

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6069872号
(P6069872)

(45) 発行日 平成29年2月1日 (2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月13日 (2017.1.13)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 S 1/06 (2006.01)

HO 3 L 7/26 (2006.01)

HO 1 S 1/06

HO 3 L 7/26

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2012-82911 (P2012-82911)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成24年3月30日 (2012.3.30)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-214554 (P2013-214554A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成25年10月17日 (2013.10.17)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	平成27年3月25日 (2015.3.25)		弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	田村 智博
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	牧 義之
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 発振装置および電子装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガス状の原子が封入されるガスセル、前記原子を励起する励起光を出射する光出射部、および前記ガスセルを透過した前記励起光を検出する光検出部を有する第1の発振器と、振動子を有する温度制御型発振器を有する第2の発振器と、を備え、
前記ガスセル、前記光出射部、前記光検出部および前記振動子のうちの少なくとも前記光出射部、前記ガスセルおよび前記振動子を含む複数の部品は、減圧されている同一の筐体内に収納され、
前記ガスセルは、前記光出射部と前記水晶振動子との間に配置されていることを特徴とする発振装置。

【請求項 2】

前記複数の部品のうちの少なくとも1つの部品を加熱または冷却する温度調節手段を備える請求項1に記載の発振装置。

【請求項 3】

前記温度調節手段は、前記筐体内において前記光出射部の前記ガスセルとは反対側に設けられている温度調節素子を含む請求項2に記載の発振装置。

【請求項 4】

前記筐体内において前記筐体に対して複数の端子を介して支持され、前記振動子を複数の端子を介して支持する回路基板を備える請求項1ないし3のいずれか一項に記載の発振装置。

【請求項 5】

前記複数の部品は、3つ以上の部品を含み、前記3つ以上の部品が一方向に並んで配置されている請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の発振装置。

【請求項 6】

前記複数の部品は、前記光検出部を含み、

前記光検出部は、前記ガスセルと前記振動子との間に配置されている請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の発振装置。

【請求項 7】

前記原子発振器の出力信号に基づいて、前記温度制御型発振器の出力信号を補正する補正手段を備える請求項 1 ないし 6 のいずれか一項に記載の発振装置。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか一項に記載の発振装置を備えることを特徴とする電子装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発振装置および電子装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ルビジウム、セシウム等のアルカリ金属の原子のエネルギー遷移に基づいて発振する原子発振器が知られている。

このような原子発振器は、一般に、長期的に高精度な発振特性（高い長期安定度）を有するものの、短期的な発振特性（短期安定度）が水晶発振器に劣る。

そこで、従来、このような原子発振器を備える発振装置として、原子発振器と、温度制御型水晶発振器（OCXO）とを有し、原子発振器の出力信号に基づいて、温度制御型水晶発振器の出力信号を補正するものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

しかし、このような従来の発振装置では、原子発振器および温度制御型水晶発振器が互いに別々のブロックとして構成されているため、発振装置の構成が複雑化するとともに発振装置全体が大型化するという問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-314047号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の目的は、長期にわたり優れた発振特性を発揮し得るとともに、小型化および簡素化を図ることができる発振装置および電子装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

〔適用例1〕

本発明の発振装置は、ガス状の原子が封入されるガスセル、前記原子を励起する励起光を出射する光出射部、および前記ガスセルを透過した前記励起光を検出する光検出部を有する第1の発振器と、

振動子を有する温度制御型発振器を有する第2の発振器と、を備え、

前記ガスセル、前記光出射部、前記光検出部および前記振動子のうちの少なくとも前記光出射部、前記ガスセルおよび前記振動子を含む複数の部品は、減圧されている同一の筐体内に収納され、

10

20

30

40

50

前記ガスセルは、前記光出射部と前記水晶振動子との間に配置されていることを特徴とする。

このように構成された発振装置によれば、長期にわたり優れた発振特性を発揮し得るとともに、小型化および簡素化を図ることができる。

【0006】

ここで、原子発振器の温度制御が必要な部品と温度制御型発振器の温度制御が必要な部品とを共通の温度調節手段により温度調節することができる。その結果、発振装置の小型化および簡素化を図ることができる。

また、原子発振器の出力信号に基づいて温度制御型発振器の出力を補正することにより、長期にわたり優れた発振特性を発揮することができる。

10

また、前記複数の部品が前記光出射部を含むことにより、発振装置の小型化を図りつつ、光出射部の温度を適正温度範囲に維持することができる。その結果、光出射部からの励起光の周波数の変動を防止または抑制することができる。

また、一般に、ガラスセルの適正温度範囲は、光出射部の適正温度範囲よりも高く、また、振動子（水晶振動子）の適正温度範囲よりも低い。したがって、光出射部をガスセルに対して振動子とは反対側に配置することにより、適正温度範囲の大小順に、光出射部、ガスセル、振動子を配置することができる。そのため、光出射部、ガスセル、振動子を含む複数の部品の温度調節をそれぞれ効率的に行うことができる。

【0007】

また、前記複数の部品が同一の筐体内に収納されていることにより、複数の部品に対する外部の温度変化の影響を低減することができる。また、複数の部品間での熱交換を効率的に生じさせることができる。

20

【0008】

[適用例2]

本発明の発振装置では、前記複数の部品のうちの少なくとも1つの部品を加熱または冷却する温度調節手段を備えるのが好ましい。

これにより、外部の温度が変化しても、複数の部品の温度を適正温度範囲に維持することができる。

[適用例3]

本発明の発振装置では、前記温度調節手段は、前記筐体内において前記光出射部の前記ガスセルとは反対側に設けられている温度調節素子を含むことが好ましい。

30

[適用例4]

本発明の発振装置では、前記筐体内において前記筐体に対して複数の端子を介して支持され、前記振動子を複数の端子を介して支持する回路基板を備えることが好ましい。

【0009】

[適用例5]

本発明の発振装置では、前記複数の部品は、3つ以上の部品を含み、前記3つ以上の部品が一方向に並んで配置されているのが好ましい。

これにより、各部品の適正温度範囲が異なる場合であっても、複数の部品の並ぶ順序を適宜設定することにより、各部品の温度を効率的に適正温度範囲に維持することができる。また、複数の部品同士の間の距離を小さくすることができるので、発振装置の小型化を図ることができる。

40

【0012】

[適用例6]

本発明の発振装置では、前記複数の部品は、前記光検出部を含み、

前記光検出部は、前記ガスセルと前記振動子との間に配置されているのが好ましい。

これにより、光出射部、ガスセル、振動子を適正温度範囲の大小順に配置しつつ、ガスセルを透過した励起光を光検出部で検出することができる。

【0013】

[適用例7]

50

本発明の発振装置では、前記原子発振器の出力信号に基づいて、前記温度制御型発振器の出力信号を補正する補正手段を備えるのが好ましい。

これにより、原子発振器の長期的に優れた発振特性と、温度制御型発振器の短期的に優れた発振特性との両長所を生かし、長期にわたり優れた発振特性を発揮することができる。

〔適用例 8〕

本発明の電子装置は、本発明の発振装置を備えることを特徴とする。

これにより、優れた信頼性を有する電子装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

10

【図 1】本発明の実施形態に係る発振装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 2】図 1 に示す発振装置の概略構成を示す断面図である。

【図 3】図 1 に示す発振装置の原子発振器に備えられたガスセル内のアルカリ金属のエネルギー状態を説明するための図である。

【図 4】図 1 に示す発振装置の原子発振器に備えられた光出射部および光検出部について、光出射部からの 2 つの光の周波数差と、光検出部の検出強度との関係を示すグラフである。

【図 5】GPS 衛星を利用した測位システムに本発明の原子発振器を用いた場合のシステム構成概要図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0015】

以下、本発明の発振装置を添付図面に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。

図 1 は、本発明の実施形態に係る発振装置の概略構成を示すブロック図、図 2 は、図 1 に示す発振装置の概略構成を示す断面図、図 3 は、図 1 に示す発振装置の原子発振器に備えられたガスセル内のアルカリ金属のエネルギー状態を説明するための図、図 4 は、図 1 に示す発振装置の原子発振器に備えられた光出射部および光検出部について、光出射部からの 2 つの光の周波数差と、光検出部の検出強度との関係を示すグラフである。

【0016】

図 1 に示す発振装置 1 は、原子発振器 2 と、温度制御型水晶発振器 3（温度制御型発振器）と、補正手段 4 と、温度調節手段 5 とを備える。

30

ここで、図 1 に示すように、原子発振器 2 は、ガスセル 2 1 と、光出射部 2 2 と、光検出部 2 3 と、発振回路 2 4 とを備える。また、温度制御型水晶発振器 3 は、水晶振動子 3 1（振動子）と、発振回路 3 2 とを備える。

【0017】

そして、図 2 に示すように、ガスセル 2 1、光出射部 2 2、光検出部 2 3 および水晶振動子 3 1 は、互いに熱的に結合するように配置されており、発振装置 1 は、これらを収納する筐体 6 を備える。

この発振装置 1 では、原子発振器 2 の温度制御が必要な部品と温度制御型水晶発振器 3 の温度制御が必要な部品とを共通の温度調節手段 5 により温度調節する。これにより、発振装置 1 の小型化および簡素化を図ることができる。

40

また、補正手段 4 が、原子発振器 2 の出力信号に基づいて温度制御型水晶発振器 3 の出力を補正する。これにより、長期にわたり優れた発振特性を発揮することができる。

【0018】

以下、発振装置 1 の各部の構成を順次詳細に説明する。

〔原子発振器〕

原子発振器 2 は、量子干渉効果を利用して発振するように構成された原子発振器である。量子干渉効果を利用した原子発振器は、二重共鳴現象を利用した原子発振器に比し、小型化を図ることができる。

この原子発振器 2 は、図 1 に示すように、ガスセル 2 1 と、光出射部 2 2 と、光検出部 2 3 と、発振回路 2 4 とを備え、これらのうち、ガスセル 2 1、光出射部 2 2 および光検

50

出部 2 3 が、筐体 6 内に収納されている。なお、発振回路 2 4 も筐体 6 内に収納されていてもよい。

【 0 0 1 9 】

以下、原子発振器 2 の各部を順次詳細に説明する。

ガスセル 2 1 内には、ガス状のルビジウム、セシウム、ナトリウム等のアルカリ金属が封入されている。

アルカリ金属は、図 3 に示すように、3 準位系のエネルギー準位を有しており、エネルギー準位の異なる 2 つの基底状態（基底状態 1、2）と、励起状態との 3 つの状態をとり得る。ここで、基底状態 1 は、基底状態 2 よりも低いエネルギー状態である。

【 0 0 2 0 】

このようなガス状のアルカリ金属に対して周波数の異なる 2 種の共鳴光 1、2 を前述したようなガス状のアルカリ金属に照射すると、共鳴光 1 の周波数 ν_1 と共鳴光 2 の周波数 ν_2 との差（ $\nu_1 - \nu_2$ ）に応じて、共鳴光 1、2 のアルカリ金属における光吸収率（光透過率）が変化する。

そして、共鳴光 1 の周波数 ν_1 と共鳴光 2 の周波数 ν_2 との差（ $\nu_1 - \nu_2$ ）が基底状態 1 と基底状態 2 とのエネルギー差に相当する周波数に一致したとき、基底状態 1、2 から励起状態への励起がそれぞれ停止する。このとき、共鳴光 1、2 は、いずれも、アルカリ金属に吸収されずに透過する。このような現象を C P T 現象または電磁誘起透明化現象（E I T : Electromagnetically Induced Transparency）と呼ぶ。

【 0 0 2 1 】

そして、例えば、共鳴光 1 の周波数 ν_1 を固定し、共鳴光 2 の周波数 ν_2 を変化させていくと、共鳴光 1 の周波数 ν_1 と共鳴光 2 の周波数 ν_2 との差（ $\nu_1 - \nu_2$ ）が基底状態 1 と基底状態 2 とのエネルギー差に相当する周波数 ν_0 に一致したとき、ガス状のアルカリ金属を透過した光の強度は、図 4 に示すように、急峻に上昇する。このような急峻な変化を E I T 信号として検出したとき、この E I T 信号は、アルカリ金属の種類によって決まった固有値をもっている。したがって、このような E I T 信号を用いることにより、発振器を構成することができる。

【 0 0 2 2 】

このようなガスセル 2 1 は、図示しないが、例えば、柱状の貫通孔を有する本体部と、この貫通孔の両開口を封鎖する 1 対の窓部とを有する。これにより、アルカリ金属が封入される内部空間 S が形成される（図 2 参照）。

この本体部を構成する材料は、特に限定されず、金属材料、樹脂材料等であってもよく、窓部と同様にガラス材料、水晶等であってもよい。また、この窓部を構成する材料としては、前述したような励起光に対する透過性を有していれば、特に限定されないが、例えば、ガラス材料、水晶等が挙げられる。

【 0 0 2 3 】

また、ガスセル 2 1 は、後述する温度調節手段 5 の温度調節素子 5 1 ~ 5 3（主に温度調節素子 5 2）により加熱される。これにより、ガスセル 2 1 中のアルカリ金属をガス状に維持することができる。

また、ガスセル 2 1 には、必要に応じて、通電によりコイルからの磁場が印加される。これにより、ガスセル 2 1 中のアルカリ金属の縮退している異なるエネルギー状態間のギャップを広げて、分解能を向上させることができる。その結果、原子発振器 2 の発振周波数の精度を高めることができる。

【 0 0 2 4 】

光出射部 2 2 は、ガスセル 2 1 中のアルカリ金属原子を励起する励起光を出射する機能を有する。

より具体的には、光出射部 2 2 は、ガスセル 2 1 に向けて、前述したような周波数の異なる 2 種の光（共鳴光 1 および共鳴光 2）を出射するものである。

共鳴光 1 の周波数 ν_1 は、ガスセル 2 1 中のアルカリ金属を前述した基底状態 1 から励起状態に励起し得るものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

また、共鳴光 2 の周波数 2 は、ガスセル 2 1 中のアルカリ金属を前述した基底状態 2 から励起状態に励起し得るものである。

このような光出射部 2 2 としては、前述したような励起光を出射し得るものであれば、特に限定されないが、例えば、垂直共振器面発光レーザー（V C S E L）等の半導体レーザー等を用いることができる。

【 0 0 2 6 】

なお、光出射部 2 2 とガスセル 2 1 との間には、必要に応じて、レンズ、減光フィルター、 $\lambda/4$ 波長板、偏光板等の光学素子が設けられる。これにより、ガスセル 2 1 に照射される励起光の強度、スポット径、偏光等を調整することができる。

光検出部 2 3 は、ガスセル 2 1 の内部空間 S を透過した励起光（共鳴光 1、2）の強度を検出する機能を有する。

具体的には、光検出部 2 3 は、前述したような E I T 信号の有無を検出する。

【 0 0 2 7 】

そして、図示しない回路が、光検出部 2 3 の検出結果に基づいて、光出射部 2 2 の駆動を制御する。これにより、光出射部 2 2 が前述したような共鳴光 1、2 を出射した状態を維持することができる。

この光検出部 2 3 としては、上述したような励起光を検出し得るものであれば、特に限定されないが、例えば、太陽電池、フォトダイオード等の光検出器（受光素子）を用いることができる。

このような光出射部 2 2、ガスセル 2 1 および光検出部 2 3 は、この順で一方向に並んで配置されている。すなわち、ガスセル 2 1 は、光出射部 2 2 と光検出部 2 3 との間に設けられている。

【 0 0 2 8 】

また、光検出部 2 3 のガスセル 2 1 とは反対側には、温度調節素子 5 1 が設けられている。また、ガスセル 2 1 と光出射部 2 2 との間には、温度調節素子 5 2 が設けられている。また、光出射部 2 2 のガスセル 2 1 とは反対側には、温度調節素子 5 3 が設けられている。これらの温度調節素子 5 1 ~ 5 3 によって、ガスセル 2 1、光出射部 2 2 および光検出部 2 3 が温度調節される。なお、温度調節素子 5 1 ~ 5 3 については、温度調節手段 5 の説明において詳述する。

【 0 0 2 9 】

発振回路 2 4 は、図示しない水晶振動子（温度制御型水晶発振器 3 の水晶振動子 3 1 とは別体）の周波数に基づいて発振するものである。

また、この発振回路 2 4 は、発振周波数が可変であり、光検出部 2 3 で検出された E I T 信号に基づいて、発振周波数が補正される。例えば、発振回路 2 4 は、上記水晶振動子と組み合わせた状態で、電圧制御型水晶発振器を構成するものである。

【 0 0 3 0 】

[温度制御型水晶発振器（O C X O）]

温度制御型水晶発振器 3 は、図 1 に示すように、水晶振動子 3 1 と、発振回路 3 2 とを備える。

水晶振動子 3 1 は、筐体 6 内に設けられている。

そして、水晶振動子 3 1 と前述した光検出部 2 3 との間には、温度調節素子 5 1 が設けられている。主に、この温度調節素子 5 1 によって、水晶振動子 3 1 が温度調節される。

【 0 0 3 1 】

また、この水晶振動子 3 1 は、温度調節素子 5 1 を介して光検出部 2 3 と熱的に結合している。

水晶振動子 3 1 は、図示しないが、水晶振動片と、この水晶振動片を収納するパッケージとを有する。なお、このパッケージ内には、発振回路 3 2 が収納されていてもよい。

水晶振動子 3 1 は、特に限定されず、各種水晶振動子を用いることができるが、例えば、A T カット振動子、S T カット振動子等を用いることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

発振回路 3 2 は、水晶振動子 3 1 の周波数に基づいて発振するものである。

また、発振回路 3 2 は、発振周波数が可変であり、後述する補正手段 4 により、前述した原子発振器 2 の出力信号に基づいて、発振周波数が補正される。例えば、温度制御型水晶発振器 3 は、電圧制御型水晶発振器 (Voltage Controlled Oscillator) を構成するものである。

【 0 0 3 3 】

〔 補正手段 〕

補正手段 4 は、前述した原子発振器 2 の出力信号 (発振周波数) に基づいて、前述した温度制御型水晶発振器 3 の出力信号 (発振周波数) を補正するものである。これにより、10

長期にわたり優れた発振特性を発揮することができる。

この補正手段 4 は、図 1 に示すように、周波数比較器 4 1 と、周波数制御回路 4 2 とを備える。

【 0 0 3 4 】

周波数比較器 4 1 は、原子発振器 2 の出力信号 (発振周波数) と、温度制御型水晶発振器 3 の出力信号 (発振周波数) とを比較し、その差分またはその有無に応じた電圧を比較結果として出力するものである。

周波数制御回路 4 2 は、周波数比較器 4 1 の比較結果に基づいて、温度制御型水晶発振器 3 の出力信号 (発振周波数) を制御するものである。具体的には、周波数制御回路 4 2 は、周波数比較器 4 1 の比較結果に基づいて、温度制御型水晶発振器 3 の発振周波数を原子発振器 2 の発振周波数に一致させるように制御する。20

【 0 0 3 5 】

〔 筐体 〕

筐体 6 (ハウジング) は、図 2 に示すように、前述したガスセル 2 1、光出射部 2 2、光検出部 2 3 および水晶振動子 3 1 を収納する。この筐体 6 に収納されたガスセル 2 1、光出射部 2 2、光検出部 2 3 および水晶振動子 3 1 を含む複数の部品 8 は、互いに熱的に結合するように配置されている。

【 0 0 3 6 】

このように、ガスセル 2 1、光出射部 2 2、光検出部 2 3 および水晶振動子 3 1 を同一 (共通) の筐体 6 内に収納することにより、ガスセル 2 1、光出射部 2 2、光検出部 2 3 および水晶振動子 3 1 を共通の温度調節手段 5 により温度調節することができる。また、30

複数の部品 8 に対する外部の温度変化の影響を低減することができる。また、ガスセル 2 1、光出射部 2 2、光検出部 2 3 および水晶振動子 3 1 の互いの間での効率的な熱交換を可能とし、ガスセル 2 1、光出射部 2 2、光検出部 2 3 および水晶振動子 3 1 の温度調節を効率的に行うことができる。また、ガスセル 2 1、光出射部 2 2 および光検出部 2 3 と、水晶振動子 3 1 とを別々の筐体に収納する場合に比し、発振装置 1 の小型化および簡素化を図ることができる。

【 0 0 3 7 】

また、筐体 6 は、後述する温度調節手段 5 の温度調節素子 5 1 ~ 5 3 も収納する。

このような筐体 6 は、ガスセル 2 1、光出射部 2 2、光検出部 2 3、水晶振動子 3 1 および温度調節素子 5 1 ~ 5 3 からなる複数の部品 8 (集合体) を収納する空間を有する。40

本実施形態では、筐体 6 内には、回路基板 7 1 (配線基板) が複数の部品 8 とともに収納されている。この回路基板 7 1 は、複数の端子 7 3 を介して、水晶振動子 3 1 を支持するとともに、水晶振動子 3 1 に電氣的に接続されている。

【 0 0 3 8 】

なお、回路基板 7 1 には、前述した補正手段 4 の周波数比較器 4 1 および周波数制御回路 4 2 や、後述する温度調節手段 5 の温度制御回路 5 4 等が設けられていてもよい。

この回路基板 7 1 は、複数の端子 7 2 を介して筐体 6 に支持されている。

この複数の端子 7 2 は、筐体 6 を内外に貫通している。そして、この複数の端子 7 2 は、回路基板 7 1 に電氣的に接続されている。50

【 0 0 3 9 】

また、内層 6 1 の外側で内層 6 1 との間に空間は、減圧されているのが好ましい。すなわち、筐体 6 の内層 6 1 と外層 6 2 との間の空間の断熱層は、減圧された空間で構成されているのが好ましい。これにより、かかる断熱層の断熱性を高め、筐体 6 内に対する外部の温度変化の影響をより効果的に低減することができる。

また、本実施形態では、筐体 6 内（筐体 6 の複数の部品 8 を収納する空間）は、減圧されているのが好ましい。これにより、筐体 6 内にて複数の部品 8 を覆う空間で構成された断熱層の断熱性を高めることができる。そのため、筐体 6 内に対する外部の温度変化の影響をより効果的に低減することができる。

【 0 0 4 0 】

〔 温度調節手段 〕

温度調節手段 5 は、前述した筐体 6 内を所定温度に温度調節するものである。

この温度調節手段 5 は、図 1 に示すように、温度調節素子 5 1 ~ 5 3 と、温度制御回路 5 4 とを備える。

温度調節素子 5 1 ~ 5 3 は、前述した複数の部品 8 のうちの少なくとも 1 つの部品を加熱または冷却するものである。これにより、外部の温度が変化しても、複数の部品 8 の温度を適正温度範囲に維持することができる。

【 0 0 4 1 】

より具体的に説明すると、前述したように、温度調節素子 5 1 は、光検出部 2 3 と水晶振動子 3 1 との間に設けられている。本実施形態では、温度調節素子 5 1 は、光検出部 2 3 および水晶振動子 3 1 の双方に接触している。

この温度調節素子 5 1 は、主に、光検出部 2 3 および水晶振動子 3 1 を加熱または冷却するものである。これにより、外部（筐体 6 の外部）の温度が変化しても、光検出部 2 3 および水晶振動子 3 1 の温度を適正温度範囲に維持することができる。

【 0 0 4 2 】

また、温度調節素子 5 2 は、ガスセル 2 1 と光出射部 2 2 との間に設けられている。本実施形態では、温度調節素子 5 2 は、ガスセル 2 1 に対して接触し、光出射部 2 2 に対して接触していない。

この温度調節素子 5 2 は、主に、ガスセル 2 1 を加熱または冷却するものである。これにより、外部（筐体 6 の外部）の温度が変化しても、ガスセル 2 1 の温度を適正温度範囲に維持することができる。

【 0 0 4 3 】

また、温度調節素子 5 3 は、光出射部 2 2 のガスセル 2 1 とは反対側に設けられている。本実施形態では、温度調節素子 5 3 は、光出射部 2 2 に接触している。

この温度調節素子 5 3 は、主に、光出射部 2 2 を加熱または冷却するものである。これにより、外部（筐体 6 の外部）の温度が変化しても、光出射部 2 2 の温度を適正温度範囲に維持することができる。

【 0 0 4 4 】

温度調節素子 5 1 ~ 5 3 としては、それぞれ、通電により加熱または冷却することができるものであれば、特に限定されないが、ヒーター（発熱抵抗体）、ペルチェ素子等を用いることができる。中でも、温度調節素子 5 1 ~ 5 3 としては、それぞれ、ペルチェ素子を用いるのが好ましい。

また、複数の部品 8 は、一方向に並んで配置されている。これにより、複数の部品 8 の各部品の適正温度範囲が異なる場合であっても、複数の部品 8 の並ぶ順序を適宜設定することにより、各部品の温度を効率的に適正温度範囲に維持することができる。また、複数の部品 8 同士の間の距離を小さくすることができるので、発振装置 1 の小型化を図ることができる。

【 0 0 4 5 】

本実施形態では、複数の部品 8 は、光出射部 2 2 を含む。これにより、発振装置 1 の小型化を図りつつ、光出射部 2 2 の温度を適正温度範囲に維持することができる。その結果

10

20

30

40

50

、光出射部 2 2 からの励起光の周波数の変動を防止または抑制することができる。

また、光出射部 2 2 は、ガスセル 2 1 に対して水晶振動子 3 1 とは反対側に設けられている。すなわち、ガスセル 2 1 は、光出射部 2 2 と水晶振動子 3 1 とに挟まれている。

【 0 0 4 6 】

一般に、ガスセル 2 1 の適正温度範囲（例えば、アルカリ金属をガス状態に維持する温度）は、光出射部 2 2 の適正温度範囲（例えば、所望の周波数で安定して光出射可能な温度）よりも高く、また、水晶振動子 3 1 の適正温度範囲（例えば、周波数温度特性が良好な温度範囲）よりも低い。したがって、光出射部 2 2 をガスセル 2 1 に対して水晶振動子 3 1 とは反対側に配置することにより、適正温度範囲の大小順に、光出射部 2 2、ガスセル 2 1、水晶振動子 3 1 を配置することができる。そのため、光出射部 2 2、ガスセル 2 1、水晶振動子 3 1 を含む複数の部品 8 の温度調節をそれぞれ効率的に行うことができる。

10

【 0 0 4 7 】

また、複数の部品 8 は、光検出部 2 3 を含み、光検出部 2 3 は、ガスセル 2 1 と水晶振動子 3 1 との間に設けられている。これにより、光出射部 2 2、ガスセル 2 1、水晶振動子 3 1 を適正温度範囲の大小順に配置しつつ、ガスセル 2 1 を透過した励起光を光検出部 2 3 で検出することができる。

また、温度制御回路 5 4 は、温度調節素子 5 1 ~ 5 3 の加熱または冷却の対象物である複数の部品 8 の温度がそれぞれ所望の温度範囲となるように、温度調節素子 5 1 ~ 5 3 への通電を制御するものである。例えば、温度制御回路 5 4 は、図示しない温度センサーの検出結果に基づいて、温度調節素子 5 1 ~ 5 3 への通電を制御する。

20

【 0 0 4 8 】

以上説明したような本実施形態の発振装置 1 によれば、複数の部品 8 が互いに熱的に結合するように配置されているので、原子発振器 2 の温度制御が必要な部品と温度制御型水晶発振器 3 の温度制御が必要な部品とを共通の温度調節手段 5 により温度調節することができる。その結果、発振装置 1 の小型化および簡素化を図ることができる。

また、原子発振器 2 の出力信号（発振周波数）に基づいて温度制御型水晶発振器 3 の出力信号（発振周波数）を補正することにより、長期にわたり優れた発振特性を発揮することができる。

【 0 0 4 9 】

30

すなわち、原子発振器 2 の長期的に優れた発振特性（高い長期安定度）と、温度制御型水晶発振器 3 の短期的に優れた発振特性（高い短期安定度）との両長所を生かし、長期にわたり優れた発振特性を発揮することができる。また、量子干渉効果を利用した原子発振器 2 は、二重共鳴現象を利用した原子発振器に比し、小型化が可能である。そのため、発振装置 1 の小型化を図ることができる。

【 0 0 5 0 】

図 5 は、GPS 衛星を利用した測位システムに本発明の原子発振器を用いた場合のシステム構成概要図である。

図 5 に示す測位システム 1 0 0 は、GPS 衛星 2 0 0 と、基地局装置 3 0 0 と、GPS 受信装置 4 0 0 とで構成されている。

40

GPS 衛星 2 0 0 は、測位情報（GPS 信号）を送信する。

【 0 0 5 1 】

基地局装置 3 0 0 は、例えば電子基準点（GPS 連続観測局）に設置されたアンテナ 3 0 1 を介して GPS 衛星 2 0 0 からの測位情報を高精度に受信する受信装置 3 0 2 と、この受信装置 3 0 2 で受信した測位情報をアンテナ 3 0 3 を介して送信する送信装置 3 0 4 とを備える。

ここで、受信装置 3 0 2 は、その基準周波数発振源として前述した本発明の発振装置 1 を備える電子装置である。このような受信装置 3 0 2 は、優れた信頼性を有する。また、受信装置 3 0 2 で受信された測位情報は、リアルタイムで送信装置 3 0 4 により送信される。

50

【 0 0 5 2 】

G P S 受信装置 4 0 0 は、G P S 衛星 2 0 0 からの測位情報をアンテナ 4 0 1 を介して受信する衛星受信部 4 0 2 と、基地局装置 3 0 0 からの測位情報をアンテナ 4 0 3 を介して受信する基地局受信部 4 0 4 とを備える。

以上、本発明の発振装置および電子装置について、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これらに限定されるものではない。

【 0 0 5 3 】

また、本発明の発振装置および電子装置では、各部の構成は、同様の機能を発揮する任意の構成のものに置換することができ、また、任意の構成を付加することもできる。

また、前述した実施形態では、温度調節素子が複数の部品 8 のいずれかに接触するように設けられていたが、これに限定されず、例えば、温度調節素子を筐体 6 の内周面上または外周面上に設けてもよい。

10

【 0 0 5 4 】

また、温度調節素子の数は、1 つまたは 2 つであってもよいし、4 つ以上であってもよい。例えば、前述した実施形態の温度調節素子 5 1 ~ 5 3 のうちの 1 つまたは 2 つの温度調節素子を省略してもよいし、温度調節素子 5 1 ~ 5 3 の他に、1 つ以上の温度調節素子を追加してもよい。

また、前述した実施形態では、ガスセル、光出射部、光検出部および水晶振動子からなる複数の部品が互いに熱的に結合するように配置されている場合を例に説明したが、これに限定されず、少なくともガスセルおよび水晶振動子が互いに熱的に結合するように配置されていれば、本発明の効果を奏し得る。

20

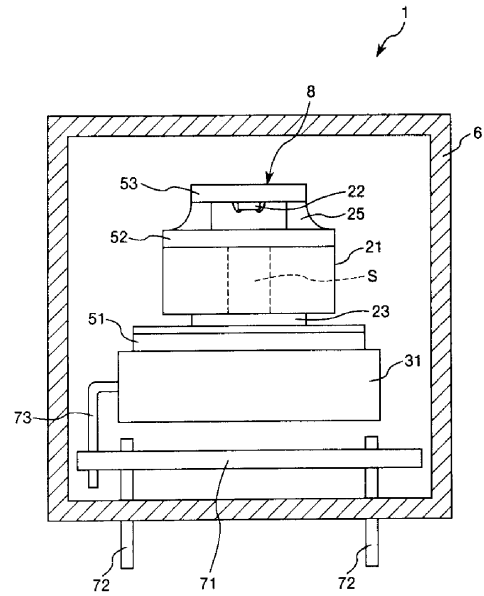
【 符号の説明 】

【 0 0 5 5 】

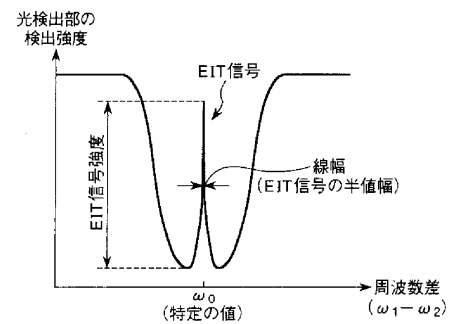
1	発振装置	2	原子発振器	3	温度制御型水晶発振器	4	補正手段	5	
	温度調節手段	6	筐体	8	複数の部品	2 1	ガスセル	2 2	光出射部
2 3	光検出部	2 4	発振回路	3 1	水晶振動子	3 2	発振回路	4	
1	周波数比較器	4 2	周波数制御回路	5 1	温度調節素子	5 2	温度調節素子	5 3	温度調節素子
	温度調節素子	5 4	温度制御回路	6 1	内層	6 2	外層		
7 1	回路基板	7 2	端子	7 3	複数の端子	1 0 0	測位システム	2 0	
0	G P S 衛星	3 0 0	基地局装置	3 0 1	アンテナ	3 0 2	受信装置		
3 0 3	アンテナ	3 0 4	送信装置	4 0 0	G P S 受信装置	4 0 1	アンテナ		
4 0 2	衛星受信部	4 0 3	アンテナ	4 0 4	基地局受信部	0			
周波数	1	周波数	2	周波数					

30

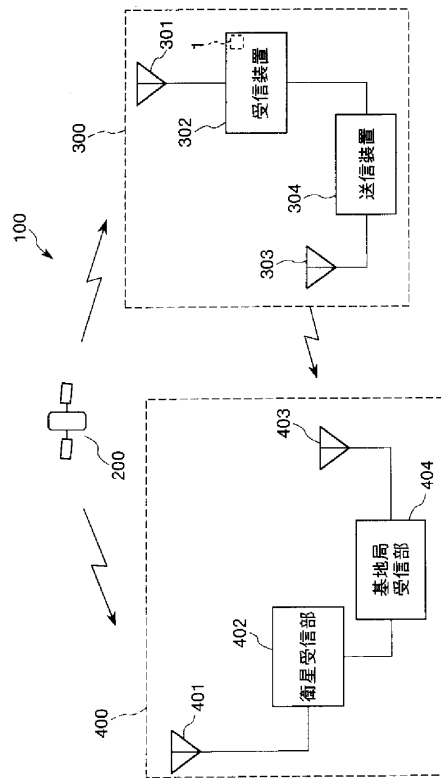
【 図 2 】



【 図 4 】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 孝明
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 吉野 三寛

(56)参考文献 特開2011-047796(JP,A)
特開2009-130082(JP,A)
特開2010-028794(JP,A)
国際公開第2006/090831(WO,A1)
APPLIED PHYSICS LETTERS , VOL.85 NO.9 (2004), p.1460-1462

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01S 1/00 - 1/06
H03L 7/26