

(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8月16日(16.08.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/108530 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/03 (2006.01) H01S 3/06 (2006.01)
G02F 1/37 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/053134
- (22) 国際出願日: 2012年2月10日(10.02.2012)
- (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 2011-027884 2011年2月10日(10.02.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 徳久 章(TOKUHISA, Akira) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 高田 康利(TAKADA, Yasutoshi) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 永井 冬紀, 外(NAGAI, Fuyuki et al.); 〒1000011 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号 富国生命ビル 永井特許事務所 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), ユーラシア (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).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: METHOD OF ADJUSTING ELECTRO-OPTIC MODULATOR IN LASER DEVICE, AND LASER DEVICE

(54) 発明の名称: レーザ装置における電気光学変調器の調整方法、及びレーザ装置

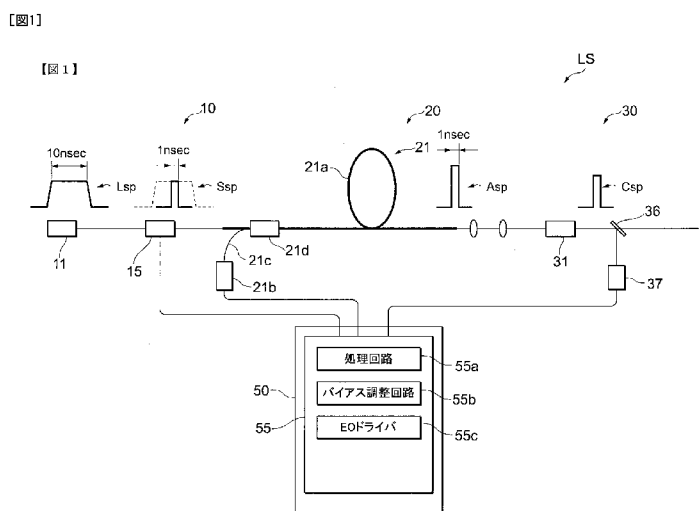


FIG. 1:
55a Processing circuit
55b Bias adjustment circuit
55c EO driver

(57) Abstract: A laser device comprises: a signal light source which outputs a seed light; an electro-optic modulator which segments a portion of the seed light and outputs a pulsed signal light; an optical amplifier which amplifies the signal light which is outputted from the electro-optic modulator; a wavelength conversion optical element which wavelength converts the signal light which is amplified by the optical amplifier; a converted light detector which detects the signal light which is wavelength converted by the wavelength conversion optical element; and an EO control unit which controls the operation of the electro-optic modulator. The laser device is configured such that, when in the state of outputting the seed light, the signal light which is wavelength converted by the wavelength conversion optical element is detected by the converted light detector, and the bias voltage of the electro-optic modulator is adjusted on the basis of the imparted voltage when the intensity of the post-wavelength conversion signal light which is detected by the converted light

detector is at the practical maximum thereof.

(57) 要約:

[続葉有]



レーザ装置は、シード光を出力する信号光源と、シード光の一部を切り出してパルス状の信号光を出力する電気光学変調器と、電気光学変調器から出力された信号光を増幅する光増幅器と、光増幅器により増幅された信号光を波長変換する波長変換光学素子と、波長変換光学素子により波長変換された信号光を検出する変換光検出器と、電気光学変調器の作動を制御するEO制御部とを備え、シード光を出力させた状態において、波長変換光学素子により波長変換された信号光を変換光検出器により検出し、変換光検出器により検出される波長変換後の信号光の強度が実質的に最大になるときの印加電圧に基づいて、電気光学変調器のバイアス電圧を調整するように構成される。

明 細 書

発明の名称：

レーザ装置における電気光学変調器の調整方法、及びレーザ装置

技術分野

[0001] 本発明は、電気光学変調器により切り出されたパルス光を増幅し波長変換して出力するレーザ装置、及びこのようなレーザ装置における電気光学変調器の調整方法に関する。

背景技術

[0002] 電気光学変調器により切り出されたパルス光を増幅し、これを波長変換して出力するレーザ装置は、顕微鏡や形状測定装置、露光装置などに好適な光源として知られている（特許文献1を参照）。電気光学変調器（EOM: Electro Optic Modulator）は、 LiNbO_3 （ニオブ酸リチウム）のような強誘電体材料の電気光学効果を利用して、入力光の位相や振幅等を電気信号により変調して出力する光変調器である。入力光の振幅すなわち光強度を変調する強度変調器として、マッハツェンダ型のEOMが広く用いられている。

[0003] マッハツェンダ型のEOMは、マッハツェンダ干渉計を構成する2本の光路の屈折率を変化させ、各光路を通る光に位相差を生じさせて、出力光の強度を変化させるように構成される。すなわち、両光路に印加する電圧を制御することにより、電気光学変調器に入射する光を高速でオン・オフ制御することができ、例えばオン時間が10 nsec程度のシード光から1 nsec程度を切り出してパルス光を出力するように構成できるとができる（特許文献2を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特許第4232130号公報

特許文献2：日本国再公表特許WO2002/095486号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 上記のように入射光をオン・オフ制御するような電気光学変調器では、入射光が出射されない状態（オフ状態）にするためにバイアス電圧を制御する必要がある。例えば、マッハツェンダ型の光変調器のように干渉を利用した電気光学変調器では、干渉計を構成する2本の光路の光路長差を一定に保つため、バイアス電圧を制御する必要がある。光路長差を一定に保つバイアス電圧は時間的に変化するため、高い消光比を維持するためにはバイアス電圧を適宜調整する必要がある。
- [0006] そのため、従来では電気光学変調器から出力されたパルス光を高速のディテクタで検出し、オシロスコープ等でパルス波形を観察しながら消光比が最大となるようにバイアス電圧を調整するバイアス調整作業を定期的に行っていた。上記のようなバイアス調整作業は煩雑であり改善が求められていた。
- [0007] 本発明は上記のような事情に鑑みてなされたものであり、煩雑な電気光学変調器のバイアス調整作業を必要としない手段を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明を例示する第1の態様は、シード光を出力する信号光源と、信号光源から出力されたシード光の一部を切り出してパルス状の信号光を出力する電気光学変調器と、電気光学変調器から出力された信号光を増幅する光増幅器（例えば、実施形態におけるファイバ光増幅器21）と、光増幅器により増幅された信号光（実施形態における増幅光 A_{sp} ）を波長変換する波長変換光学素子とを備えたレーザ装置における電気光学変調器の調整方法であって、レーザ装置において、シード光を出力させた状態で、波長変換光学素子により波長変換された信号光（実施形態における変換光 C_{sp} ）を変換光検出器により検出し、変換光検出器により検出される波長変換後の信号光の強度が実質的に最大になるときの印加電圧に基づいて、電気光学変調器のバイアス電圧を調整する。
- [0009] 本発明を例示する第2の態様は、レーザ装置であって、シード光を出力す

る信号光源と、信号光源から出力されたシード光の一部を切り出して信号光を出力する電気光学変調器と、電気光学変調器から出力された信号光を増幅する光増幅器（例えば、実施形態におけるファイバ光増幅器 21）と、光増幅器により増幅された信号光（実施形態における増幅光 A_{sp} ）を波長変換する波長変換光学素子と、波長変換光学素子により波長変換された信号光（実施形態における変換光 C_{sp} ）を検出する変換光検出器と、電気光学変調器の作動を制御する EO 制御部とを備え、EO 制御部が、シード光を出力させた状態において、変換光検出器により検出される波長変換後の信号光の強度が実質的に最大になるときの印加電圧に基づいて、電気光学変調器のバイアス電圧を調整するように構成される。

[0010] なお、前記電気光学変調器は、マッハツェンダ型の光強度変調器とすることが好ましい。また、前記 EO 制御部は、シード光を出力させた状態において、電気光学変調器により切り出す信号光の切り出し時間よりも長い時間幅における波長変換後の信号光の平均パワーが実質的に最大になるときの印加電圧に基づいて、電気光学変調器のバイアス電圧を調整するように構成することが好ましい。

発明の効果

[0011] 本発明は、電気光学変調器のバイアス電圧調整に、波長変換光学素子における波長変換効率の変化を利用する。電気光学変調器のバイアス電圧が最適値からずれると、増幅器から出力されるパルスの波形が崩れる、若しくはオン・オフの SN 比が劣化するなどして、波長変換光学素子における波長変換効率が低下する。そのため、シード光を出力させた状態において、波長変換光学素子により発生される波長変換後の信号光の強度が実質的に最大になるときの印加電圧に基づいて電気光学変調器のバイアス電圧を調整することにより、高速のディテクタやオシロスコープ等を用いることなく、容易に電気光学変調器のバイアス電圧を最適化することができる。

[0012] 従って、第 1 の態様の電気光学変調器の調整方法によれば、煩雑な電気光学変調器のバイアス調整作業を改善して容易に最適化が可能なバイアス調整

手法を提供することができる。

- [0013] また、第２の態様のレーザ装置によれば、電気光学変調器の煩雑なバイアス調整作業を廃し、消光比が高い綺麗な短パルス光を出力するレーザ装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図１]図１は、本発明の適用例として示すレーザ装置の概要構成図である。
- [図２]図２は、電気光学変調器に印加する電圧と電気光学変調器を透過する透過光の強度との関係を示すグラフである。
- [図３]図３は、電気光学変調器に入射するシード光を切り出す様子を示す模式図である。
- [図４]図４は、電気光学変調器により切り出されて出射する増幅光の様子を示す模式図である。（a）は電気光学変調器に印加するバイアス電圧が最適バイアス電圧からずれた状態のとき、（b）はバイアス電圧が最適バイアス電圧に調整設定された状態のときを示す。

発明を実施するための形態

- [0015] 以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照しながら説明する。図１に本発明を適用したレーザ装置ＬＳの概要構成図を示す。レーザ装置ＬＳは、信号光を出力する信号光出力部１０と、信号光出力部から出力された信号光を増幅して出射する増幅部２０と、増幅部から出力された増幅光を波長変換して出力する波長変換部３０と、これらの作動を制御する制御装置５０とを備えて構成される。
- [0016] 信号光出力部１０は、シード光を発生する信号光源１１と、信号光源１１から出射されたシード光の一部を切り出して出力する電気光学変調器（ＥＯＭ）１５とを主体として構成される。信号光源１１は、レーザ装置ＬＳの用途及び機能に応じて適宜な波長帯域の光源を用いることができる。本構成形態においては、波長１０６４ｎｍの光を出力可能なＤＦＢ半導体レーザを用いた構成を例示する。ＤＦＢ半導体レーザは、励起電流を制御することによりＣＷまたはパルス発振させることができ、また温度制御することにより所

定の波長範囲で狭帯域化された単一波長のシード光を出射させることができる。

[0017] 電気光学変調器 15 は、信号光源 11 から出射されたシード光の一部を切り出してパルス状の信号光を出力する。本構成例の電気光学変調器 15 はマッハツェンダ型の光変調器であり、制御装置 50 に設けられた EO 制御部 55 により作動が制御される。電気光学変調器 15 により切り出され信号光出力部 10 から出力された信号光は増幅部 20 に入射し、ファイバ光増幅器 21 に入力される。

[0018] 増幅部 20 は、信号光出力部 10 から出力された信号光を増幅するファイバ光増幅器 21 を主体として構成される。波長 1064 nm の信号光を増幅するファイバ光増幅器として、1000～1100 nm の波長帯域に利得を有するイッテルビウム・ドープ・ファイバ光増幅器 (YDFA) が好適に用いられる。ファイバ光増幅器 21 は、コアにイッテルビウム (Yb) がドープされた増幅用光ファイバ 21a と、Yb を励起する励起光源 21b と、励起光源 21b から出射された励起光を増幅用光ファイバ 21a に導く導光用光ファイバ 21c と、導光用光ファイバ 21c とを増幅用光ファイバ 21a に結合するポンプコンバイナ 21d などから構成される。

[0019] 波長変換部 30 は、増幅部 20 から出力された増幅後の信号光を波長変換して出力する。波長変換部 30 の具体的な構成は、レーザ装置 LS が用いられるシステムの用途や機能等に応じて適宜に構成でき、例えば波長 190～200 nm の深紫外光を出力するように構成することができる（例えば、特開 2004-86193 号公報、特開 2010-93210 号公報等を参照）。ここでは、波長変換部 30 に、信号光の第 2 高調波発生を行う波長変換光学素子 31 を有する場合について説明する。

[0020] 波長 1064 nm の信号光（基本波）の第 2 高調波発生を行う波長変換光学素子 31 として、例えば、PPLN (Periodically Poled LN) 結晶を好適に用いることができる。なお、PPLT (Periodically Poled LT) 結晶や、LBO (LiB_3O_5) 結晶、BBO ($\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$) 結晶等を用いても

良い。

- [0021] 制御装置 50 は、信号光源 11 や電気光学変調器 15、ファイバ光増幅器 21（励起光源 21b）、を含むレーザ装置全体の作動を制御するコントロールユニットである。制御装置 50 には、詳細図示を省略するが、レーザ装置 LS の制御プログラムや各種パラメータが格納された記憶部、制御プログラムに基づいて演算処理を実行する演算処理部、EO 制御部 55 を例示するように各部を駆動するドライバなどが設けられている。また、レーザ装置のオペレータが操作するキーボードや各種のスイッチ類、制御プログラムの実行状態や各種アラーム等を表示する表示パネルやランプ類などが操作盤に設けられている。
- [0022] 本構成形態では、制御装置 50 は、信号光源 11 から繰り返し周波数 2 MHz、ON 時間が 10 nsec 程度の長パルス状のシード光 L_{sp} を出射させ、これを電気光学変調器 15 により切り出して ON 時間が 1 nsec 程度の短パルス状の信号光 S_{sp} を発生させて、レーザ光発生部 10 から出力させる。レーザ光発生部 10 から出力された信号光 S_{sp} は、増幅部 20 のファイバ光増幅器 21 により増幅させ、増幅された信号光（以下、便宜的に「増幅光」という） A_{sp} を出力するように制御する。
- [0023] 電気光学変調器 15 は干渉を利用した光強度変調器であるため、電気光学変調器 15 のオフ時にシード光 L_{sp} が漏れ出ないようにバイアス電圧を設定する必要がある。特にマッハツェンダ型の電気光学変調器は、干渉計を構成する 2 本の光路の光路長差を一定にする（位相差を $1/2$ 波長にする）バイアス電圧が時間的に変化して消光比が変化する。このため、高い消光比を維持するためには、バイアス電圧を適宜調整する必要がある。
- [0024] レーザ装置 LS では、電気光学変調器 15 のバイアス電圧調整に、波長変換光学素子 31 における波長変換効率の変化、より具体的には、波長変換光学素子 31 で発生した波長 532 nm のパルス光（以下、便宜的に「変換光」という） C_{sp} の強度変化を利用する。よく知られているように、非線形光学結晶における波長変換効率は入射光の強度に比例し、変換光のパワーは入

射光強度の2乗に比例する。

[0025] レーザ装置LSでは、波長変換光学素子31の出射側に変換光Cspを検出する光検出器（本明細書において「変換光検出器」という）37を設け、EO制御部55は、変換光検出器37により検出される変換光Cspの強度が最大になるときの印加電圧に基づいて、電気光学変調器15のバイアス電圧を調整する。

[0026] 具体的には、波長変換光学素子31の出射側に、波長532nmの光の一部（例えば1%程度）を反射する部分反射鏡またはWDMカプラ等の導出素子36を設け、導出素子36により導出された変換光Cspを変換光検出器37により検出する。変換光検出器37は、波長532nmを含む波長帯域に検出感度を有するものであれば良く、時定数が比較的長い（例えばmsecオーダーの）光検出器を用いることができる。このような光検出器によって検出される変換光の強度は、電気光学変調器15により切り出される信号光Sspの切り出し時間（nsecオーダー）よりも長い時間幅における変換光Cspの平均パワーを検出することになる。変換光検出器37の検出信号はEO制御部55に入力される。

[0027] EO制御部55は、演算処理を行う処理回路55a、電気光学変調器15に印加するバイアス電圧（DCバイアス電圧）を調整するバイアス調整回路55b、電気光学変調器15をオン・オフ駆動するEOドライバ55cなどから構成される。処理回路55aは、前記シード光を出力させた状態において、バイアス調整回路55bにより電気光学変調器15に印加するバイアス電圧を変化させ、変換光検出器37により検出される変換光Cspのパワーが実質的に最大になったときの印加電圧に基づいて、消光比が最大となるバイアス電圧（「最適バイアス電圧」という）を導出する。バイアス調整回路55bは、処理回路55aにより導出された最適バイアス電圧に基づき、電気光学変調器15に印加するバイアス電圧を調整設定する。

[0028] 図2に、電気光学変調器15に印加するDC電圧Viと、電気光学変調器15を透過する波長1μm帯の光の強度との関係を示す。図のように、電気光

学変調器 15 を透過する透過光の強度は、電気光学変調器 15 に印加する DC 電圧 V_i の増減に対して正弦波状に変化する。パルス切り出しを行う際の DC バイアス電圧の最適値は、電気光学変調器 15 の透過率が最小となる電圧 V_{opt} である。

[0029] 図 3 に、電気光学変調器 15 に入射するシード光 L_{sp} 、及び電気光学変調器 15 によりシード光 L_{sp} の一部が切り出される様子を模式的に示し、図 4 に、波長変換光学素子 31 から出射する変換光 C_{sp} の様子を模式的に示す。両図における横軸は時間、縦軸は光強度である。また、図 4 における (a) は電気光学変調器 15 に印加するバイアス電圧が最適バイアス電圧 V_{opt} からずれた状態のとき、(b) は電気光学変調器 15 に印加するバイアス電圧が最適バイアス電圧 V_{opt} に調整設定された状態を示す。なお、図 4 では、バイアス電圧が最適バイアス電圧 V_{opt} に調整設定された状態のときと、そうでないときとの相違を理解容易にするため、変換光 C_{sp} の波形を誇張して表現している。

[0030] 図 3 に示されるように、信号光源 11 から電気光学変調器 15 に入射するシード光 L_{sp} は、周波数が 2 MHz、ON 時間が 10 nsec 程度の長パルス状であり、電気光学変調器 15 に印加するバイアス電圧が最適バイアス電圧 V_{opt} に調整設定された状態（消光比が高い状態）では、ここから 1 nsec 程度が切り出された矩形短パルス状の信号光 S_{sp} が電気光学変調器 15 から出力される。しかし、電気光学変調器 15 に印加するバイアス電圧が最適バイアス電圧 V_{opt} からずれた状態では、電気光学変調器 15 がオフ状態のときにシード光 L_{sp} を十分に遮光することができず、このとき電気光学変調器 15 から出力される信号光は、1 nsec の短パルス部を挟む前後にシード光 L_{sp} が漏れ出してハット状の波形となる。

[0031] そのため、電気光学変調器 15 に印加するバイアス電圧が最適バイアス電圧 V_{opt} からずれた状態では、電気光学変調器 15 がオフ状態のときに漏れ出したシード光も増幅及び波長変換され、波長変換光学素子 31 から出力される波長 532 nm の変換光 C_{sp} は、図 4 (a) に示されるように、1 nsec の

短パルス部を挟む前後に鏝部を有するハット状の波形になる。このとき、ファイバ光増幅器 21 では鏝部の増幅に利得が食われ、短パルス部のピークパワーが低下する。前述したように、波長変換光学素子における波長変換効率は入射光の強度に比例し、変換光 C_{sp} のパワーは入射光強度の 2 乗に比例する。そのため、波長変換光学素子 31 から出力される波長 532 nm の変換光 C_{sp} は、パルス波形がハット状に崩れ、かつピークパワー P_{sp} （及び平均パワー）が低いものとなる。

[0032] 一方、バイアス電圧が最適バイアス電圧 V_{opt} に調整設定された状態では、電気光学変調器 15 がオフ状態のときにシード光が十分に遮光されるため鏝部がほとんど生じず、波長変換光学素子 31 から出力される波長 532 nm の変換光 C_{sp} は、図 4（b）に示されるように、 1 nsec の短パルス部のみからなる綺麗な矩形短パルス状の波形になる。このとき、ファイバ光増幅器 21 では、利得が短パルス部の増幅に有効に寄与しピークパワーが高い増幅光が波長変換光学素子 31 に入射する。そのため、波長変換光学素子 31 から出力される波長 532 nm の変換光 C_{sp} は、ピークパワー P_{sp} （及び平均パワー）が高く、鏝部のない綺麗な矩形パルスとなる。

[0033] このため、変換光検出器 37 により検出される変換光 C_{sp} のパワーが最大値になるようにバイアス電圧を調整することで、電気光学変調器 15 のバイアス電圧を最適バイアス電圧 V_{opt} に設定することができる。これにより、電気光学変調器 15 のバイアス調整を的確に行い、漏れ光が生じない状態に設定することができる。

[0034] 電気光学変調器 15 のバイアス調整は、使用する電気光学変調器 15 のバイアス電圧の変化状況等に応じて適宜行うように構成することができ、例えば、レーザ装置 LS の起動時、あるいは稼働中の所定時間ごとに実行し、あるいは、オペレータの調整指示操作に基づいて実行するように構成することができる。

[0035] 従って、以上説明した電気光学変調器の調整方法及びレーザ装置 LS によれば、高速のディテクタやオシロスコープ等を用いることなく、容易に電気

光学変調器 15 のバイアス電圧を最適化することができる。そして、時間的な S N 比が高く、綺麗な波形の増幅短パルス光を出力するレーザ装置を提供することができる。

[0036] 以上の説明では、光増幅器としてイッテルビウム・ドープ・ファイバ光増幅器 (Y D F A) を用いた構成を例示したが、信号光の波長や光増幅器の形態は異なるものであっても良く、例えば、エルビウム・ドープ・ファイバ光増幅器 (E D F A) や、バルクの増幅媒体を用いた光増幅器などであっても良い。また、波長変換部 30 はレーザ装置が適用されるシステムの用途及び機能に応じて適宜に構成することができ、例えば波長 193 nm の変換光を出力するように構成することができる。

[0037] 上記の通り、種々の実施の形態および変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。

[0038] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国出願 2011 年第 027884 号 (2011 年 2 月 10 日)

請求の範囲

[請求項1]

シード光を出力する信号光源と、前記信号光源から出力されたシード光の一部を切り出してパルス状の信号光を出力する電気光学変調器と、前記電気光学変調器から出力された信号光を増幅する光増幅器と、前記光増幅器により増幅された信号光を波長変換する波長変換光学素子とを備えたレーザ装置における電気光学変調器の調整方法であって、

レーザ装置において、

前記シード光を出力させた状態で、前記波長変換光学素子により波長変換された信号光を変換光検出器により検出し、

前記変換光検出器により検出される波長変換後の信号光の強度が実質的に最大になるときの印加電圧に基づいて、前記電気光学変調器のバイアス電圧を調整するレーザ装置における電気光学変調器の調整方法。

[請求項2]

レーザ装置であって、

シード光を出力する信号光源と、

前記信号光源から出力されたシード光の一部を切り出して信号光を出力する電気光学変調器と、

前記電気光学変調器から出力された信号光を増幅する光増幅器と、

前記光増幅器により増幅された信号光を波長変換する波長変換光学素子と、

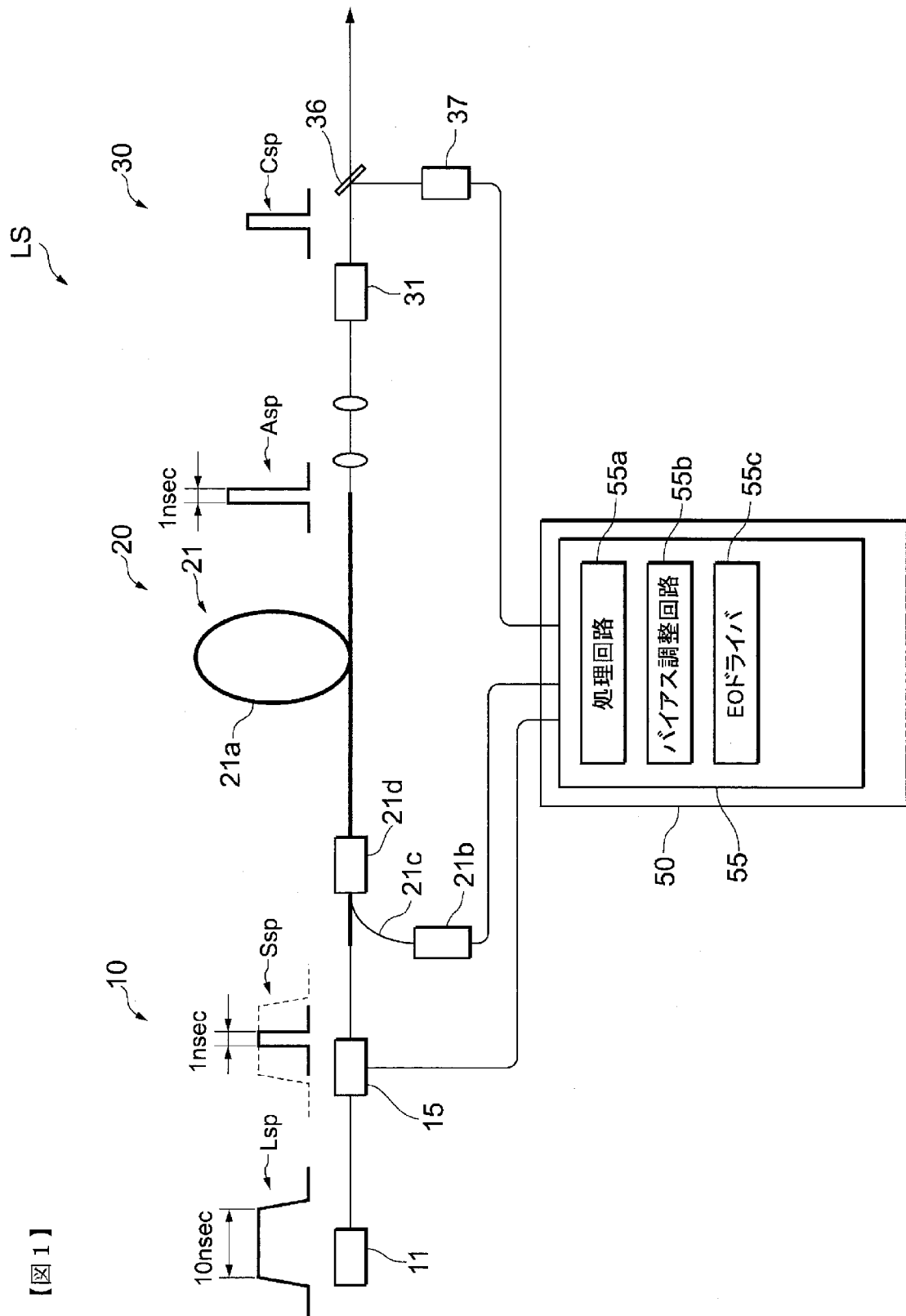
前記波長変換光学素子により波長変換された信号光を検出する変換光検出器と、

前記電気光学変調器の作動を制御するE O制御部とを備え、

前記E O制御部が、前記シード光を出力させた状態において、前記変換光検出器により検出される波長変換後の信号光の強度が実質的に最大になるときの印加電圧に基づいて、前記電気光学変調器のバイアス電圧を調整するように構成したレーザ装置。

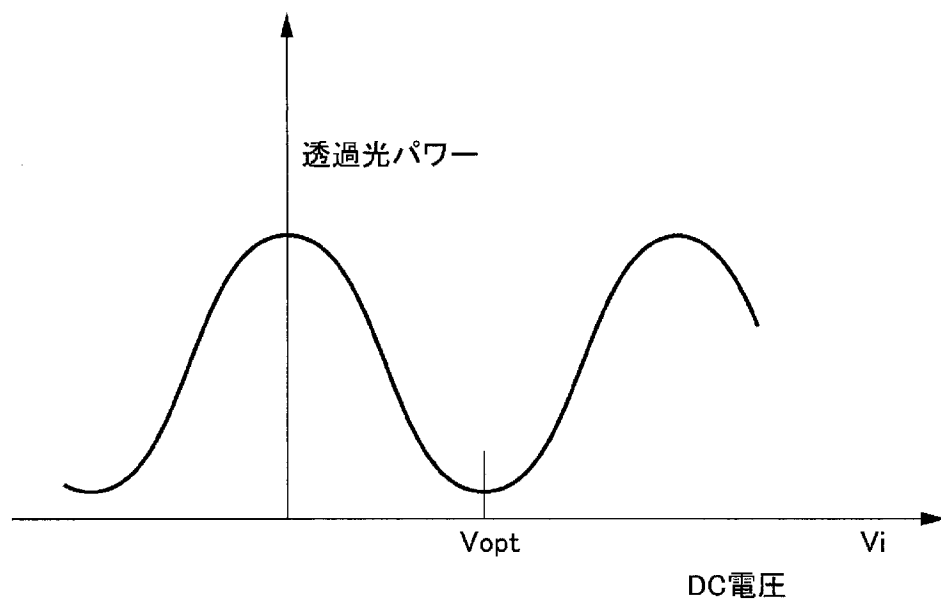
- [請求項3] 請求項2に記載のレーザ装置において、
前記電気光学変調器がマッハツェンダ型の光変調器であるレーザ装置。
- [請求項4] 請求項2または3に記載のレーザ装置において、
前記E O制御部は、前記シード光を出力させた状態で、前記電気光学変調器による前記信号光の切り出し時間よりも長い時間幅における波長変換後の信号光の平均パワーが実質的に最大になるときの印加電圧に基づいて、前記電気光学変調器のバイアス電圧を調整するように構成したレーザ装置。

[図1]



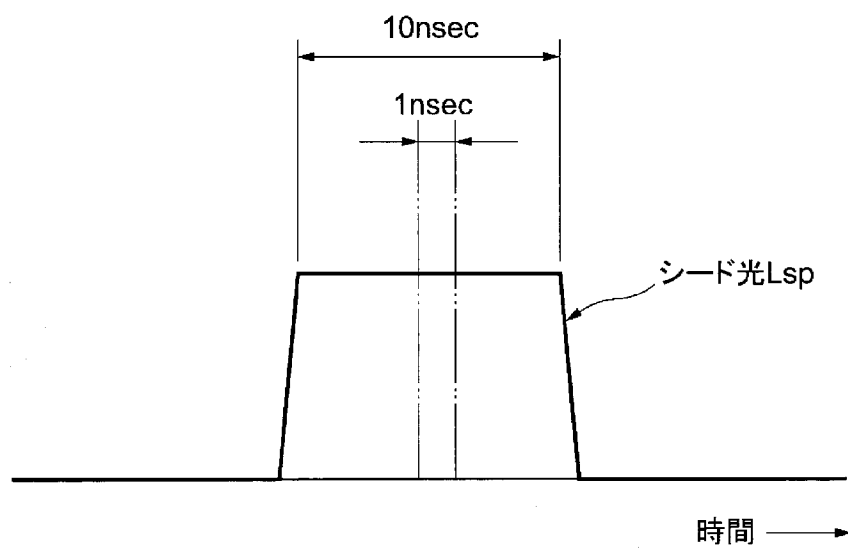
[図2]

【図 2】



[図3]

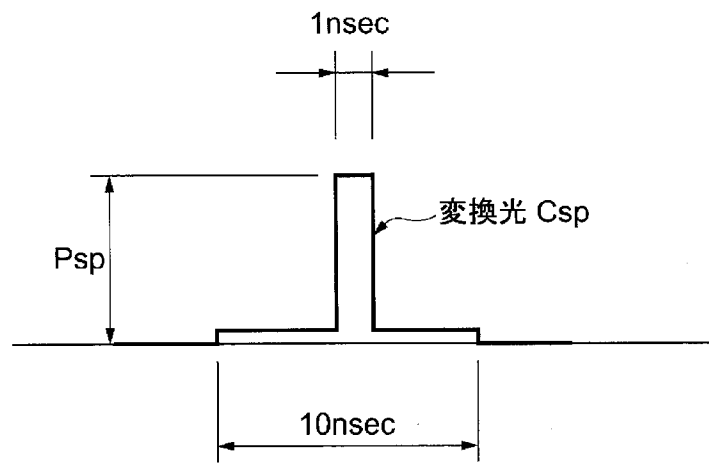
【図3】



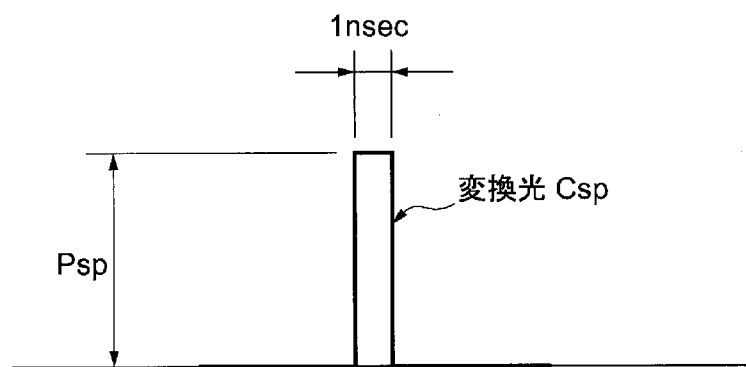
[図4]

【図 4】

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/053134

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/03(2006.01)i, G02F1/37(2006.01)i, H01S3/06(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)

G02F1/03, G02F1/37, H01S3/06

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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII), IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-544049 A (Mobius Photonics, Inc.), 10 December 2009 (10.12.2009), paragraphs [0038], [0040] to [0043], [0073]; fig. 1 & US 2008/0013163 A1 & WO 2008/008678 A2	1-4
Y	JP 2009-294580 A (Yokogawa Electric Corp.), 17 December 2009 (17.12.2009), claims 1, 2; paragraph [0015]; fig. 1 (Family: none)	1-4

☐ 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
23 February, 2012 (23.02.12)

Date of mailing of the international search report
06 March, 2012 (06.03.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02F1/03(2006.01)i, G02F1/37(2006.01)i, H01S3/06(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. G02F1/03, G02F1/37, H01S3/06

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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII), IEEE Xplore

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	JP 2009-544049 A (モビアス フォトニクス, インク.) 2009.12.10, [0038], [0040]-[0043], [0073], 図 1 & US 2008/0013163 A1 & WO 2008/008678 A2	1-4
Y	JP 2009-294580 A (横河電機株式会社) 2009.12.17, [請求項 1], [請求項 2], [0015], 図 1 (ファミリーなし)	1-4

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 3 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 3 . 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)

川口 聖司

2 X

4 4 0 8

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