関係の概念図。

【図 2 5】2 段の周波数変換により生成される各信号の周波数関係の概念図。

【図 2 6】各加減算器の動作内容。

【符号の説明】

【0 2 0 9】

20

1 電波時計

1 0 0 C P U

2 0 0 入力部

3 0 0 表示部

4 0 0 R O M

5 0 0 R A M

6 0 0 受信制御部

6 2 0 電波受信装置

6 2 1 受信アンテナ

6 2 2 R F 増幅回路

6 2 3 多段周波数変換回路

6 2 4 基本回路

6 2 4 1 ミキサ

6 2 4 2 フィルタ回路

6 2 4 3 増幅器

6 2 5 分周回路

6 2 6 検波回路

6 2 6 1 1 / 2 分周器

6 2 6 2 論理ゲート

6 2 6 3, 6 2 6 4 ミキサ

6 2 6 5, 6 2 6 6 L P F

6 2 6 7, 6 2 6 8 二乗回路

6 2 6 9 加算器

6 2 7 A G C 回路

6 2 8 スイッチ群

7 0 0 タイムコード生成部

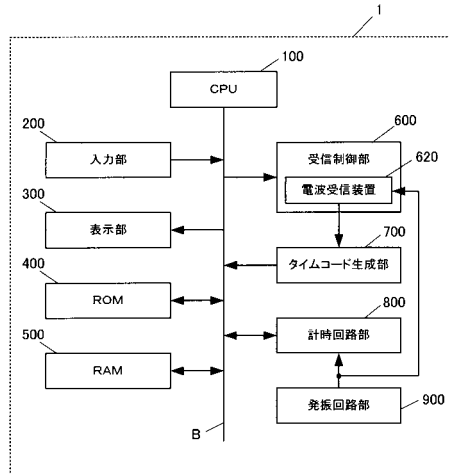
8 0 0 計時回路部

9 0 0 発振回路部

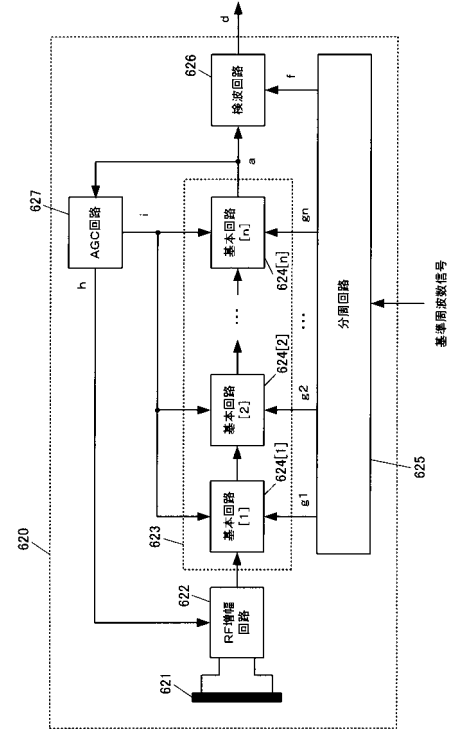
30

40

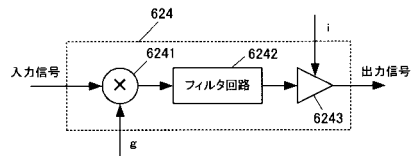
【図 1】



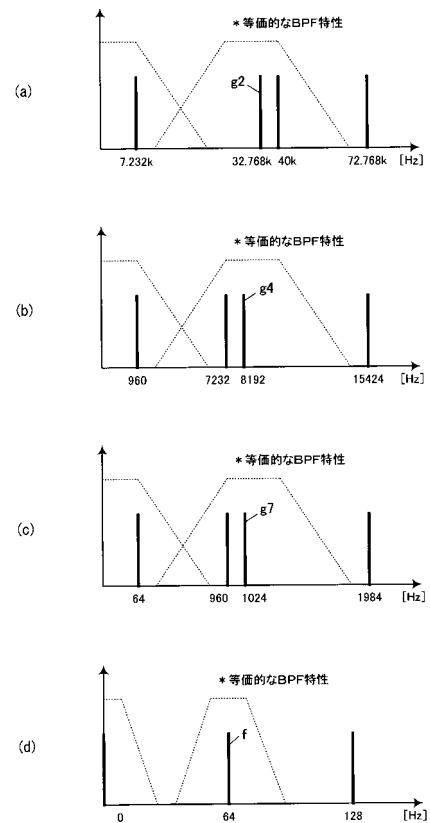
【図 2】



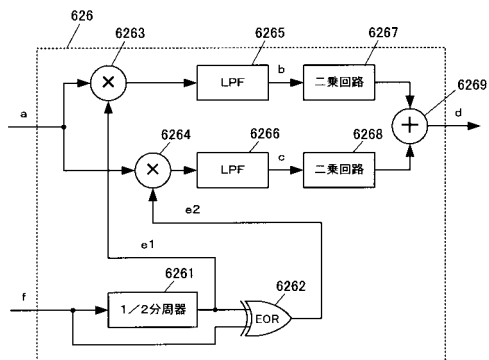
【図 3】



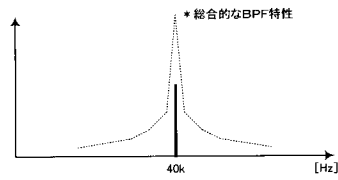
【図 5】



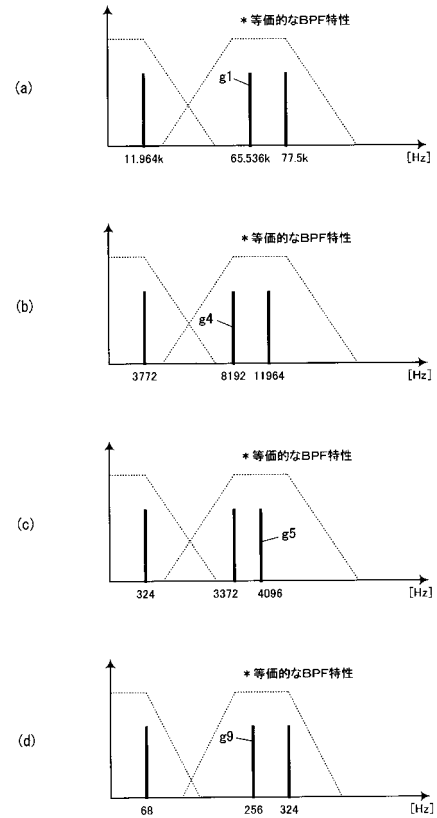
【図 4】



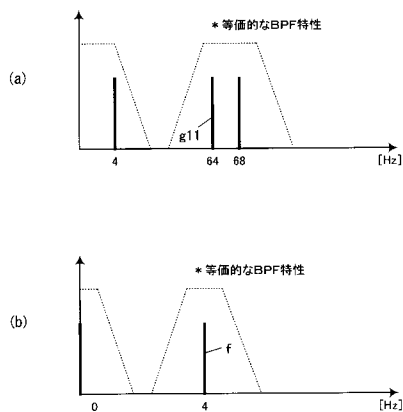
【図 6】



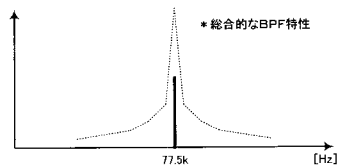
【図 7】



【図 8】



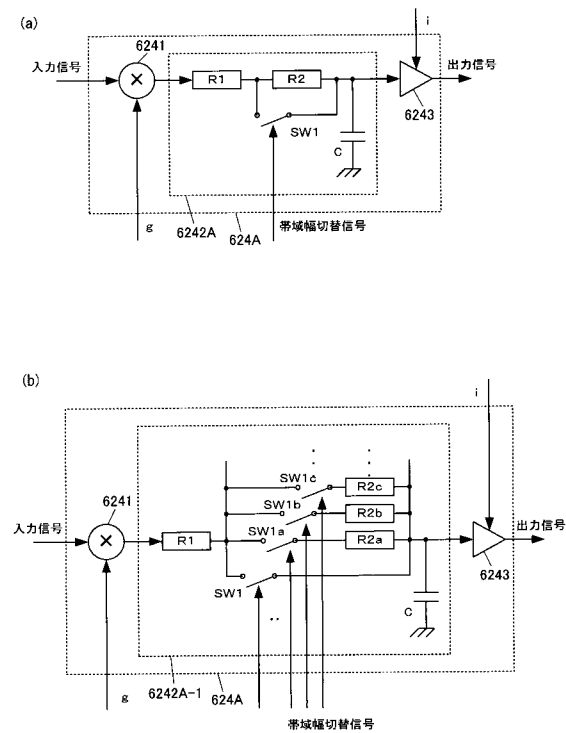
【図 9】



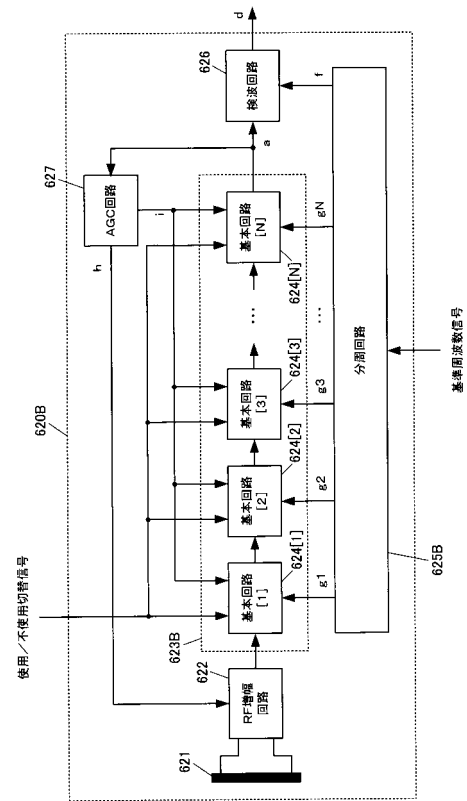
【図 10】

基本周波数信号 32768[Hz]			標準電波				
			1) 日本 40000[Hz]	2) 日本 60000[Hz]	3) ドイツ 77500[Hz]	4) スイス 75000[Hz]	5) 中国 68500[Hz]
信号g[Hz]	分周比	出力信号[Hz]					
g1	65536	2	5536(1)	11964(1)	6464(1)	2964(1)	
g2	32768	1	7232(1)				
g3	16384	1/2					
g4	8192	1/4	960(2)	2656(2)	3772(2)	1272(2)	
g5	4096	1/8			324(3)		
g6	2048	1/16		608(3)			916(2)
g7	1024	1/32	64(3)			248(3)	108(3)
g8	512	1/64		96(4)			
g9	256	1/128			68(4)	8(4)	
g10	128	1/256		32(5)			
g11	64	1/512	0		4(5)		44(4)
g12	32	1/1024		0			8(5)
g13	16	1/2048					
g14	8	1/4096				0	0
g15	4	1/8182			0		
g16	2	1/16384					

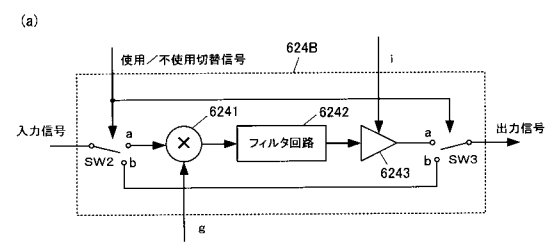
【図 1 1】



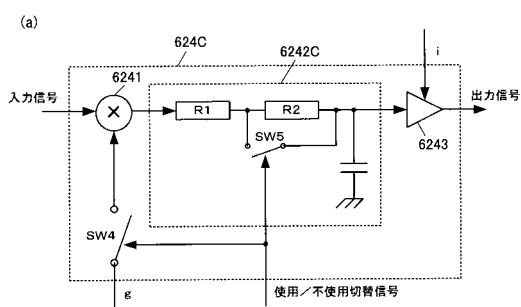
【図 1 2】



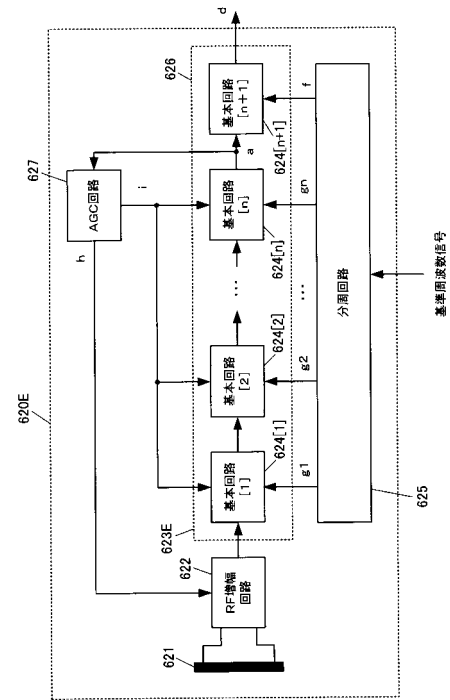
【図 1 3】



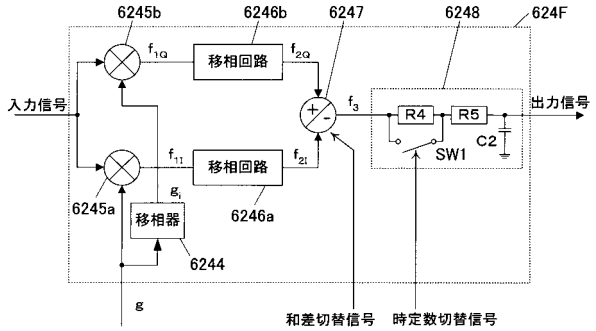
【図 1 4】



【図 16】



【图 18】



(b)

イメージ信号1

イメージ信号3

イメージ信号2

受信希望信号

$\Delta \omega_2$

$\Delta \omega_2$

$\Delta \omega_2$

$\Delta \omega_2$

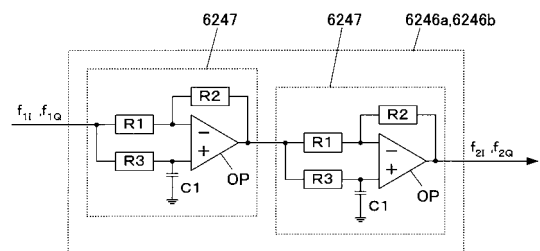
ω_{2_i}

ω_1

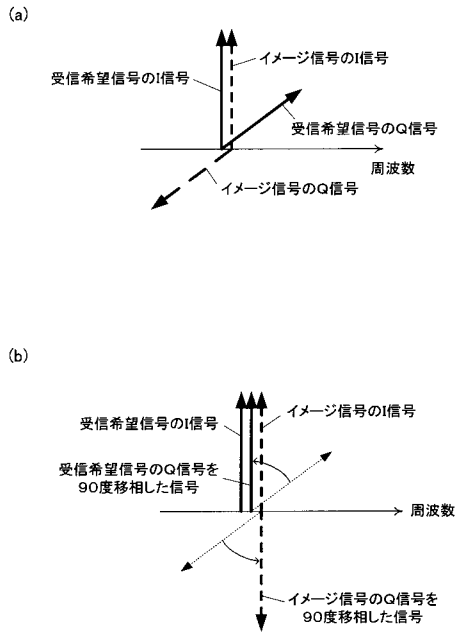
ω_2

ω

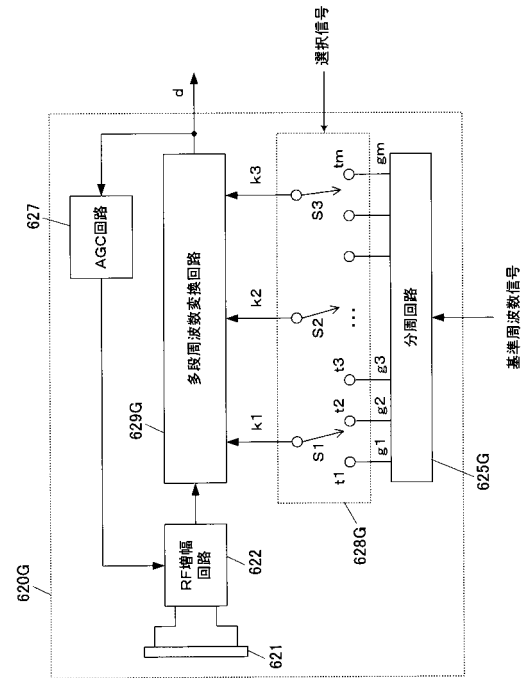
周波数



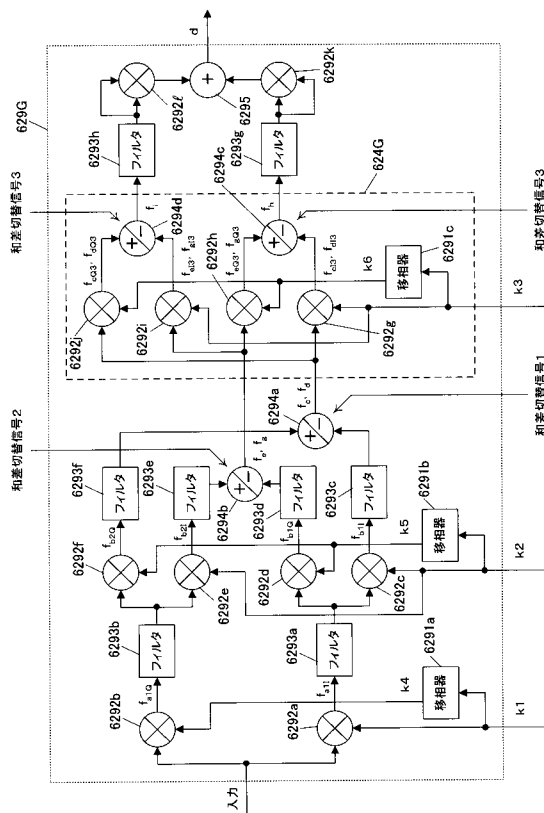
【図 20】



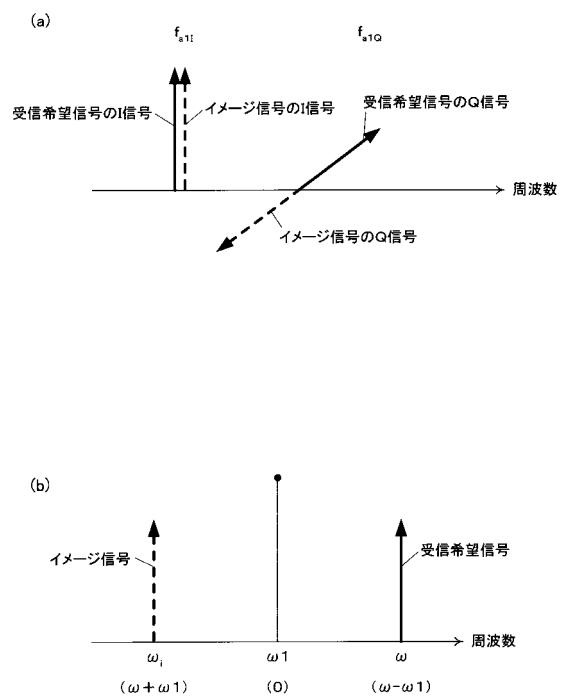
【图 2 1】



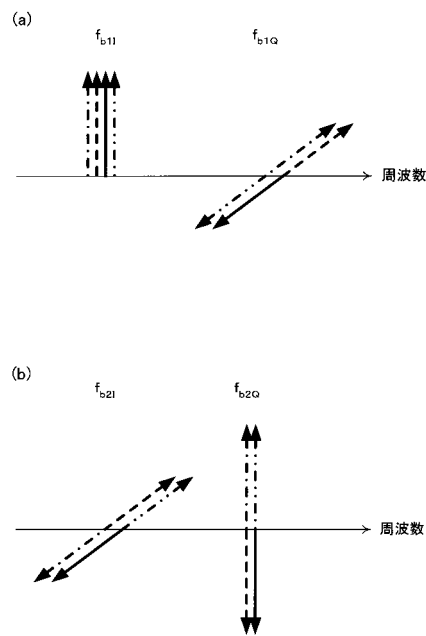
【図 2 2】



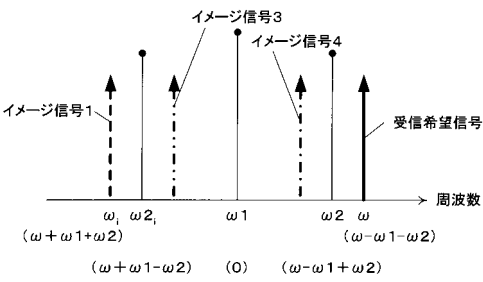
【图 2 3】



【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】

加減算器 (和差切替信号)	加減算器6292a (和差切替信号1)	加減算器6292b (和差切替信号2)	加減算器6292c (和差切替信号3)	加減算器6292d (和差切替信号4)
動作内容	減算	加算	加算	減算
	減算	加算	減算	加算
	加算	減算	加算	減算
	加算	減算	減算	加算

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許第05108334 (US, A)
特開昭49-085909 (JP, A)
特開2004-104555 (JP, A)
米国特許第03614627 (US, A)
特開2004-080073 (JP, A)
特開2000-115265 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|------|
| H04B | 1/26 |
| G04C | 9/02 |
| G04G | 5/00 |