

【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6部門第1区分

【発行日】平成25年9月12日(2013.9.12)

【公開番号】特開2012-42326(P2012-42326A)

【公開日】平成24年3月1日(2012.3.1)

【年通号数】公開・登録公報2012-009

【出願番号】特願2010-183603(P2010-183603)

【国際特許分類】

G 01 B 9/02 (2006.01)

【F I】

G 01 B 9/02

【手続補正書】

【提出日】平成25年8月7日(2013.8.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0003】

特許文献1には、一般環境、つまり大気密度の空間分布が存在する環境において高精度に屈折率を補正する方法が開示されている。この方法は、大気の屈折率分散を利用して2つ以上の波長の光路長計測値から屈折率と距離を同時に計測する事から2色法として知られる。

【手続補正2】

【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】

単一周波数スペクトラムを有する光源1を射出した光束(以下では基本波と称す)は、一部の光束を無偏光ビームスプリッタ(NPBS)で分岐し、一部の光束を2倍波生成ユニット2に入射する。2倍波生成ユニット2では非線形光学素子を用いて光源1の1/2の波長を有する光束を生成し射出する(以下では2倍波と称す)。2倍波生成ユニット2としては、周期分極反転ニオブ酸リチウム(PPLN)を使用することで安価かつ省スペース化が可能である。PPLN以外では、外部共振器や、光源1の共振器内部に非線形光学結晶を配置する事で高効率な波長変換が実現可能である。この場合にはPPLNに対し装置構成が複雑になるがPPLNの透過波長帯域以下でも使用可能という利点がある。光源1と2倍波生成ユニット2により構成される2波長光源を多波長光源10とする。

【手続補正3】

【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】

多波長光源10を射出した基本波はNPBS6で2つに分割され、一方は周波数シフトユニット3に入射する。以下では周波数シフトユニット3を透過する光束を基本波周波数シフト光束、他方を基本波光束と称す。周波数シフトユニット3では入射光束の周波数をdfだけシフトした後、入射成分と直交な成分に偏光回転を行う。周波数シフトは音響光

学素子（AOM）にて行う。周波数シフト量は図示されない基準発振器により高精度に管理されているものとする。周波数シフトユニット3を射出後の基本波周波数シフト光束は基本波光束とNBS7で合波された後2つに分割される。分割された一方の光束は基本波基準信号検出器11へ入射し、式（1）で表わされる基本波周波数シフト光束と基本波光束の干渉信号 $I_{ref}(t_1)$ を生成する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

多波長光源10を射出した2倍波も基本波と同様に2倍波用周波数シフトユニット4を用いることで、式（2）で表わされる干渉信号 $I_{ref}(t_2)$ を生成する。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

DIM21で合波後の多波長光源10と分圧計測光源20の射出光束はDIM21で合波され、その後にNBS22で2つに分割される。透過光束は分散干渉計30に入射し、反射光束は測長干渉計50に入射する。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

分散干渉計30に入射した光束は偏光ビームスプリッタ（PBS）31で2つに分割される。多波長光源10の射出光束に関しては、基本波光束と2倍波光束がPBS31を透過し、基本波周波数シフト光束と2倍波周波数シフト光束はPBS31で反射される。分圧計測光源20の射出光束はPBS31で2分割される。以降、PBS31を透過する光束を分散被検光束、反射する光束を分散参照光束と称す。分散参照光束はPBS31で反射後、ミラー32で反射され分散被検光束と平行に伝播した後、真空セル33に入射する。真空セル33は長さ $L_1$ で内部が真空封じ切りとなっているため分散参照光束は真空中を $L_1$ だけ伝搬する事になる。真空セル33を透過後の光束はコーナーキューブ29で反射された後再び真空セル33を透過し、ミラー35で反射された後PBS36で反射される。一方、分散被検光束は真空セル33と同一長さ $L_1$ の空气中を伝搬した後、コーナーキューブ29で反射され、再び空气中を伝搬しPBS36で分散参照光束と合波される。本実施例では分散干渉計30において光路長が1往復となる上記の構成を用いたが、被検光束と参照光束が平行な配置となる差動干渉計の構成であって、且つ参照光束が真空セル内を通る構成であれば他の干渉計構成を用いても構わない。例えば、差動平面干渉計は干渉計の波長補正用途に良く用いられているが、多波長光源10と分圧計測用光源20の波長帯域で使用可能な差動平面干渉計を分散干渉計として用いる事ができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

DIM 64を反射した分圧計測光源20の射出光束は第2分圧検出器60に入射する。第2分圧検出器60への入射光束は、第1分圧検出器40と同様にPBS61で測長参照光束成分と測長被検光束成分に分離され、それぞれ検出器62と検出器63で検出される。検出器62で検出される光量を $I_{2\text{ref}}$ 、検出器63で検出される光量を $I_{2\text{test}}$ とすると、測長被検光路の光路上の平均水蒸気分圧を $p_w_2$ 、測長被検光束と測長参照光束の光路差の幾何学的距離を $L_2$ 、として式(6)の関係となる。

## 【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0046】

図3は本実施例の解析器70で実施される計算フローを示している。計算フローは、分散干渉計30の光路長と水蒸気分圧の検出結果から乾燥空気(水蒸気を除く空気)の分散比を算出する工程S107と、測長干渉計50の光路長と水蒸気分圧の検出結果と乾燥空気分散比から幾何学的距離を算出する工程S112を有する。点線はデータの流れを示している。

## 【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0057

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0057】

工程S106では水蒸気分圧の算出を行う。分散干渉計における水蒸気の分圧 $p_w_1$ は第1分圧検出器40の計測結果 $I_{1\text{ref}}$ ,  $I_{1\text{test}}$ より、式(3)を变形した式(12)を用いて算出される。

## 【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0059

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0059】

工程S107では光路長計測結果から得られる光路長と水蒸気分圧の算出結果から、水蒸気を除く空気(乾燥空気、または成分気体を除く空気)の分散比を算出する。一般に空気の屈折率式は、

## 【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0065

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0065】

工程S108で初期化が必要と判断された場合には工程S109で原点復帰を実施する。原点復帰では、被検体を駆動し、測長基準位置から既知の位置に配置されたフォトスイッチ通過時の測長基準位置からの測長値を用いて干渉次数を決定する。原点復帰の際には測長干渉計周辺の環境計測も同時に実施する。干渉次数の詳細な決定方法は工程S110で詳細を述べる。

## 【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0087

【補正方法】変更

**【補正の内容】****【0087】**

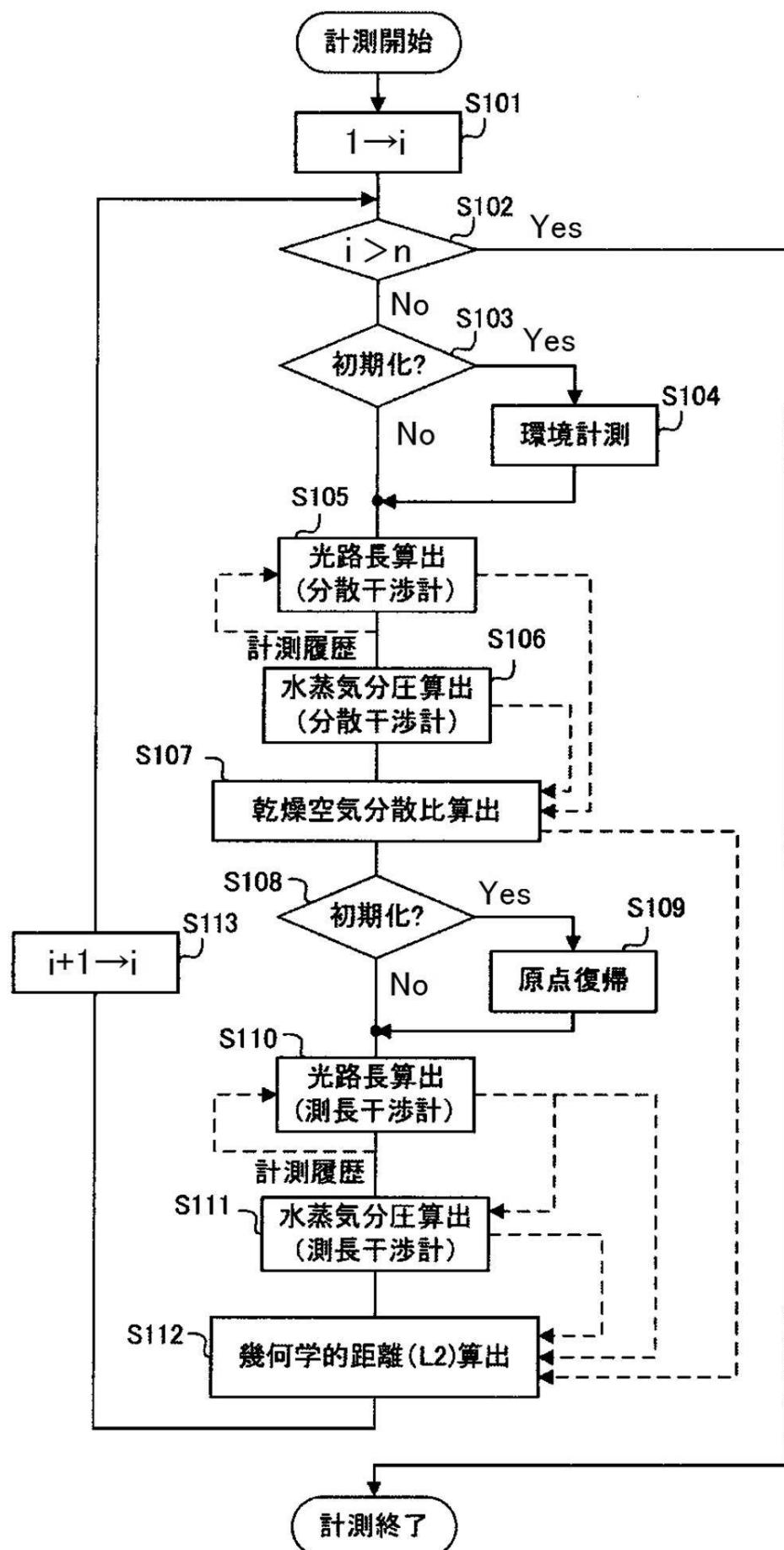
周波数シフトユニット111は他の周波数シフトユニットと同様に周波数を $d_f$ だけシフトした後、入射成分と直交な成分に偏光を回転して射出する。周波数シフトユニット111を射出した波長走査周波数シフト光束はN P B S 114で波長走査光束と合波された後に2つに分割される。N P B S 114を通過後、波長走査基準信号検出器120に入射する光束を波長走査基準光束、他方を波長走査計測光束と称す。波長走査基準光束は、波長走査基準信号検出器120において式(21)で表わされる干渉信号 $I_{ref}(t_4)$ を生成する。

**【手続補正13】****【補正対象書類名】明細書****【補正対象項目名】0092****【補正方法】変更****【補正の内容】****【0092】**

同様に、波長走査計測光束による測長干渉計50における干渉信号は検出器140で検出されその干渉信号(波長走査測長信号)は式(23)で表わされる。

**【手続補正14】****【補正対象書類名】図面****【補正対象項目名】図3****【補正方法】変更****【補正の内容】**

【図3】



【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 6】

