

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 7 部門第 3 区分  
 【発行日】平成 21 年 6 月 25 日 (2009.6.25)

【公開番号】特開 2007-336136 (P2007-336136A)  
 【公開日】平成 19 年 12 月 27 日 (2007.12.27)  
 【年通号数】公開・登録公報 2007-050  
 【出願番号】特願 2006-164360 (P2006-164360)  
 【国際特許分類】

H 0 3 L 7/26 (2006.01)

H 0 1 S 1/06 (2006.01)

【F I】

H 0 3 L 7/26

H 0 1 S 1/06

【手続補正書】  
 【提出日】平成 21 年 5 月 8 日 (2009.5.8)  
 【手続補正 1】  
 【補正対象書類名】特許請求の範囲  
 【補正対象項目名】全文  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【特許請求の範囲】  
 【請求項 1】

コヒーレント光としての波長が異なる 2 種類の励起光を入射したときの原子干渉効果による光吸収特性を利用して発振周波数を制御する原子発振器であって、

ガス状の金属原子を封入したガスセルと、該ガスセルを保持するガスセル保持部材と、該ガスセル保持部材を加熱する加熱手段と、前記ガスセル中の金属原子を励起するコヒーレント光源と、前記ガスセルを透過した励起光を検出する光検出手段と、該光検出手段により検出された励起光の強度に基づいて前記加熱手段を制御する温度制御手段と、を備えたことを特徴とする原子発振器。

【請求項 2】

前記温度制御手段は、前記原子発振器の原子干渉共振が停止したときの前記ガスセルを透過した光の強度を記憶する光強度記憶手段を備え、

前記光強度記憶手段に記憶された光の強度と、原子干渉共振が停止したときのガスセルを透過した光の強度とを比較し、該原子干渉共振が停止したときのガスセルを透過した光の強度が、前記光強度記憶手段に記憶された光の強度と一致するように前記加熱手段を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の原子発振器。

【請求項 3】

前記コヒーレント光源、ガスセル保持部材及び光検出手段を収納する熱筒を備え、該熱筒に前記加熱手段を配設したことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の原子発振器。

【請求項 4】

前記コヒーレント光は、レーザ光であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の原子発振器。

【請求項 5】

前記ガス状の金属原子は、ルビジウム、セシウムであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の原子発振器。

【請求項 6】

ルビジウム光源からの入射光の波長に応じたガスセルの光吸収特性を利用して発振周波数を制御するルビジウム原子発振器であって、

ルビジウム原子を封入したガスセルと、該ガスセルを保持するガスセル保持部材と、前記ガスセル中のルビジウム原子を励起するルビジウムランプと、前記ガスセル保持部材を加熱する加熱手段と、前記ガスセルを透過した光を検出する光検出手段と、該光検出手段により検出された光の強度に基づいて前記加熱手段を制御する温度制御手段と、を備えたことを特徴とする受動形原子発振器。

【請求項 7】

前記温度制御手段は、前記ガスセルの光吸収が最大になったときの前記ガスセルを透過した光の強度を記憶する光強度記憶手段を備え、

前記光強度記憶手段に記憶された光の強度と、前記ガスセルを透過した光の強度とを比較し、該ガスセルを透過した光の強度が前記光強度記憶手段に記憶された光の強度と一致するように前記加熱手段を制御することを特徴とする請求項 6 に記載の受動形原子発振器。

【請求項 8】

コヒーレント光としての 2 種類の波長を有する励起光を入射したときの量子干渉効果によるガスセルの光吸収特性を利用して発振周波数を制御する原子発振器の温度制御方法であって、

前記原子発振器が量子干渉共振を停止したときの前記励起光の共鳴周波数における光の強度を記憶する光強度記憶ステップと、

前記光強度記憶ステップにより記憶された光の強度と、原子干渉共振が停止したときの前記励起光の共鳴周波数における光の強度とを比較し、該光の強度が前記光強度記憶ステップにより記憶された光の強度と一致するように前記ガスセルを加熱する温度制御ステップと、を備えたことを特徴とする原子発振器の温度制御方法。

【請求項 9】

ルビジウム光源からの入射光の波長に応じたガスセルの光吸収特性を利用して発振周波数を制御するルビジウム原子発振器の温度制御方法であって、

前記ガスセルの光吸収が最大になったときの前記ガスセルから出力された光の強度を記憶する光強度記憶ステップと、

前記光強度記憶ステップにより記憶された光の強度と、前記ガスセルから出力された光の強度とを比較し、該ガスセルから出力された光の強度が前記光強度記憶ステップにより記憶された光の強度と一致するように前記ガスセルを加熱する温度制御ステップと、を備えたことを特徴とする受動形原子発振器の温度制御方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

また、前記温度制御手段は、前記原子発振器が原子干渉共振を停止したときの前記ガスセルを透過した光の強度を記憶する光強度記憶手段を備え、前記光強度記憶手段に記憶された光の強度と、原子干渉共振が停止したときのガスセルを透過した光の強度とを比較し、該原子干渉共振が停止したときのガスセルを透過した光の強度が、前記光強度記憶手段に記憶された光の強度と一致するように前記加熱手段を制御することを特徴とする。

本発明の温度制御手段は、2 種類の励起光の一方を停止して、原子発振器の原子干渉共振を停止すると、光検出手段により検出された励起光の強度と波長の関係が共振時と異なる特性となる。このときのガスセルを透過した光の強度を光強度記憶手段に記憶しておく。そして、ガスセル保持部材の温度補正を行う場合、同じ条件で且つ同じ温度に保たれていれば、記憶した光の強度と同じ値を示すが、異なっていれば異なった値を示す。温度制御手段は、この値が同じになるように加熱手段を制御することにより、量子レベルでガスセル保持部材の温度を補正することができる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

また、前記コヒーレント光源、ガスセル保持部材及び光検出手段を収納する熱筒を備え、該熱筒に前記加熱手段を配設したことを特徴とする。

ガスセル保持部材に加熱手段を備えた場合は、ガスセル保持部材の温度は正確に制御することができるが、高精度の温度維持を原子発振器の性能に寄与させるためには、コヒーレント光源、ガスセル保持部材及び光検出手段を熱筒に収納することが効果的である。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

また、ルビジウム光源からの入射光の波長に応じたガスセルの光吸収特性を利用して発振周波数を制御するルビジウム原子発振器であって、ルビジウム原子を封入したガスセルと、該ガスセルを保持するガスセル保持部材と、前記ガスセル中のルビジウム原子を励起するルビジウムランプと、前記ガスセル保持部材を加熱する加熱手段と、前記ガスセルを透過した光を検出する光検出手段と、該光検出手段により検出された光の強度に基づいて前記加熱手段を制御する温度制御手段と、を備えたことを特徴とする。

ルビジウム原子発振器は、単一の光源により片方の基底準位の原子を励起させ、他方の基底準位の原子をマイクロ波による誘導放出で励起対象の基底準位に至らしめる共振法であり、マイクロ波の周波数を共振周波数付近で掃引しながら検出器で吸収の程度を監視し、吸収が最大となったときの波長に水晶発振器等を同期させる方式である。例えばこの方法でも、ある程度温度が一致した状態から最大吸収の絶対値が一致する様な温度制御を施せば、原子数や原子状態が再現したことになる、つまりはガスセル内の原子が同一温度に至ったと判断できる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

また、前記温度制御手段は、前記ルビジウム光源からの入射光の波長に応じたガスセルの光吸収が最大になったときの前記ガスセルを透過した光の強度を記憶する光強度記憶手段を備え、前記光強度記憶手段に記憶された光の強度と、前記ガスセルを透過した光の強度とを比較し、該ガスセルを透過した光の強度が前記光強度記憶手段に記憶された光の強度と一致するように前記加熱手段を制御することを特徴とする。

本発明の温度制御手段は、ルビジウム光源からの入射光の波長に応じたガスセルの光吸収が最大になったときの前記ガスセルを透過した光の強度を光強度記憶手段に記憶しておく。そして、ガスセル保持部材の温度補正を行う場合、同じ温度に保たれていれば、記憶した光の強度と同じ値を示すが、異なっていれば異なった値を示す。温度制御手段は、この値が同じになるように加熱手段を制御することにより、量子レベルでガスセル保持部材の温度を補正することができる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0017】

また、コヒーレント光としての２種類の波長を有する励起光を入射したときの量子干渉効果によるガスセルの光吸収特性を利用して発振周波数を制御する原子発振器の温度制御方法であって、前記原子発振器が量子干渉共振を停止したときの前記励起光の共鳴周波数における光の強度を記憶する光強度記憶ステップと、該光強度記憶ステップにより記憶された光の強度と、原子干渉共振が停止したときの前記励起光の共鳴周波数における光の強度とを比較し、該光の強度が前記光強度記憶ステップにより記憶された光の強度と一致するように前記ガスセルを加熱する温度制御ステップと、を備えたことを特徴とする。

本発明は上記発明と同様の作用効果を奏する。

## 【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0018】

また、ルビジウム光源からの入射光の波長に応じたガスセルの光吸収特性を利用して発振周波数を制御するルビジウム原子発振器の温度制御方法であって、前記ガスセルの光吸収が最大になったときの前記ガスセルから出力された光の強度を記憶する光強度記憶ステップと、前記光強度記憶ステップにより記憶された光の強度と、前記ガスセルから出力された光の強度とを比較し、該ガスセルから出力された光の強度が前記光強度記憶ステップにより記憶された光の強度と一致するように前記ガスセルを加熱する温度制御ステップと、を備えたことを特徴とする。

本発明は上記発明と同様の作用効果を奏する。