

(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 29 日(29.11.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/160746 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/37 (2006.01) G02F 1/01 (2006.01)
G01N 21/01 (2006.01) G02F 1/39 (2006.01)
G01N 21/39 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/002433
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 6 日(06.04.2012)
- (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 2011-117380 2011 年 5 月 25 日(25.05.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士電機株式会社 (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2100856 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大登 正敬 (OOTO, Masanori) [JP/JP]; 〒2100856 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 速水 進治 (HAYAMI, Shinji); 〒1410031 東京都品川区西五反田 7 丁目 9 番 2 号五反田 T G ビル 9 階 Tokyo (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), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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).

[続葉有]

(54) Title: LIGHT SOURCE DEVICE, ANALYZER, AND LIGHT GENERATION METHOD

(54) 発明の名称: 光源装置、分析装置、及び光生成方法

[図1]

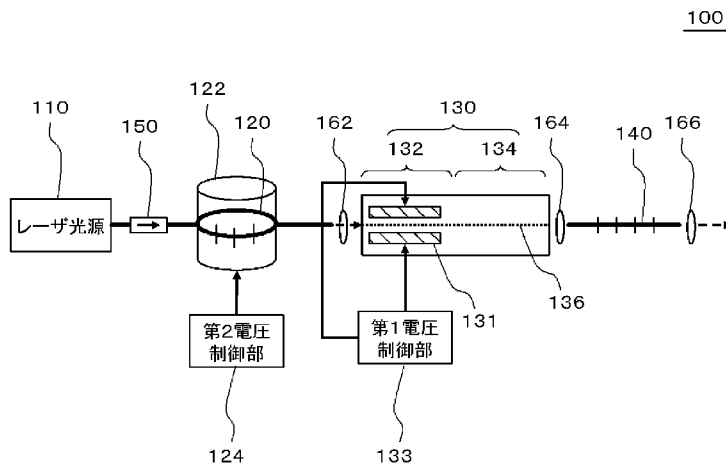


FIG. 1:
110 Laser light source
124 Second voltage control unit
133 First voltage control unit

(57) Abstract: A wavelength conversion element (130) comprises a harmonic generator (132) and a parametric oscillator (134). The harmonic generator (132) generates harmonics of laser light outputted from a laser light source (110). The parametric oscillator (134) generates signal beams and idler beams from the harmonics generated by the harmonic generator (132). An electrode (131) and a first voltage control unit (133) control the intensity of the harmonics generated by the harmonic generator (132). A first FBG (120) and a second FBG (140) cause the signal beams outputted from the parametric oscillator (134) to resonate. A piezo tube (122) and a second voltage control unit (124) change the resonant frequency of the first FBG (120) and the second FBG (140).

(57) 要約: 波長変換素子 (130) は、高調波発生部 (132) 及びパラメトリック発振部 (134) を有している。高調波発生部 (132) は、レーザ光源 (110) から出力されるレーザ光の高

調波を生成する。パラメトリック発振部 (134) は、高調波発生部 (132) で発生した高調波からシグナル光及びアイドラー光を生成する。電極 (131) 及び第1電圧制御部 (133) は、高調波発生部 (132) で発生させる高調波の強度を制御する。第1FBG (120) 及び第2FBG (140) は、パラメトリック発振部 (134) から出力されたシグナル光を共振させる。 piezoチューブ (122) 及び第2電圧制御部 (124) は、第1FBG (120) 及び第2FBG (140) の共振周波数を変化させる。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

— 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：光源装置、分析装置、及び光生成方法

技術分野

[0001] 本発明は、光源装置、分析装置、及び光生成方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、レーザ光に関する技術が発達している。これにより、レーザ光の吸収強度を用いて試料中の特定の物質の量を検出するレーザ分光計測も、高精度化している。一方、可視光領域のうち、490nm～630nmの周波数帯では、実用可能なレーザダイオードがない。このため、例えば特許文献1及び2に記載されているように、近赤外光のレーザ光を、波長変換素子を用いて、490nm～630nmの周波数帯の光を得る技術が開発されている。

[0003] 例えば特許文献1には、レーザ共振器から出射した光を波長変換部に入射して高調波に変換する光源装置が記載されている。この光源装置において、レーザ共振器は、レーザ光源、第1のファイバグレーディング、ファイバー、及び第2のファイバグレーディングをこの順に有している。そして、第2のファイバグレーディングは、引張応力が加えられることにより、反射波長がシフトする。引張応力の動力源は、パルスモータである。

[0004] また特許文献2には、出力する光の波長が互いに異なる2つの半導体レーザ光源を、カプラでつなぎ、その後、波長変換モジュールに入射する光源装置が記載されている。この光源装置において、波長変換モジュールでは、2つの半導体レーザ光源からのレーザ光の差周波及び和周波を発生させている。そして、一方の半導体レーザ光源へ入力する電流の大きさを変えることにより、波長をシフトさせている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2008-28380号公報

特許文献2：国際公開第2006/075760号パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] ガスの吸収線の幅は一般に狭い。このため、試料が大気などの気体であり、検出対象の物質がガスである場合、レーザ分光計測を高精度に行うためには、レーザの線幅を、吸収線の幅よりも狭くした上で、吸収線を掃引することが可能になる程度の波長可変性が必要になる。また、測定精度を向上させるためには、レーザ光の強度変調を高速で行う必要がある。
- [0007] しかし、特許文献1に記載の技術では、レーザ光の強度変調を行うためには、レーザ光源の出力そのものを制御する必要がある。この場合、レーザ光の強度変調を高速で行うことは難しい。また特許文献2に記載の技術では、出力する光の波長を変化させるためには、半導体レーザ光源へ入力される電流値を変える必要があるため、レーザ光の波長と強度とを互いに独立して制御することはできない。
- [0008] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、出力されるレーザ光の線幅が狭く、波長切替及び強度変調を高速で行うことができ、かつ、波長切替及び強度変調を互いに独立して制御することができる光源装置、分析装置、及び光生成方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明に係る光源装置は、レーザ光源、波長変換素子、強度制御部、共振器、及び共振制御部を有している。波長変換素子は、高調波生成部及びパラメトリック発振部を有している。高調波生成部は、レーザ光源から出力されるレーザ光の高調波を生成する。パラメトリック発振部は、高調波生成部で発生した高調波からシグナル光及びアイドラー光を生成する。強度制御部は、レーザ光源とは別に設けられ、高調波生成部で発生させる高調波の強度を制御する。共振器は、パラメトリック発振部から出力されたシグナル光を共振させる。そして共振制御部は、共振器の共振周波数を変化させる。
- [0010] この光源装置によれば、シグナル光のうち、共振器における共振波長を有

する成分のみが出力される。このため、出力されるレーザ光の線幅は狭い。また、波長切替は、共振器の共振周波数を制御することにより行われ、強度変調は、レーザ光源とは別に設けられた強度制御部により行われる。このため、波長切替及び強度変調を、高速でおこなうことができ、かつ、互いに独立して制御することができる。

[0011] 本発明に係る分析装置は、上記した光源装置と、分析部を有している。分析部は、光源装置から出力された光を試料に照射し、試料における光の吸収量を測定する。

[0012] 本発明に係る光生成方法では、レーザ光を波長変換素子に入射し、レーザ光よりも短波長のシグナル光を生成させて波長変換素子から出力する。波長変換素子は、高調波生成部及びパラメトリック発振部を有している。高調波生成部は、レーザ光源から出力されるレーザ光の高調波を生成する。パラメトリック発振部は、高調波生成部で発生した高調波からシグナル光及びアイドラー光を生成する。そして、高調波生成部で発生させる高調波の強度を変化させることにより、出力される光の強度を変化させる。また、シグナル光を共振させる共振器を設け、かつこの共振器の共振周波数を制御することにより、出力される光の周波数を変化させる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、出力するレーザの線幅を狭くした上で、波長切替及び強度変調を、高速でおこなうことができ、かつ、互いに独立して制御することができる。

図面の簡単な説明

[0014] 上述した目的、およびその他の目的、特徴および利点は、以下に述べる好適な実施の形態、およびそれに付随する以下の図面によってさらに明らかになる。

[0015] [図1]第1の実施形態に係る光源装置の構成を示す図である。

[図2]波長変換素子の構成を示す図である。

[図3]第2の実施形態に係る光源装置の構成を示す図である。

[図4]第3の実施形態に係る光源装置の構成を示す図である。

[図5]第4の実施形態に係る光源装置の構成を示す図である。

[図6]第5の実施形態に係る分析装置の構成を示す図である。

[図7]実施例における測定結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。

[0017] (第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る光源装置100の構成を示す図である。光源装置100は、一つのレーザ光源110、波長変換素子130、電極131及び第1電圧制御部133(強度制御部)、第1FBG(Fiber Bragg Grating)120及び第2FBG140(共振器)、ならびに、ピエゾチューブ122及び第2電圧制御部124(共振制御部)を備えている。波長変換素子130は、高調波発生部132及びパラメトリック発振部134を有している。

[0018] 高調波発生部132は、レーザ光源110から出力されるレーザ光(ポンプ光)の高調波を生成する。パラメトリック発振部134は、高調波発生部132で発生した高調波からシグナル光及びアイドラー光を生成する。電極131及び第1電圧制御部133は、高調波発生部132で発生させる高調波の強度を制御する。すなわち本実施形態では、レーザ光源110への入力を変更しなくても、高調波の強度を制御することができる。第1FBG120及び第2FBG140は、パラメトリック発振部134から出力されたシグナル光を共振させる。ピエゾチューブ122及び第2電圧制御部124は、第1FBG120及び第2FBG140の共振周波数を変化させる。以下、詳細に説明する。

[0019] レーザ光源110は、例えばファイバーレーザであるが、レーザダイオード(半導体レーザ)、または固体レーザであっても良い。レーザ光源110

として何を用いるかは、光源装置から出力させる光の波長に従って選択される。

[0020] レーザ光源 110 から出力されたレーザ光は、アイソレータ 150 を介して偏波保持ファイバーに入力される。この偏波保持ファイバーの一部には、第 1 F B G 120 が設けられている。第 1 F B G 120 は、ピエゾチューブ 122 に巻かれており、ピエゾチューブ 122 の伸縮に伴って、第 1 F B G 120 が延伸する方向に応力が加えられる。ピエゾチューブ 122 に入力される電圧は、第 2 電圧制御部 124 によって制御される。すなわちピエゾチューブ 122 の伸縮は、第 2 電圧制御部 124 によって制御される。

[0021] 偏波保持ファイバーから出力されたレーザ光は、レンズ 162 を介して波長変換素子 130 の導波路 136 に入力される。波長変換素子 130 は、例えば擬似位相整合素子である。波長変換素子 130 は、レーザ光が入射される側に高調波発生部 132 を有しており、レーザ光を出力する側にパラメトリック発振部 134 を有している。すなわち、波長変換素子 130 にレーザ光が入射すると、高調波発生部 132 は、入射したレーザ光の高調波を生成する。そしてパラメトリック発振部 134 は、高調波発生部 132 が生成した高調波のシグナル光及びアイドラー光を生成する。

[0022] 波長変換素子 130 のうち高調波発生部 132 が形成されている領域には、電極 131 が設けられている。電極 131 には、第 1 電圧制御部 133 から電圧が印加される。電極 131 に印加される電圧が制御されることにより、高調波発生部 132 から出力される高調波の強度が制御される。このメカニズムについては、図 2 を用いて後述する。

[0023] 波長変換素子 130 の導波路 136 から出力されたシグナル光は、レンズ 164 を介して偏波保持ファイバーに入力された後、この偏波保持ファイバーからレンズ 166 を介して出力される。この偏波保持ファイバーの一部には、第 2 F B G 140 が設けられている。そして、第 1 F B G 120 と第 2 F B G 140 により、シグナル光の共振器が形成されている。なお、第 1 F B G 120 におけるシグナル光の反射率は、第 2 F B G 140 におけるシグ

ナル光の反射率より高いのが好ましい。

[0024] シグナル光の波長分布は、波長変換素子 130 から出力された状態では、ある程度の幅を有する。このような幅を有するシグナル光のうち、第 2 FBG 140 から出力されるのは、第 1 FBG 120 と第 2 FBG 140 からなる共振器の共振周波数と同じ周波数を持つ成分のみである。

[0025] ここで、第 1 FBG 120 は、ピエゾチューブ 122 に巻かれているため、ピエゾチューブ 122 の伸縮に伴って、第 1 FBG 120 が延伸する方向に応力が加えられる。第 1 FBG 120 が延伸すると、第 1 FBG 120 と第 2 FBG 140 からなる共振器の共振周波数は変化する。このため、第 2 電圧制御部 124 がピエゾチューブ 122 に印加する電圧を制御することにより、光源装置 100 から出力される光の周波数を制御することができる。例えば第 2 電圧制御部 124 がピエゾチューブ 122 に印加する電圧を連続的に変化させることにより、光源装置 100 から出力される光の周波数が連続的に変化する。

[0026] なお、図 1 に示す例では、各ファイバーと素子の間の光の入出力を、レンズを介して行っているが、パッチングにより行ってもよい。

[0027] 図 2 は、波長変換素子 130 の構成を示す図である。本図に示す例において、波長変換素子 130 は擬似位相整合素子であり、例えば LiNbO_3 又は LiTaO_3 などの強誘電体結晶により形成されている。波長変換素子 130 は、分極反転領域を周期的に有している。高調波発生部 132 の分極反転の周期は、パラメトリック発振部 134 の分極反転の周期よりも小さい。なお、これらの分極反転の周期は、光源装置 100 が出力すべき光の波長によって定められる。

[0028] また、高調波発生部 132 の上面及び下面には、電極 131 が設けられている。これら電極 131 の間に電圧が印加されると、高調波発生部 132 における擬似位相整合条件が擾乱される。高調波発生部 132 における擬似位相整合条件が擾乱されると、この擾乱の度合いに比例して、高調波発生部 132 で生成される高調波の強度が小さくなる。すなわち、第 1 電圧制御部 1

３３が電極１３１に印加する電圧を制御することにより、光源装置１００から出力される光の強度が制御される。

[0029] なお、波長変換素子１３０の温度は、例えばペルチェ素子を用いて制御される。

[0030] 次に、本実施形態の作用及び効果について説明する。本実施形態では、光源装置１００から出力される光は、波長変換素子１３０から出力されるシグナル光のうち、第１ＦＢＧ１２０と第２ＦＢＧ１４０からなる共振器の共振周波数と同じ周波数を持つ成分のみである。従って、光源装置１００から出力される光の線幅は狭い。また、第１電圧制御部１３３が電極１３１に印加する電圧を制御することにより、光源装置１００から出力される光の強度が制御される。また、第２電圧制御部１２４が第１ＦＢＧ１２０に印加する電圧を制御することにより、光源装置１００から出力される光の周波数を制御することができる。このため、波長切替及び強度変調を、高速でおこなうことができ、かつ、互いに独立して制御することができる。

[0031] （第２の実施形態）

図３は、第２の実施形態に係る光源装置１００の構成を示す図である。本実施形態における光源装置１００は、共振器の構成を除いて、第１の実施形態に係る光源装置１００と同様の構成である。

[0032] 本実施形態において、波長変換素子１３０とレンズ１６６の間に位置する偏波保持ファイバーには、カップラ１７２が設けられており、レーザ光源１１０と波長変換素子１３０の間には、カップラ１７０が設けられている。カップラ１７２では、偏波保持ファイバーが、レンズ１６６に向かう方向と、その他の方向に分岐している。後者の偏波保持ファイバー１２６は、アイソレータ１５２を介して、カップラ１７０に繋がっている。すなわち、波長変換素子１３０の出力側と、波長変換素子１３０の入力側は、偏波保持ファイバー１２６を介してつながっている。

[0033] 偏波保持ファイバー１２６には、第１ＦＢＧ１２０が設けられている。第１ＦＢＧ１２０はピエゾチューブ１２２に巻かれている。ピエゾチューブ１

22には、第2電圧制御部124から電圧が入力される。

[0034] すなわち本実施形態では、偏波保持ファイバー126及び第1FBG120により、リング共振器が形成されている。このリング共振器の共振周波数は、第2電圧制御部124がピエゾチューブ122に印加する電圧により、制御される。すなわち本実施形態でも、第2電圧制御部124が第1FBG120に印加する電圧を制御することにより、光源装置100から出力される光の周波数を制御することができる。このため、本実施形態によれば、FBGが一つであっても、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0035] (第3の実施形態)

図4は、第3の実施形態に係る光源装置100の構成を示す図である。本実施形態に係る光源装置100は、以下の点を除いて、第1の実施形態に係る光源装置100と同様の構成である。

[0036] まず、波長変換素子130の高調波発生部132には、電極131が設けられていない。このため、光源装置100には第1電圧制御部133も設けられていない。

[0037] そして、レーザ光源110と波長変換素子130の間に位置する偏波保持ファイバーは、第1FBG120とレンズ162の間に位置する部分に、偏波モジュレータ180を有している。偏波モジュレータ180は、レーザ光源110から出力されるレーザ光の偏光面を変調する。偏波モジュレータ180による変調は、角度制御部182によって制御される。波長変換素子130の高調波発生部132における高調波の強度は、高調波発生部132に入力されるレーザ光の偏光面の角度によって変わる。すなわち本実施形態では、角度制御部182が偏波モジュレータ180における偏光面の角度を制御することにより、高調波発生部132が生成する高調波の強度が制御される。

[0038] このため、本実施形態によっても、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0039] (第4の実施形態)

図5は、第4の実施形態に係る光源装置100の構成を示す図である。本実施形態において、光源装置100は、電極131及び第1電圧制御部133の代わりに、第3の実施形態に示した偏波モジュレータ180及び角度制御部182を有している点を除いて、第2の実施形態に係る光源装置と同様の構成である。

[0040] 本実施形態によっても、第2の実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0041] (第5の実施形態)

図6は、第5の実施形態に係る分析装置の構成を示す図である。この分析装置は、光源装置100及び分析部200を有している。光源装置100は、第1～第4の実施形態のいずれかに示した構成を有している。分析部200は、光源装置100から出力された光を試料に照射し、この試料における光の吸収量を測定する。試料は、例えば大気などの気体である。そして分析部200は、試料における光の吸収量を測定することにより、試料に含まれる特定の成分（例えばラジカル、又は二酸化炭素などのガス）の量を検出する。検出対象の成分が二酸化炭素である場合、光源装置100が出力する光は、490nm以上630nmの間で可変である。この場合、光源装置100のレーザ光源110（図1, 3, 4, 5に図示）は、近赤外域の光を出力する。

[0042] 上記したように、光源装置100は、出力されるレーザ光の線幅が狭く、波長切替及び強度変調を高速で行うことができる。また、光源装置100は、波長切替及び強度変調を互いに独立して制御することができる。従って、図6に示した分析装置によれば、試料の吸収光のスペクトル測定を高速で行うことができる。

[0043] (実施例)

図6に示した分析装置を用いて、Naの蒸気の吸収スペクトルを測定した。光源装置100の構成は、第1の実施形態の通りとした。レーザ光源110には、発振波長が1.064μmのYbドープファイバーレーザを用いた

。波長変換素子 130 には、 LiNbO_3 からなる擬似位相整合素子を用いた。高調波発生部 132 における分極反転周期を $6.9\ \mu\text{m}$ として、パラメトリック発振部 134 における分極反転周期は $12.5\ \mu\text{m}$ とした。

[0044] 高調波発生部 132 では、波長が $532\ \text{nm}$ の 2 次高調波が得られた。また、パラメトリック発振部 134 では、ピークが $589\ \text{nm}$ のシグナル光と、 $5500\ \text{nm}$ のアイドラー光が得られた。

[0045] このシグナル光を用いて Na の蒸気の吸収スペクトルを測定した。測定時には、第 2 電圧制御部 124 からピエゾチューブ 122 に印加する電圧を連続的に変化させることにより、光源装置 100 から出力される光の波長を掃引した。また、第 1 電圧制御部 133 から電極 131 に印加する電圧を変化させることにより、光源装置 100 から出力される光の強度を高速で変調させ、変調前後の測定結果の同期検出を行った。

[0046] 測定結果を、図 7 に示す。図 7 から、 Na の蒸気の吸収線の測定が良好に行われたことがわかる。

[0047] 以上、図面を参照して本発明の実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。例えば光源装置 100 は、医用、バイオなどの計測分野における計測用の光源として使用されても良い。また、第 1 F B G 120 に応力を加える方法は、上記した実施形態に示した例に限定されない。また、高調波発生部 132 とパラメトリック発振部 134 は、別々の素子として設けられていても良い。

[0048] この出願は、2011 年 5 月 25 日に提出された日本出願特願 2011-117380 を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

請求の範囲

[請求項1]

レーザ光源と、

前記レーザ光源から出力されるレーザ光の高調波を生成する高調波生成部と、前記高調波生成部で発生した前記高調波からシグナル光及びアイドラー光を生成するパラメトリック発振部とを有する波長変換素子と、

前記レーザ光源とは別に設けられ、前記高調波生成部で発生させる前記高調波の強度を制御する強度制御部と、

前記パラメトリック発振部から出力された前記シグナル光を共振させる共振器と、

前記共振器の共振周波数を変化させる共振制御部と、
を備える光源装置。

[請求項2]

請求項1に記載の光源装置において、

前記強度制御部は、前記高調波生成部における前記レーザ光の位相整合条件を擾乱させることにより、前記高調波の強度を制御する光源装置。

[請求項3]

請求項2に記載の光源装置において、

前記強度制御部は、

前記高調波生成部に設けられた電極と、

前記電極に印加する電圧を制御する第1電圧制御部と、
を有する光源装置。

[請求項4]

請求項1に記載の光源装置において、

前記強度制御部は、

前記レーザ光源と前記波長変換素子の間に設けられ、前記レーザ光の偏光面の角度を変更する偏波モジュレータと、

前記偏波モジュレータを制御することにより、前記レーザ光の偏光面の角度を制御する角度制御部と、
を備える光源装置。

- [請求項5] 請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の光源装置において、
前記共振器は、前記レーザ光源と前記波長変換素子の間に設けられた第 1 F B G (Fiber Bragg Grating) と、前記波長変換素子の出力側に設けられた第 2 F B G と、
を備え、
前記共振制御部は、前記第 1 F B G 又は前記第 2 F B G に対して当該 F B G が延伸する方向に応力を加えることにより、前記共振器の共振周波数を変化させる光源装置。
- [請求項6] 請求項 5 に記載の光源装置において、
前記共振制御部は、
前記第 1 F B G 又は前記第 2 F B G が巻かれているピエゾチューブと、
前記ピエゾチューブに加える電圧を制御する第 2 電圧制御部と、
を備える光源装置。
- [請求項7] 請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の光源装置において、
前記共振器は、前記波長変換素子の入力側と出力側とをつなぐ F B G を備え、
前記共振制御部は、前記 F B G に対して当該 F B G が延伸する方向に応力を加えることにより、前記共振器の共振周波数を変化させる光源装置。
- [請求項8] 請求項 7 に記載の光源装置において、
前記共振制御部は、
前記 F B G が巻かれているピエゾチューブと、
前記ピエゾチューブに加える電圧を制御する第 2 電圧制御部と、
を備える光源装置。
- [請求項9] 請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の光源装置において、
前記レーザ光の波長は、近赤外域にあり、
前記光源装置から出力される光の波長は、490nm以上630nm

mの間で可変である光源装置。

[請求項10]

出力光の周波数が可変である光源装置と、

前記光源装置から出力された光を試料に照射し、前記試料における前記光の吸収量を測定する分析部と、

を備え、

前記光源装置は、

レーザ光源と、

前記レーザ光源から出力されるレーザ光の高調波を生成する高調波生成部と、前記高調波生成部で発生した前記高調波からシグナル光及びアイドラー光を生成するパラメトリック発振部とを有する波長変換素子と、

前記レーザ光源とは別に設けられ、前記高調波生成部で発生させる前記高調波の強度を制御する強度制御部と、

前記シグナル光を共振させる共振器と、

前記共振器の共振周波数を変化させる共振制御部と、
を備える分析装置。

[請求項11]

レーザ光を波長変換素子に入射し、前記レーザ光よりも短波長のシグナル光を生成させて前記波長変換素子から出力する光生成方法において、

前記波長変換素子は、前記レーザ光の高調波を生成する高調波生成部と、前記高調波生成部で発生した前記高調波から前記シグナル光及びアイドラー光を生成するパラメトリック発振部とを有し、

前記高調波生成部で発生させる前記高調波の強度を変化させることにより、出力される光の強度を変化させ、

前記シグナル光を共振させる共振器を設け、かつ前記共振器の共振周波数を制御することにより、出力される光の周波数を変化させる光生成方法。

補正された請求の範囲
[2012年9月21日(21.09.2012)国際事務局受理]

- [請求項1] (補正後) レーザ光源と、
前記レーザ光源から出力されるレーザ光の高調波を生成する高調波生成部と、前記高調波生成部で発生した前記高調波からシグナル光及びアイドラー光を生成するパラメトリック発振部とを有する波長変換素子と、
前記レーザ光源とは別に設けられ、前記高調波生成部で発生させる前記高調波の強度を制御する強度制御部と、
前記パラメトリック発振部から出力された前記シグナル光を共振させる共振器と、
前記共振器の共振周波数を変化させる共振制御部と、
を備え、
前記共振器は、前記波長変換素子の入力側と出力側とをつなぐ F B G (Fiber Bragg Grating) を備え、
前記共振制御部は、前記 F B G に対して当該 F B G が延伸する方向に応力を加えることにより、前記共振器の共振周波数を変化させる光源装置。
- [請求項2] 請求項 1 に記載の光源装置において、
前記強度制御部は、前記高調波生成部における前記レーザ光の位相整合条件を擾乱させることにより、前記高調波の強度を制御する光源装置。
- [請求項3] 請求項 2 に記載の光源装置において、
前記強度制御部は、
前記高調波生成部に設けられた電極と、
前記電極に印加する電圧を制御する第 1 電圧制御部と、
を有する光源装置。
- [請求項4] 請求項 1 に記載の光源装置において、
前記強度制御部は、

前記レーザ光源と前記波長変換素子の間に設けられ、前記レーザ光の偏光面の角度を変更する偏波モジュレータと、

前記偏波モジュレータを制御することにより、前記レーザ光の偏光面の角度を制御する角度制御部と、
を備える光源装置。

[請求項5] (補正後) レーザ光源と、

前記レーザ光源から出力されるレーザ光の高調波を生成する高調波生成部と、前記高調波生成部で発生した前記高調波からシグナル光及びアイドラー光を生成するパラメトリック発振部とを有する波長変換素子と、

前記レーザ光源とは別に設けられ、前記高調波生成部で発生させる前記高調波の強度を制御する強度制御部と、

前記パラメトリック発振部から出力された前記シグナル光を共振させる共振器と、

前記共振器の共振周波数を変化させる共振制御部と、
を備え、

前記共振器は、前記レーザ光源と前記波長変換素子の間に設けられた第1 F B Gと、前記波長変換素子の出力側に設けられた第2 F B Gと、
を備え、

前記共振制御部は、前記第1 F B G又は前記第2 F B Gに対して当該F B Gが延伸する方向に応力を加えることにより、前記共振器の共振周波数を変化させ、

前記共振制御部は、

前記第1 F B G又は前記第2 F B Gが巻かれているピエゾチューブと、

前記ピエゾチューブに加える電圧を制御する第2電圧制御部と、
を備える光源装置。

[請求項6] (削除)

[請求項7] (削除)

[請求項8] (補正後) 請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の光源装置において、
前記共振制御部は、
前記 F B G が巻かれているピエゾチューブと、
前記ピエゾチューブに加える電圧を制御する第 2 電圧制御部と、
を備える光源装置。

[請求項9] (補正後) 請求項 1 ～ 5 および 8 のいずれか一項に記載の光源装置において、
前記レーザ光の波長は、近赤外域にあり、
前記光源装置から出力される光の波長は、490 nm 以上 630 nm の間で可変である光源装置。

[請求項10] 出力光の周波数が可変である光源装置と、
前記光源装置から出力された光を試料に照射し、前記試料における前記光の吸収量を測定する分析部と、
を備え、
前記光源装置は、
レーザ光源と、
前記レーザ光源から出力されるレーザ光の高調波を生成する高調波生成部と、前記高調波生成部で発生した前記高調波からシグナル光及びアイドラー光を生成するパラメトリック発振部とを有する波長変換素子と、

前記レーザ光源とは別に設けられ、前記高調波生成部で発生させる前記高調波の強度を制御する強度制御部と、
前記シグナル光を共振させる共振器と、
前記共振器の共振周波数を変化させる共振制御部と、
を備える分析装置。

[請求項11] レーザ光を波長変換素子に入射し、前記レーザ光よりも短波長のシ

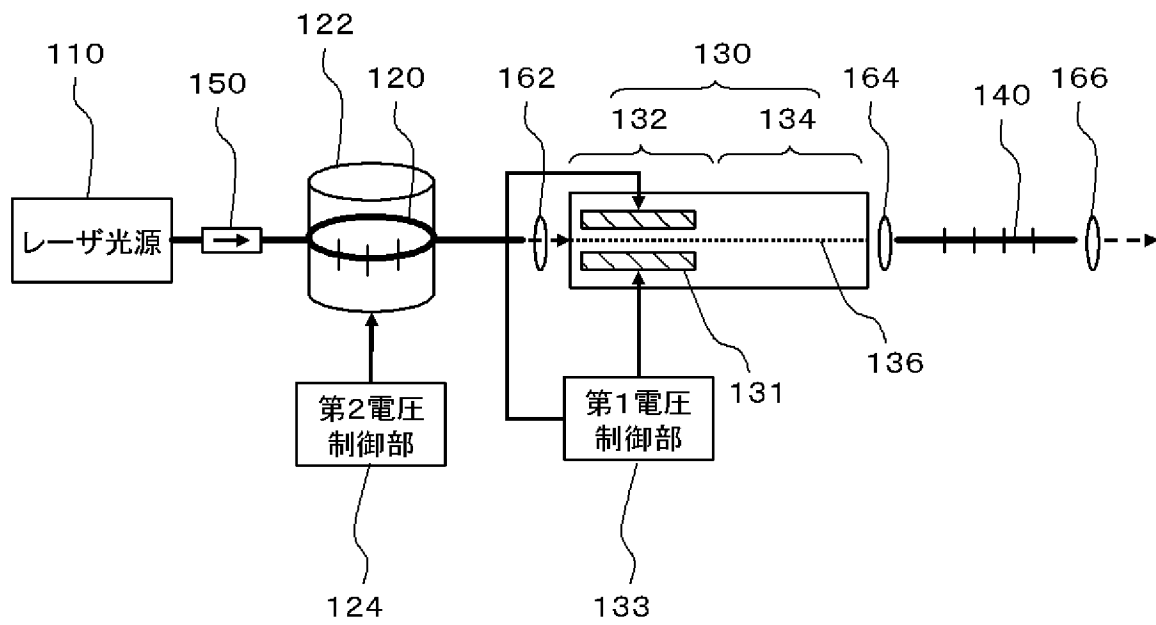
グナル光を生成させて前記波長変換素子から出力する光生成方法において、

前記波長変換素子は、前記レーザ光の高調波を生成する高調波生成部と、前記高調波生成部で発生した前記高調波から前記シグナル光及びアイドラー光を生成するパラメトリック発振部とを有し、

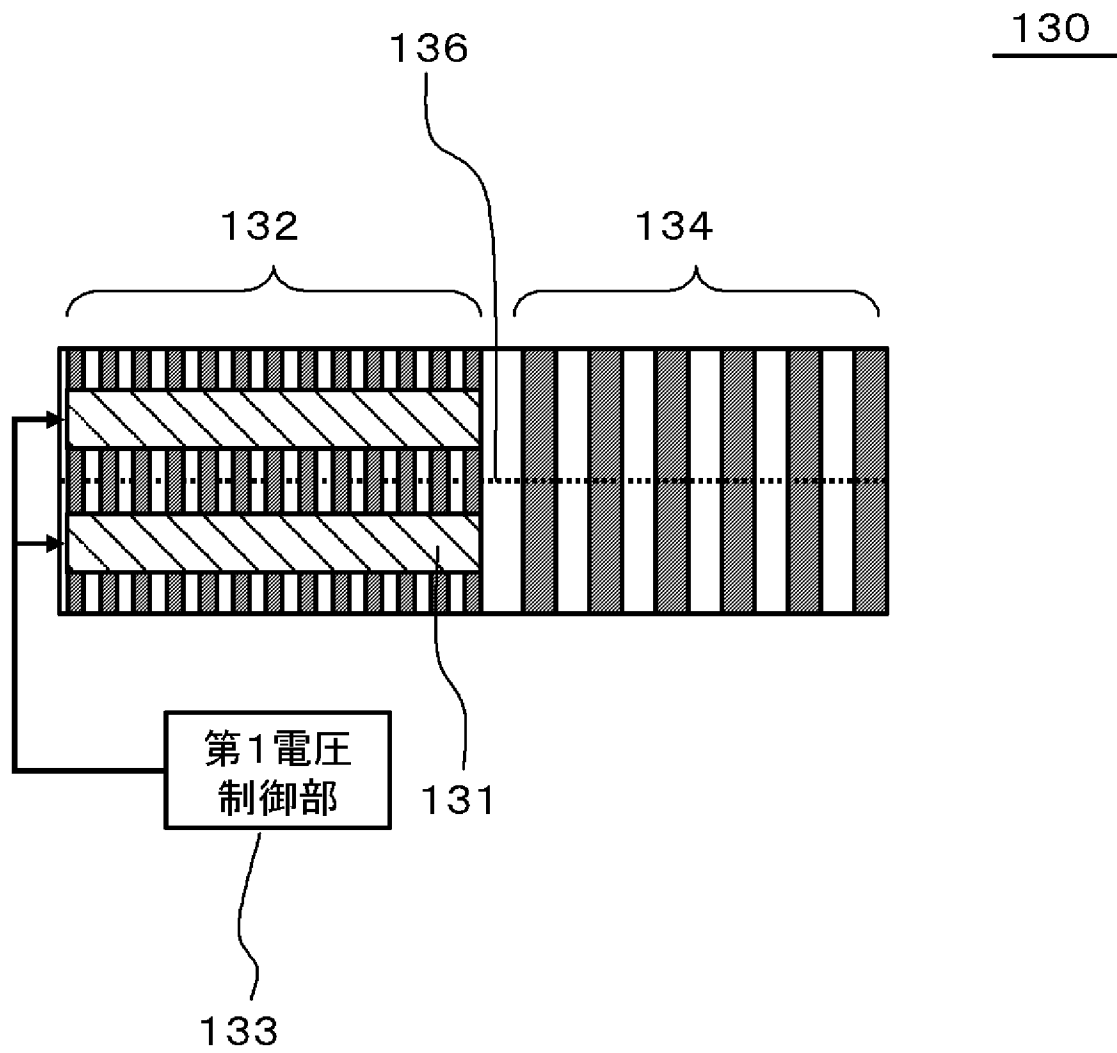
前記高調波生成部で発生させる前記高調波の強度を変化させることにより、出力される光の強度を変化させ、

前記シグナル光を共振させる共振器を設け、かつ前記共振器の共振周波数を制御することにより、出力される光の周波数を変化させる光生成方法。

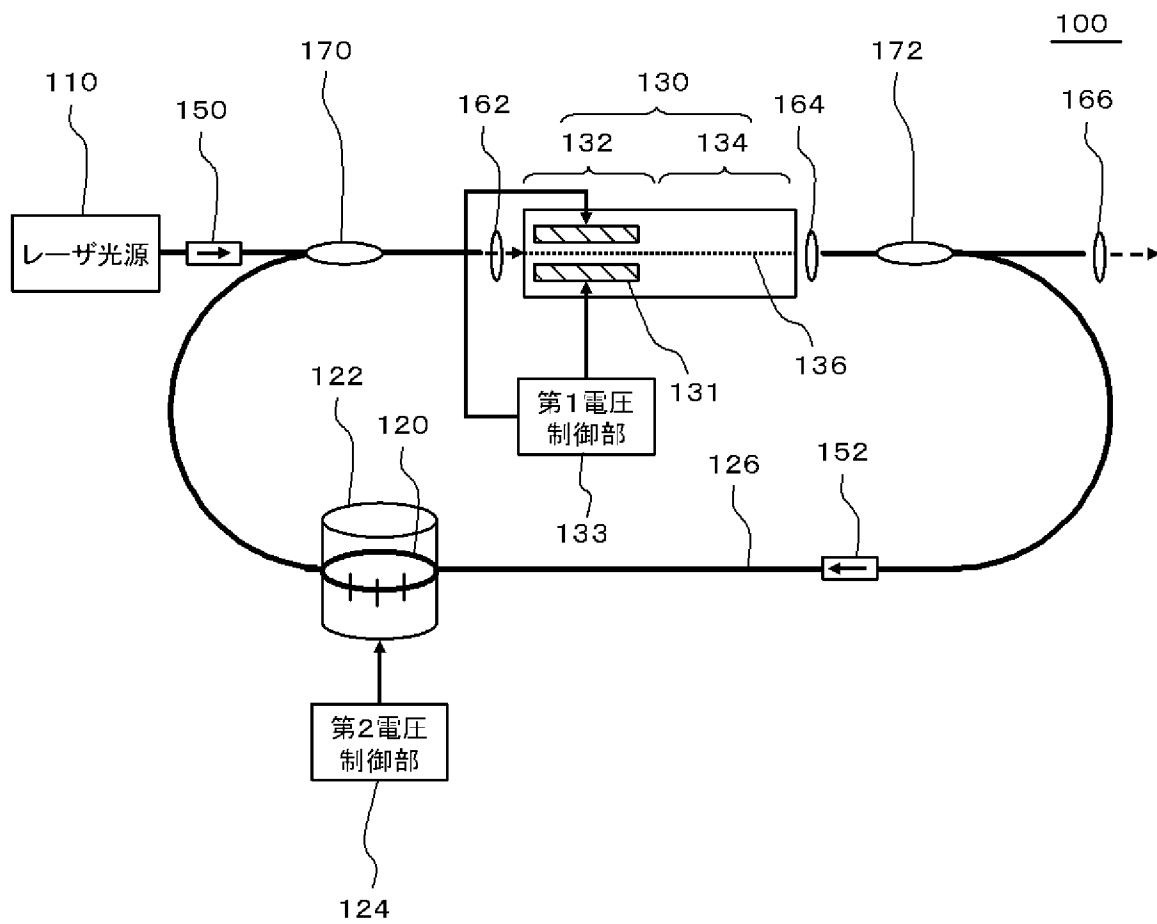
[図1]

100

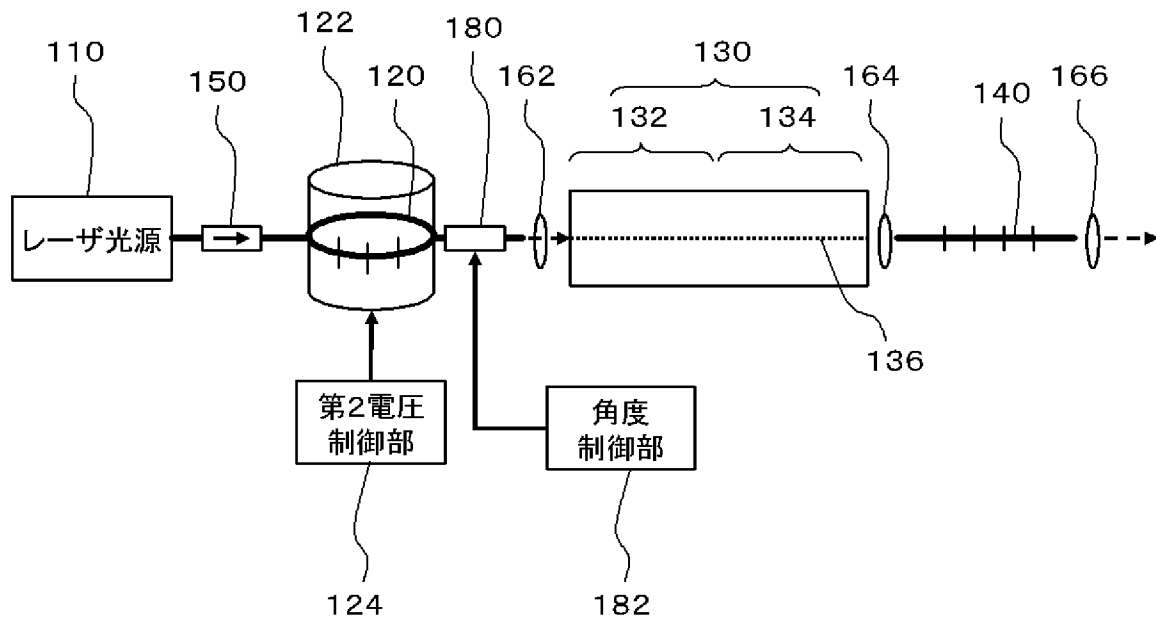
[図2]



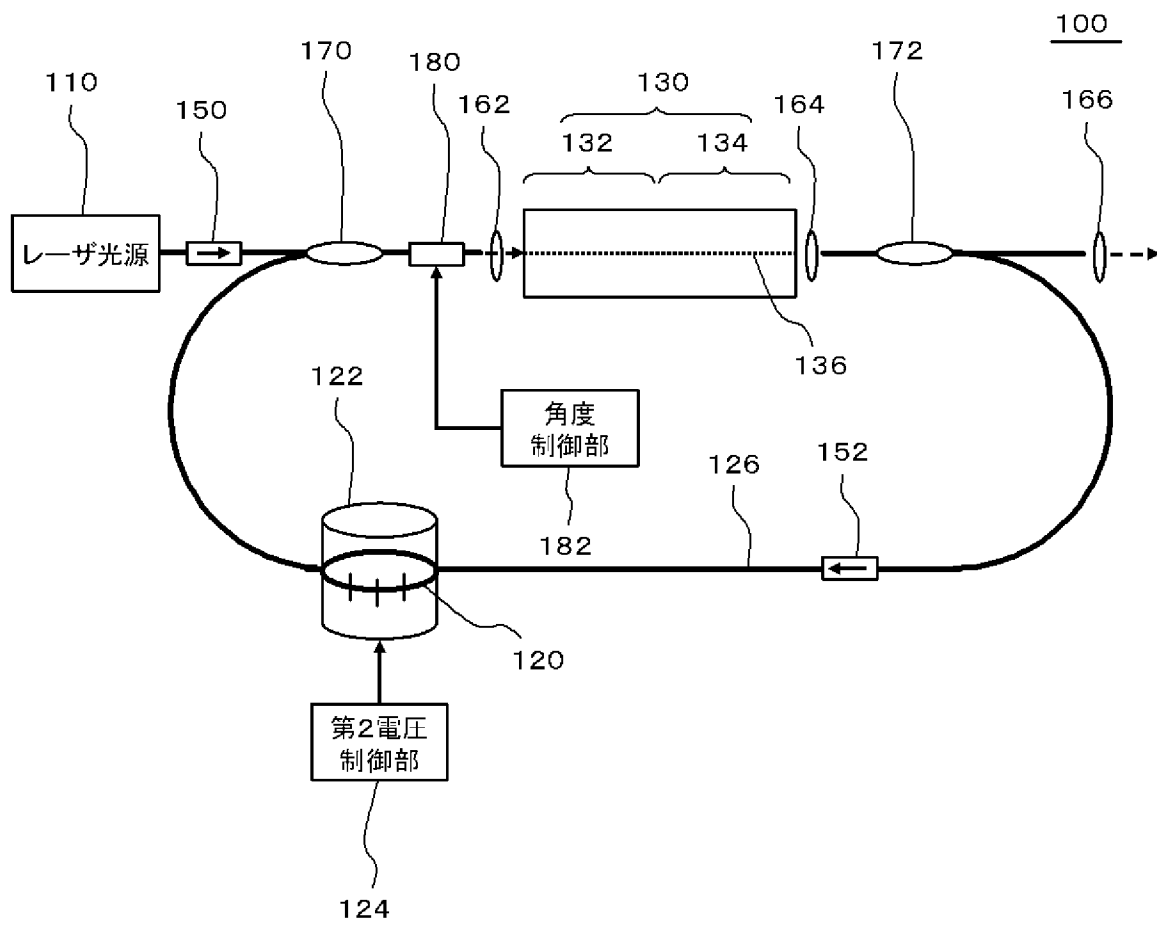
[図3]



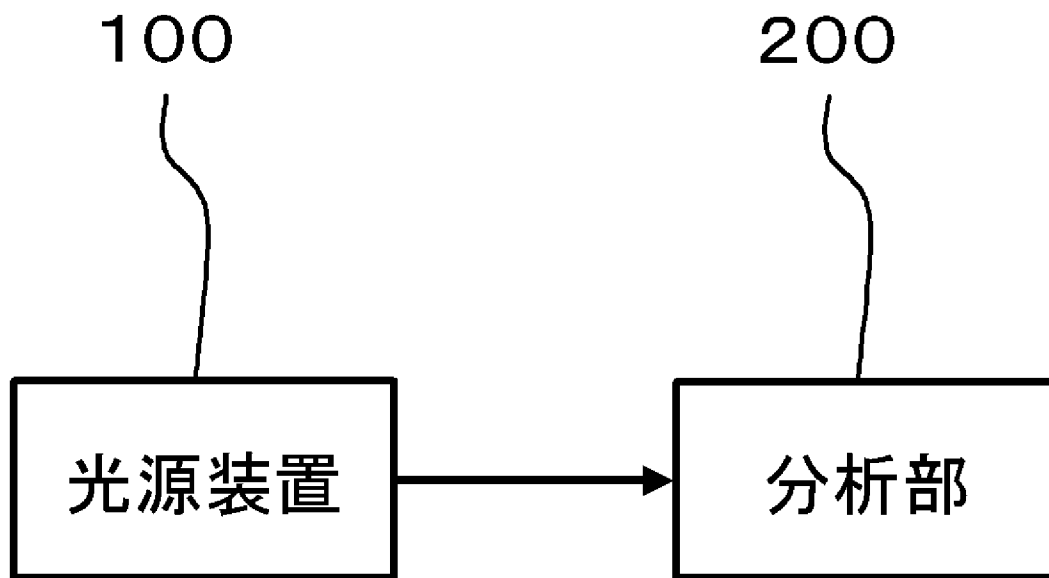
[図4]

100

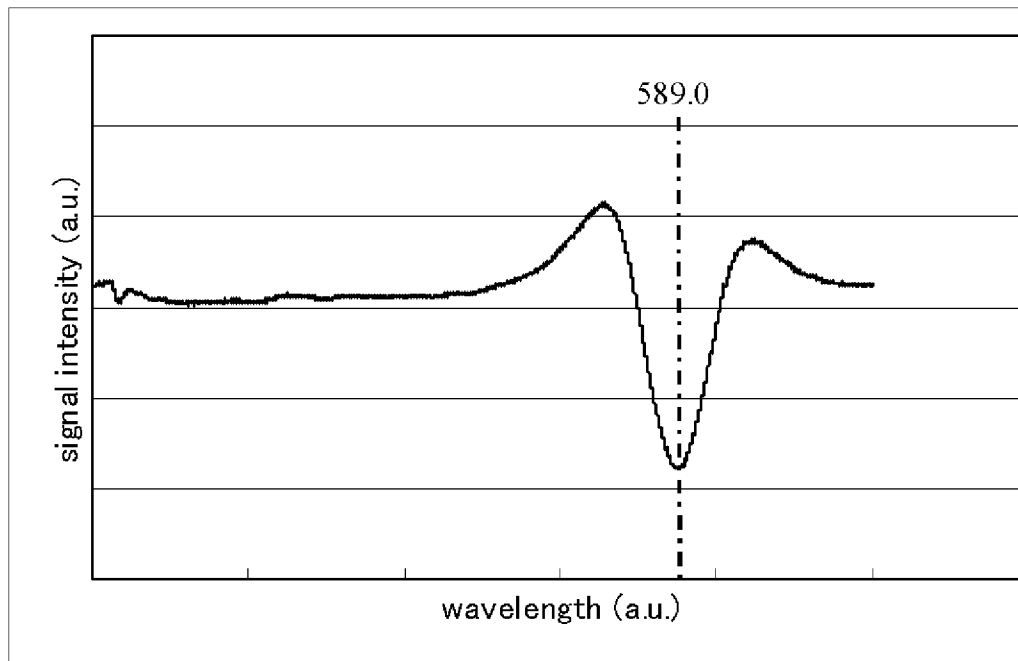
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/002433

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/37(2006.01)i, G01N21/01(2006.01)i, G01N21/39(2006.01)i, G02F1/01(2006.01)i, G02F1/39(2006.01)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)

G02F1/37, G01N21/01, G01N21/39, G02F1/01, G02F1/39

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)

IEEE Xplore, JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-268945 A (Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd.), 06 November 2008 (06.11.2008), entire text; all drawings & US 2008/0259973 A1 & KR 10-0809271 B1	1-5, 9, 11 6-8, 10
Y A	JP 2008-28380 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 February 2008 (07.02.2008), entire text; all drawings & US 2008/0013574 A1 & US 2010/0260213 A1	1-5, 9, 11 6-8, 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
24 April, 2012 (24.04.12)

Date of mailing of the international search report
01 May, 2012 (01.05.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/002433

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 11-7050 A (Mitsubishi Cable Industries, Ltd.), 12 January 1999 (12.01.1999), entire text; all drawings & US 5987041 A & EP 874426 A2 & DE 69816516 D	1-3, 5, 9, 11 4, 6-8, 10
Y	JP 7-226561 A (Sumitomo Metal Mining Co., Ltd.), 22 August 1995 (22.08.1995), entire text; all drawings (Family: none)	4
A	US 7184616 B2 (Aculight Corp.), 27 February 2007 (27.02.2007), entire text; all drawings & US 2003/0007730 A1 & US 2003/0048523 A1 & US 2002/0110159 A1 & US 2002/0126715 A1 & WO 2002/069462 A1 & WO 2002/065071 A2	1-11
A	US 6101023 A (Northrop Grumman Corp.), 08 August 2000 (08.08.2000), entire text; all drawings & EP 1119796 A & WO 2000/016155 A1 & DE 69928427 D	1-11
A	JP 2009-300702 A (National Institute of Information and Communications Technology), 24 December 2009 (24.12.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 4-277685 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 October 1992 (02.10.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2004-165393 A (Shimadzu Corp.), 10 June 2004 (10.06.2004), entire text; all drawings & US 2004/0091004 A1	1-11
A	JP 2008-503888 A (Koheras A/S), 07 February 2008 (07.02.2008), entire text; all drawings & US 2007/0183464 A1 & EP 1766736 A & WO 2006/000543 A2	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/002433

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/096524 A1 (Fuji Electric Systems Co., Ltd.), 01 February 2008 (01.02.2008), entire text; all drawings & EP 2133686 A1 & WO 2008/096524 A1 & CN 101646934 A	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02F1/37(2006.01)i, G01N21/01(2006.01)i, G01N21/39(2006.01)i, G02F1/01(2006.01)i,
G02F1/39(2006.01)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. G02F1/37, G01N21/01, G01N21/39, G02F1/01, G02F1/39

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)

IEEE Xplore
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)

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 A	JP 2008-268945 A (三星電機株式会社) 2008. 11. 06, 全文、全図 & US 2008/0259973 A1 & KR 10-0809271 B1	1-5, 9, 11 6-8, 10
Y A	JP 2008-28380 A (松下電器産業株式会社) 2008. 02. 07, 全文、全図 & US 2008/0013574 A1 & US 2010/0260213 A1	1-5, 9, 11 6-8, 10
Y A	JP 11-7050 A (三菱電線工業株式会社) 1999. 01. 12, 全文、全図 & US 5987041 A & EP 874426 A2 & DE 69816516 D	1-3, 5, 9, 11 4, 6-8, 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

2 4 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 5 . 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)

植田 高盛

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

2 X

2 9 1 2

C (続き) . 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 7-226561 A (住友金属鉱山株式会社) 1995. 08. 22, 全文、全図 (ファミリーなし)	4
A	US 7184616 B2 (Aculight Corporation) 2007. 02. 27, 全文、全図 & US 2003/0007730 A1 & US 2003/0048523 A1 & US 2002/0110159 A1 & US 2002/0126715 A1 & WO 2002/069462 A1 & WO 2002/065071 A2	1-11
A	US 6101023 A (Northrop Grumman Corporation) 2000. 08. 08, 全文、全図 & EP 1119796 A & WO 2000/016155 A1 & DE 69928427 D	1-11
A	JP 2009-300702 A (独立行政法人情報通信研究機構) 2009. 12. 24, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 4-277685 A (松下電器産業株式会社) 1992. 10. 02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2004-165393 A (株式会社島津製作所) 2004. 06. 10, 全文、全図 & US 2004/0091004 A1	1-11
A	JP 2008-503888 A (コヒラス アクティーゼルスカブ) 2008. 02. 07, 全文、全図 & US 2007/0183464 A1 & EP 1766736 A & WO 2006/000543 A2	1-11
A	WO 2008/096524 A1 (富士電機システムズ株式会社) 2008. 02. 01, 全文、全図 & EP 2133686 A1 & WO 2008/096524 A1 & CN 101646934 A	1-11