

(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
2022年1月27日(27.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/018850 A1

(51) 国際特許分類:

H01S 3/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/028413

(22) 国際出願日: 2020年7月22日(22.07.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

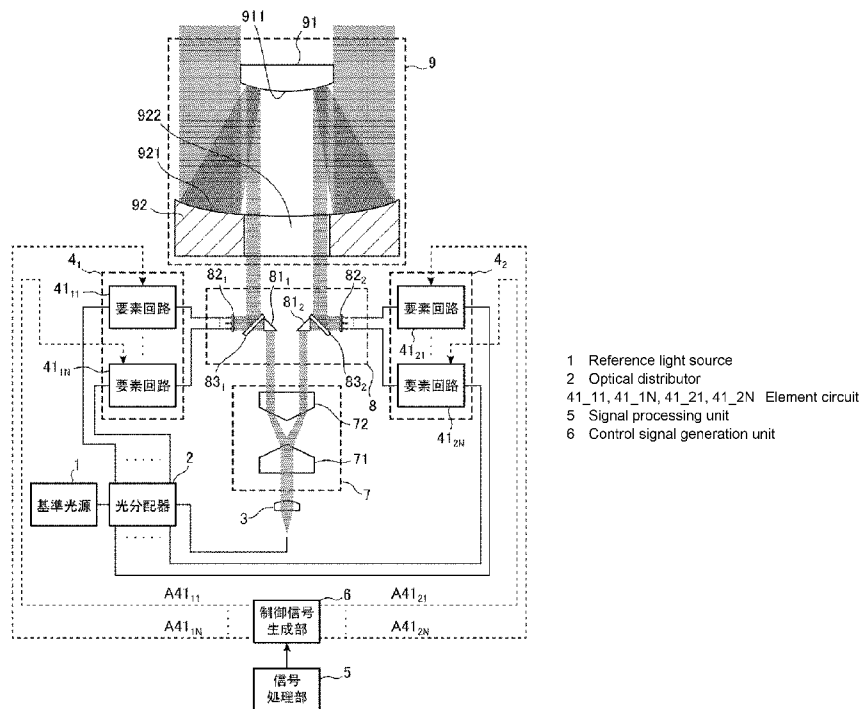
(72) 発明者: 藤江 彰裕(FUJIE, Akihiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木 貴敬

(SUZUKI, Takahiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 竹本 裕太(TAKEMOTO, Yuta); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 秋山 智浩(AKIYAMA, Tomohiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 安藤 俊行(ANDO, Toshiyuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人山王内外特許事務所 (SANNO PATENT ATTORNEYS OFFICE); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目12番4号 赤坂山王センタービル5階 Tokyo (JP).

(54) Title: LASER DEVICE

(54) 発明の名称: レーザ装置



(57) Abstract: This laser device is provided with a sub-array creation unit which turns multiple signal lights obtained from a single laser into a sub-array, a spatial distribution unit (7) which converts locally emitted light obtained from the laser beam into a form in which the light is arranged in positions other than the optical axis center, and a wave combining unit which generates an interference signal light by combining signal light that has been turned into sub-arrays by the sub-array creation unit and locally emitted light after conversion by the spatial distribution unit (7), and which emits said



(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

interference signal light into space.

(57) 要約: 単一のレーザ光から得られた複数の信号光をサブアレイ化するサブアレイ化部と、レーザ光から得られた局発光を、光軸中心を除く位置に光が配置された形状に変換する空間分配部(7)と、サブアレイ化部によるサブアレイ化後の信号光及び空間分配部(7)による変換後の局発光を合波することで干渉信号光を生成し、当該干渉信号光を空間に出射する合波部とを備えた。

明 細 書

発明の名称： レーザ装置

技術分野

[0001] 本開示は、信号光を空間に出射するレーザ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、コヒーレント結合（Coherent Beam Combining：CBC）技術を用い、高出力なレーザ光である信号光を空間に出射するレーザ装置が知られている（例えば特許文献1参照）。CBC技術は、単一のレーザ光を複数のレーザ光に分割し、それらのレーザ光を増幅してからコヒーレントに結合する技術である。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2000-323774号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 一方、従来のレーザ装置において、信号光を遠方の通信局又はターゲットに伝送する場合、信号光を遠方に集光するための望遠鏡光学系が必要である。

[0005] この望遠鏡光学系としては、振動等の周囲環境変動に強いカセグレン反射光学系が挙げられる。カセグレン反射光学系は、入射されたレーザ光のビーム径を拡大する副鏡と、副鏡による拡大後のレーザ光を空間に出射する主鏡とを有する。

[0006] しかしながら、従来のレーザ装置は、カセグレン反射光学系と組合わせて使用する場合、副鏡からの高出力な戻り光による発熱を回避する目的で、環状鏡を用いてレーザ光の中心部を取除いた上で副鏡に入射させる必要がある。よって、従来のレーザ装置は、カセグレン反射光学系と組合わせて使用すると、レーザ光の中心部を取除いた分、レーザ光の利用効率が低下する。

[0007] 本開示は、上記のような課題を解決するためになされたもので、カセグレン反射光学系と組合せて使用される場合でも、従来構成に対してレーザ光の利用効率を向上可能なレーザ装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示に係るレーザ装置は、単一のレーザ光から得られた複数の信号光をサブアレイ化するサブアレイ化部と、レーザ光から得られた局発光を、光軸中心を除く位置に光が配置された形状に変換する空間分配部と、サブアレイ化部によるサブアレイ化後の信号光及び空間分配部による変換後の局発光を合波することで干渉信号光を生成し、当該干渉信号光を空間に出射する合波部とを備えたことを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、上記のように構成したので、カセグレン反射光学系と組合せて使用される場合でも、従来構成に対してレーザ光の利用効率を向上可能となる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]実施の形態1に係るレーザ装置の構成例を示す図である。
[図2]実施の形態1における要素回路の構成例を示す図である。
[図3]実施の形態1におけるコリメータアレイの構成例を示す図である。
[図4]実施の形態1に係るレーザ装置で用いられる信号光及び局発光による干渉信号光のビーム配置例を示すイメージ図である。
[図5]実施の形態2に係るレーザ装置の構成例を示す図である。
[図6]実施の形態2に係るレーザ装置で用いられる信号光及び局発光による干渉信号光のビーム配置例を示すイメージ図である。
[図7]実施の形態3に係るレーザ装置の構成例を示す図である。
[図8]実施の形態3における円錐プリズムの駆動例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

実施の形態 1.

図 1 は実施の形態 1 に係るレーザ装置の構成例を示す図である。

レーザ装置は、図 1 に示すように、基準光源 1、光分配器 2、コリメータレンズ 3、K 個の回路アレイ 4_k、信号処理部 5、制御信号生成部 6、空間分配部 7、導入結合部 8 及びカセグレン反射光学系 9 を備えている。ここで、 $k = 1 \sim K$ であり、実施の形態 1 では $K = 2$ である。

[0012] 基準光源 1 は、単一周波数のレーザ光を出力する。基準光源 1 としては、例えば、シングルモードで発振する狭線幅レーザ光源が使用可能である。

[0013] 光分配器 2 は、基準光源 1 により出力されたレーザ光を、単一の局発光及び $K \times N$ 個の信号光に分配する。N は 2 以上の自然数である。

[0014] 基準光源 1 及び光分配器 2 は、光ファイバ等の光路を介して接続されている。

[0015] コリメータレンズ 3 は、光分配器 2 により得られた局発光をコリメート状態にする光学レンズである。

[0016] 回路アレイ 4_k は、光分配器 2 により得られた信号光のうちの N 個の信号光に対し、それぞれ可変位相変調（可変位相制御）を施す光フェーズドアレイである。回路アレイ 4_k は、図 1 に示すように、並列に配置された N 個の要素回路 4 1_{k n} により構成されている。ここで、 $n = 1 \sim N$ である。

[0017] 要素回路 4 1_{k n} は、図 2 に示すように、光位相変調器（光位相制御器）4 1 1_{k n}、光増幅器 4 1 2_{k n}、光サーキュレータ 4 1 3_{k n}、光電変換器（光検出器）4 1 4_{k n} 及び位相同期回路 4 1 5_{k n} を有している。また、位相同期回路 4 1 5_{k n} は、図 2 に示すように、基準信号源 4 1 6_{k n}、可変移相器 4 1 7_{k n}、位相比較器 4 1 8_{k n}、ループフィルタ 4 1 9_{k n} 及び信号生成器 4 2 0_{k n} を有している。

[0018] 光位相変調器 4 1 1_{k n} は、光分配器 2 により得られた信号光の位相を変調する可変位相制御器である。光位相変調器 4 1 1_{k n} における変調量は、位相同期回路 4 1 5_{k n} が有する信号生成器 4 2 0_{k n} により生成された光位相制御信号に従った変調量である。光位相変調器 4 1 1_{k n} としては、例えば LN（

LiNbO₃) 位相変調器又は半導体光変調器が使用可能である。

[0019] 光増幅器 4 1 2_{kn} は、光位相変調器 4 1 1_{kn} による位相変調後の信号光を増幅する。

[0020] 光サーキュレータ 4 1 3_{kn} は、光増幅器 4 1 2_{kn} による増幅後の信号光を、導入結合部 8 に出力する。また、光サーキュレータ 4 1 3_{kn} は、導入結合部 8 により反射された光を、光電変換器 4 1 4_{kn} に出力する。

[0021] 光電変換器 4 1 4_{kn} は、光サーキュレータ 4 1 3_{kn} により出力された光を電気信号に変換する。光電変換器 4 1 4_{kn} としては、例えばフォトダイオードが使用可能である。

[0022] 基準信号源 4 1 6_{kn} は、高周波帯の基準周波数をもつ電気信号（基準信号）を出力する。

[0023] 可変移相器 4 1 7_{kn} は、基準信号源 4 1 6_{kn} により出力された電気信号の位相をシフトさせる。可変移相器 4 1 7_{kn} における位相シフト量は、制御信号生成部 6 により生成された外部制御信号 A 4 1_{kn} に従った位相シフト量である。

[0024] 位相比較器 4 1 8_{kn} は、光電変換器 4 1 4_{kn} により得られた電気信号と可変移相器 4 1 7_{kn} による位相シフト後の電気信号との間の位相誤差に応じた電流又は電圧をもつ位相誤差信号を生成する。

[0025] ループフィルタ 4 1 9_{kn} は、位相比較器 4 1 8_{kn} により生成された位相誤差信号をフィルタリングして制御電圧を生成する。

[0026] 信号生成器 4 2 0_{kn} は、ループフィルタ 4 1 9_{kn} により生成された制御電圧に応じた発振周波数をもつ光位相制御信号を生成する。

[0027] なお、図 2 に示した位相同期回路 4 1 5_{kn} の構成は一例であり、これに限定されない。

[0028] なお図 1 では、回路アレイ 4₁ が有する要素回路 4 1_{1n} の数及び回路アレイ 4₂ が有する要素回路 4 1_{2n} の数が、同数とされている。しかしながら、各回路アレイ 4_k が有する要素回路 4 1_{kn} の数は、異なってもよい。

[0029] 光分配器 2 及び回路アレイ 4_k は、光ファイバ等の光路を介して接続されて

いる。

- [0030] 信号処理部5は、レーザ装置におけるFFP (Far Field Pattern)、又は、所望のカセグレン反射光学系9における出力光の波面形状に基づいて、回路アレイ 4_k における位相シフト量を算出する。
- [0031] 制御信号生成部6は、信号処理部5による算出結果に基づいて、回路アレイ 4_k が有する可変移相器 $4_{17_{kn}}$ に対する外部制御信号 $A_{4_{1_{kn}}}$ を生成する。
- [0032] 空間分配部7は、コリメータレンズ3によりコリメート状態にされた局発光(コリメート光)を、光軸中心を除く位置に光が配置された形状に変換する。図1に示す空間分配部7は、円錐プリズム71及び円錐プリズム72から構成される。
- [0033] 円錐プリズム71は、軸方向における一方の面が円錐状に構成され、他方の面が平面状に構成されたプリズムである。円錐プリズム71は、上記他方の面がコリメータレンズ3の出射面に対向し、コリメータレンズ3によりコリメート状態にされた局発光を屈折させて空間分配する。
- [0034] 円錐プリズム72は、軸方向における一方の面が円錐状に構成され、他方の面が平面状に構成されたプリズムである。円錐プリズム72は、上記一方の面が円錐プリズム71の上記一方の面に対向し、円錐プリズム71による空間分配後の局発光を円環状の局発光に変換する。なお、円錐プリズム72は、円錐レンズ、球面レンズ又はアクロマートレンズ等のレンズでもよい。
- [0035] なお上記では、円錐プリズム71及び円錐プリズム72から構成された空間分配部7が、局発光を円環状に変換する場合を示した。しかしながら、これに限らず、空間分配部7は、プリズム又はレンズを用い、局発光を、円環状以外の環状、例えば角環状に変換してもよい。
- [0036] 導入結合部8は、回路アレイ 4_k による可変位相変調後の信号光をN個ずつKセットにサブアレイ化し、当該サブアレイ化後の信号光及び空間分配部7により得られた局発光を合波して空間に出射する。導入結合部8は、図1に示すように、反射鏡 8_{1_k} 、コリメータアレイ 8_{2_k} 、ビームコンバイナ 8_{3_k}

から構成されている。

[0037] 反射鏡 $8\ 1_k$ は、空間分配部 7 による変換後の局発光を反射する。反射鏡 $8\ 1_k$ は、直角プリズムでもよい。

[0038] コリメータアレイ $8\ 2_k$ は、図 3 に示すように、 N 個の部分反射器 $8\ 2\ 1_{k\ n}$ 及び N 個の光コリメータ $8\ 2\ 2_{k\ n}$ を有している。

[0039] 部分反射器 $8\ 2\ 1_{k\ n}$ は、回路アレイ 4_k による可変位相変調後の信号光のうちの一部を反射し、残りを通過させる。上記反射は、部分反射器 $8\ 2\ 1_{k\ n}$ に代えて、部分反射光学系又はファイバ端で生じるフレネル反射を利用して実現してもよい。また、部分反射器 $8\ 2\ 1_{k\ n}$ は、ビームコンバイナ $8\ 3_k$ を通過した局発光を通過させる。

また上記では、上記可変位相変調後の信号光のうちの一部を反射する場合を示したが、これに限らず、当該信号光のうちの一部を屈折させてもよい。

[0040] 光コリメータ $8\ 2\ 2_{k\ n}$ は、部分反射器 $8\ 2\ 1_{k\ n}$ を通過した信号光をコリメート状態にする。

[0041] ビームコンバイナ $8\ 3_k$ は、コリメータアレイ $8\ 2_k$ によりコリメート状態にされた信号光と、反射鏡 $8\ 1_k$ により反射された局発光とを合波してカセグレン反射光学系 9 側へと出射する。また、ビームコンバイナ $8\ 3_k$ は、反射鏡 $8\ 1_k$ により反射された局発光の一部を通過させ、部分反射器 $8\ 2\ 1_{k\ n}$ へと出射する。

[0042] これらの反射鏡 $8\ 1_k$ 、コリメータアレイ $8\ 2_k$ 及びビームコンバイナ $8\ 3_k$ は、図 4 に示すように、アキシコン光学系 9 1 の形状に合わせて、アキシコン光学系 9 1 の中心部を避けて、円環状に配置される。図 4 において符号 401 は、信号光と局発光とが合波することで生成された干渉信号光を示している。

[0043] なお、導入結合部 8 は、「単一のレーザ光から得られた複数の信号光をサブアレイ化するサブアレイ化部」及び「サブアレイ化部によるサブアレイ化後の信号光及び空間分配部による変換後の局発光を合波することで干渉信号光を生成し、当該干渉信号光を空間に出射する合波部」に相当する。

[0044] カセグレン反射光学系 9 は、導入結合部 8 による合波後の光のビーム径を拡大又は縮小する。カセグレン反射光学系 9 は、図 1 に示すように、副鏡であるアキシコン光学系 9 1 及び主鏡であるアキシコン光学系 9 2 から構成される。

[0045] アキシコン光学系 9 1 は、凸型の略円板形状に構成され、反射面 9 1 1 を有している。反射面 9 1 1 は、入射された光のビーム径（内径及び外径）を拡大する。反射面 9 1 1 は、曲面状に突き出し、曲面の頂点がアキシコン光学系 9 1 の中心に位置するように構成されている。アキシコン光学系 9 1 は、反射面 9 1 1 が導入結合部 8 と対向するように配置されている。

[0046] アキシコン光学系 9 2 は、凹型の略円板形状に構成され、反射面 9 2 1 及び孔 9 2 2 を有している。反射面 9 2 1 は、アキシコン光学系 9 1 による拡大後の光を空間に出射する。反射面 9 2 1 は、曲面状に窪み、曲面の頂点がアキシコン光学系 9 2 の中心に位置するように構成されている。反射面 9 2 1 の径は、反射面 9 1 1 の径より大きい。孔 9 2 2 は、反射面 9 2 1 の頂点を軸心に構成された貫通孔である。アキシコン光学系 9 2 は、孔 9 2 2 の軸心が、導入結合部 8 からの光の光軸に沿うように配置されている。また、アキシコン光学系 9 2 は、反射面 9 2 1 が反射面 9 1 1 に対向し、且つ、反射面 9 2 1 の軸心が反射面 9 1 1 の軸心に一致するように配置されている。

[0047] なお図 1 では、レーザ装置がカセグレン反射光学系 9 を備えた場合を示した。しかしながら、これに限らず、カセグレン反射光学系 9 は、レーザ装置の外部に設けられていてもよい。

また図 1 では、レーザ装置が、基準光源 1、光分配器 2、コリメータレンズ 3、K 個の回路アレイ 4_k、信号処理部 5 及び制御信号生成部 6 を備えた場合を示した。しかしながら、これに限らず、基準光源 1、光分配器 2、コリメータレンズ 3、K 個の回路アレイ 4_k、信号処理部 5 及び制御信号生成部 6 は、レーザ装置の外部に設けられていてもよい。

[0048] 実施の形態 1 に係るレーザ装置は、従来構成に対し、空間分配部 7 及び導入結合部 8 及びカセグレン反射光学系 9 を付加している。

そして、実施の形態 1 に係るレーザ装置は、単一の局発光を空間分配部 7 にて、光軸中心を除く位置に光が配置された形状に変換し、導入結合部 8 にて、カセグレン反射光学系 9 の側面から複数のサブアレイ化した信号光を導入し、コヒーレントに合成する。

これにより、実施の形態 1 に係るレーザ装置は、カセグレン反射光学系 9 の主鏡であるアキシコン光学系 9 2 に蹴られなくビームを配置可能となる。

[0049] 実施の形態 1 に係るレーザ装置は、従来構成と比較し、以下のような効果を奏する。

[0050] まず、従来構成は、アキシコン光学系を構成する副鏡からの反射戻り光を回避するため、環状鏡によりレーザ光の中心部を取除く必要があり、レーザ光の利用効率が低下する。これに対し、実施の形態 1 に係るレーザ装置は、光軸中心を除く位置に光が配置された形状に変換した局発光と複数のサブアレイ化後の信号光とを結合させ、カセグレン反射光学系 9 に入射する。これにより、このレーザ装置は、レーザ光の中心部を取除くことなくビームを生成でき、レーザ光の利用効率を向上可能となる。

[0051] また、従来構成は、複数のサブアレイ化された信号光をコヒーレント結合する場合、各信号光のビーム範囲の全てをカバーするため、局発光のビーム径を拡大して均一な振幅及び位相を維持した局発光を生成する必要又はビームスプリッタを大型化する必要があった。この場合、従来構成では、サブアレイ数の増加と共に、波面歪み又は光学アライメント誤差に起因して位相雑音が生じる。これに対し、実施の形態 1 に係るレーザ装置は、局発光を、光軸中心を除く位置に光が配置された形状に変換する。これにより、このレーザ装置は、信号光と結合される局発光のビーム径を小さくできるため、位相雑音を抑制でき、サブアレイ数を増加可能となる。

[0052] 以上のように、この実施の形態 1 によれば、レーザ装置は、単一のレーザ光から得られた複数の信号光をサブアレイ化するサブアレイ化部と、レーザ光から得られた局発光を、光軸中心を除く位置に光が配置された形状に変換する空間分配部 7 と、サブアレイ化部によるサブアレイ化後の信号光及び空

間分配部 7 による変換後の局発光を合波することで干渉信号光を生成し、当該干渉信号光を空間に出射する合波部とを備えた。これにより、実施の形態 1 に係るレーザ装置は、カセグレン反射光学系 9 と組合せて使用される場合でも、従来構成に対し、出力スケーラビリティを確保でき且つ出力光の利用効率の向上が可能となる。

[0053] 実施の形態 2.

実施の形態 1 に係るレーザ装置では、信号光のサブアレイ数が 2 ($K = 2$) である場合を示したが、これに限らない。実施の形態 2 に係るレーザ装置では、信号光のサブアレイ数 (K) を 2 以上の自然数に拡張し、出力光の出射強度向上を図った構成を示す。

[0054] 図 5 は実施の形態 2 に係るレーザ装置の構成例を示す図である。この図 5 に示す実施の形態 2 に係るレーザ装置の構成例は、図 1 に示す実施の形態 1 に係るレーザ装置の構成例に対し、信号光のサブアレイ数が異なる点以外は同じである。

[0055] なお、実施の形態 2 に係るレーザ装置では、回路アレイ 4_k 、反射鏡 8_1_k 、コリメータアレイ 8_2_k 及びビームコンバイナ 8_3_k が、信号光のサブアレイ数分配置される。また、反射鏡 8_1_k 、コリメータアレイ 8_2_k 及びビームコンバイナ 8_3_k は、図 6 に示すように、アキシコン光学系 9 1 の形状に合わせて、アキシコン光学系 9 1 の中心部を避けて、環状に配置される。図 6 において符号 6 0 1 は、信号光と局発光とが合波することで生成された干渉信号光を示している。

[0056] 実施の形態 2 に係るレーザ装置は、従来構成及び実施の形態 1 に係るレーザ装置と比較し、以下のような効果を奏する。

[0057] まず、従来構成では、ビームスプリッタを用いて信号光と局発光を合波しているため、加算できる信号光サブアレイ数は 2 に制限されていた。これに対し、実施の形態 2 に係るレーザ装置は、信号光のサブアレイ数を 2 以上で、隙間なく配置して合成させることができるため、レーザ光を高出力化することができる。更に、このレーザ装置は、レーザ光の中心部を取除くことな

くビームを生成できるため、高い合成効率の光フェーズドアレイを実現できる。

[0058] また、実施の形態2に係るレーザ装置は、信号光と局発光の合波光を2以上のサブアレイ数で任意に配置することができる。更に、このレーザ装置は、各要素回路41_{kn}が有する可変移相器417_{kn}に対して、任意の外部制御信号A41_{kn}を印加することができる。よって、このレーザ装置は、反射鏡81_k、コリメータアレイ82_k及びビームコンバイナ83_kの配置数又は可変移相器417_{kn}に対する外部制御信号A41_{kn}が適切に設計されることで、従来構成又は実施の形態1に係るレーザ装置と比較し、多様な位相分布をもつ出力光を生成することができる。

[0059] 実施の形態3.

実施の形態3では、空間分配部7が有する円錐プリズム72に対し、外部制御による駆動機構を付加し、カセグレン反射光学系9から出射される光のビーム径の可変機能を付加した構成を示す。

図7は実施の形態3に係るレーザ装置の構成例を示す図である。この図7に示す実施の形態3に係るレーザ装置は、図5に示す実施の形態2に係るレーザ装置に対し、信号処理部10及び駆動制御部11が追加されている。その他の構成は、実施の形態2に係るレーザ装置と同様であり、同一の符号を付して異なる部分についてのみ説明を行う。

[0060] 信号処理部10は、所望のビーム径に応じて、円錐プリズム72の駆動量を算出する。

[0061] 駆動制御部11は、信号処理部10により算出された駆動量で、円錐プリズム72を光軸方向に駆動する。

[0062] 図8は、円錐プリズム71と円錐プリズム72との配置例を示す図である。

円錐プリズム71と円錐プリズム72との間の距離が変わると、局発光のビーム径が変化する。よって、実施の形態2に係るレーザ装置は、円錐プリズム72を光軸方向に駆動することで、カセグレン反射光学系9から出射さ

れる光のビーム径を変えることができる。図8において、符号801は円錐プリズム72の駆動方向を示し、符号802は空間分配部7による変換後の局発光のビーム径を示している。

[0063] なお図7, 8では、駆動制御部11が円錐プリズム72を駆動する場合を示した。しかしながら、これに限らず、駆動制御部11は、円錐プリズム72ではなく、円錐プリズム71を駆動してもよいし、円錐プリズム71及び円錐プリズム72の両方を駆動してもよい。

[0064] また図7, 8では、空間分配部7が円錐プリズム71及び円錐プリズム72により構成された場合を示した。しかしながら、空間分配部7がその他のプリズム又はレンズにより構成された場合についても、上記と同様に、信号処理部10及び駆動制御部11による制御を付加可能である。

[0065] また、信号処理部10及び駆動制御部11は、「光学素子のうちの少なくとも1つを軸方向に駆動することで、空間分配部による変換後の局発光のビーム径を変える調整部」に相当する。

[0066] 実施の形態3に係るレーザ装置は、従来構成、実施の形態1及び実施の形態2に係るレーザ装置と比較し、カセグレン反射光学系9を構成する大型なアキシコン光学系91及びアキシコン光学系92を駆動することなく、カセグレン反射光学系9から出射される光のビーム径を変えることができる。

[0067] なお、各実施の形態の自由な組み合わせ、或いは各実施の形態の任意の構成要素の変形、若しくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0068] 本開示に係るレーザ装置は、カセグレン反射光学系と組合せて使用される場合でも、従来構成に対してレーザ光の利用効率の向上が可能となり、信号光を空間に出射するレーザ装置等に用いるのに適している。

符号の説明

[0069] 1 基準光源、2 光分配器、3 コリメータレンズ、4_k 回路アレイ、5 信号処理部、6 制御信号生成部、7 空間分配部、8 導入結合部、

9 カセグレン反射光学系、10 信号処理部、11 駆動制御部、41_{kn} 要素回路、71 円錐プリズム、72 円錐プリズム、81_k 反射鏡、82_k コリメータアレイ、83_k ビームコンバイナ、91 アキシコン光学系、92 アキシコン光学系、411_{kn} 光位相変調器、412_{kn} 光増幅器、413_{kn} 光サーキュレータ、414_{kn} 光電変換器、415_{kn} 位相同期回路、416_{kn} 基準信号源、417_{kn} 可変移相器、418_{kn} 位相比較器、419_{kn} ループフィルタ、420_{kn} 信号生成器、821_{kn} 部分反射器、822_{kn} 光コリメータ。

請求の範囲

- [請求項1] 単一のレーザ光から得られた複数の信号光をサブアレイ化するサブアレイ化部と、
- 前記レーザ光から得られた局発光を、光軸中心を除く位置に光が配置された形状に変換する空間分配部と、
- 前記サブアレイ化部によるサブアレイ化後の信号光及び前記空間分配部による変換後の局発光を合波することで干渉信号光を生成し、当該干渉信号光を空間に出射する合波部と
- を備えたレーザ装置。
- [請求項2] 光位相制御信号に従い、前記レーザ光から得られた複数の信号光に対して可変位相制御を施す光位相制御器と、
- 前記光位相制御器による可変位相制御後の信号光を部分的に反射又は屈折させ、当該部分的に反射又は屈折させた信号光及び前記レーザ光から得られた局発光の合波により生成された干渉信号光を電気信号に変換する光検出器と、
- 前記光検出器により得られた電気信号と基準信号との間の位相誤差に基づいて、前記光位相制御信号を生成する位相同期回路とを備え、
- 前記サブアレイ化部は、前記光位相制御器による可変位相制御後の信号光をコリメートし、当該コリメート後の信号光をサブアレイ化する
- ことを特徴とする請求項1記載のレーザ装置。
- [請求項3] 前記空間分配部は、プリズム又はレンズを含む複数の光学素子を用いて構成された
- ことを特徴とする請求項1記載のレーザ装置。
- [請求項4] 前記空間分配部は、円錐プリズム又は円錐レンズを含む複数の光学素子を用い、前記レーザ光から得られた局発光を円環状に変換する
- ことを特徴とする請求項1記載のレーザ装置。
- [請求項5] 前記光学素子のうちの少なくとも1つを軸方向に駆動することで、

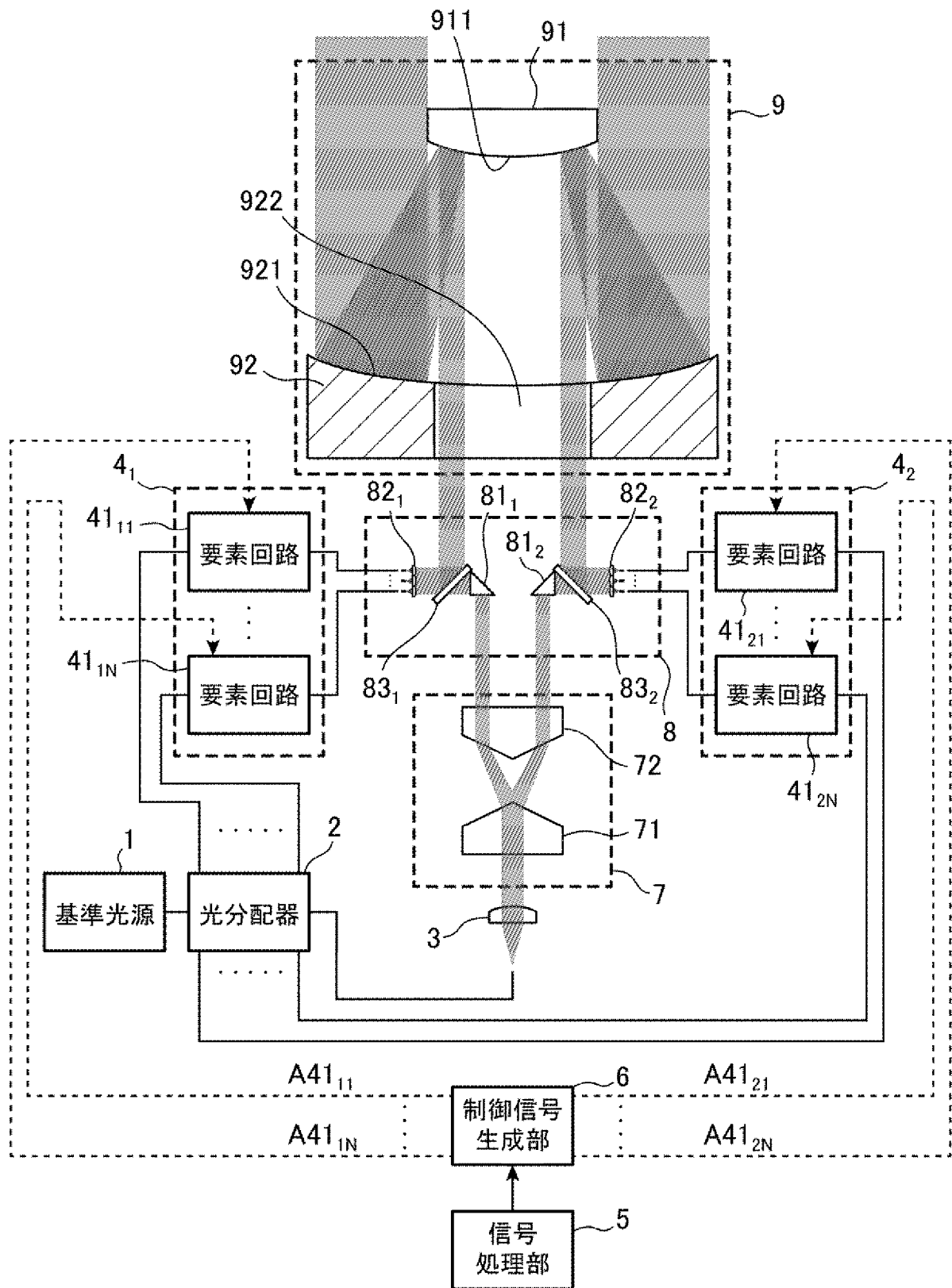
前記空間分配部による変換後の局発光のビーム径を変える調整部を備えた

ことを特徴とする請求項 4 記載のレーザ装置。

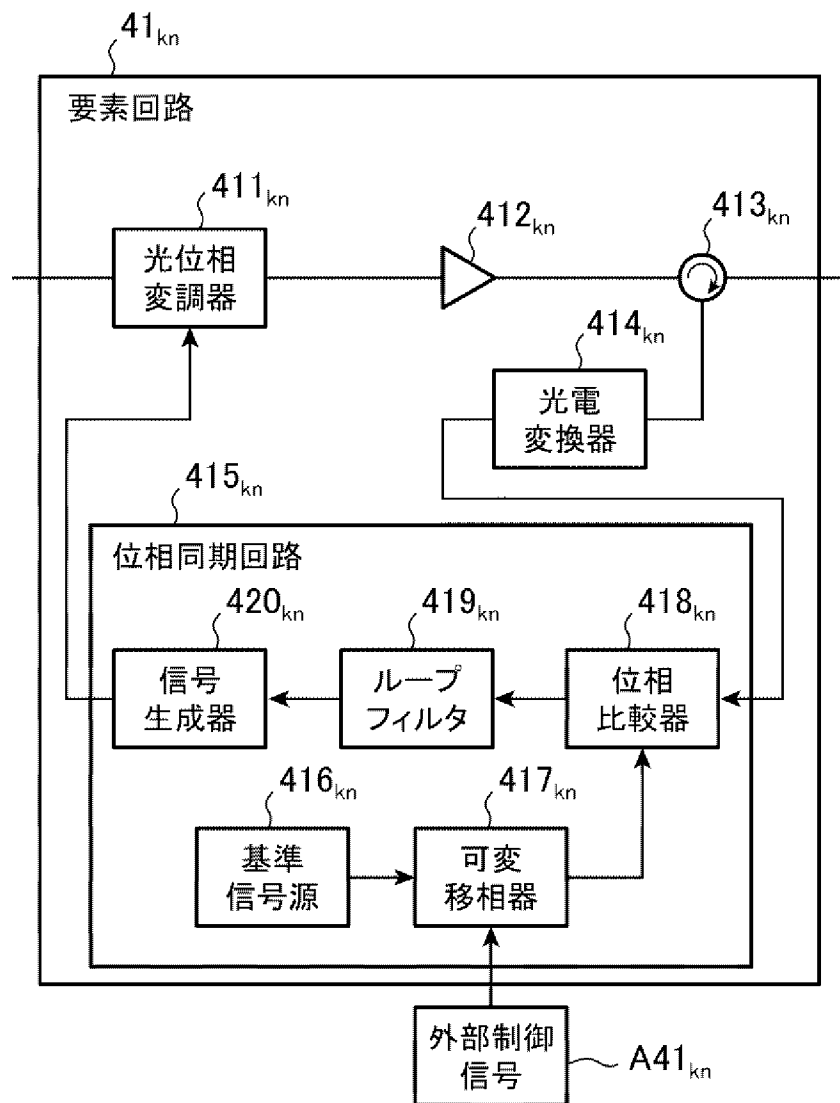
[請求項 6] 前記合波部により出射された干渉信号光のビーム径を拡大又は縮小させるカセグレン反射光学系を備えた

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のうちの何れか 1 項記載のレーザ装置。

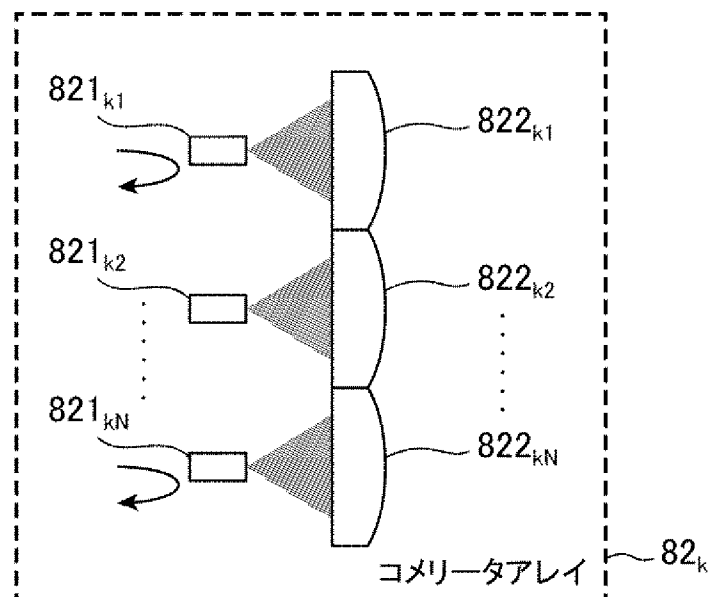
[図1]



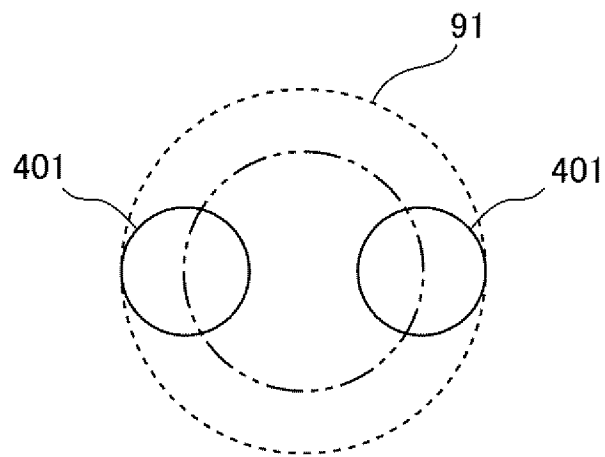
[図2]



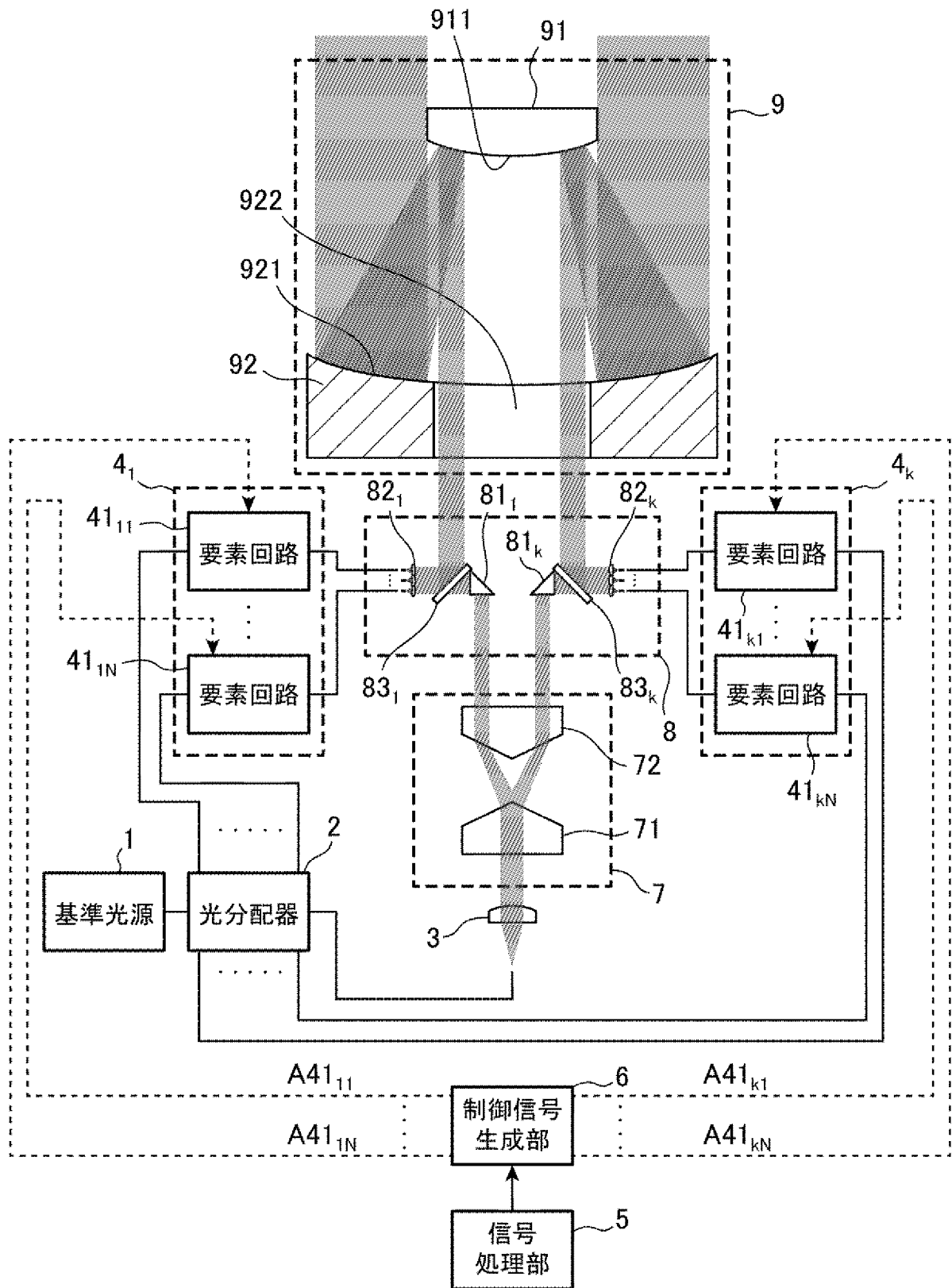
[図3]



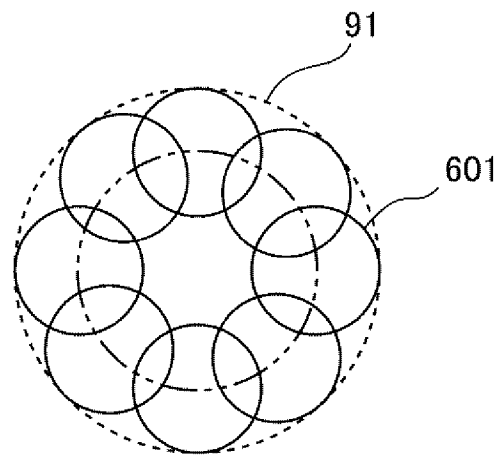
[図4]



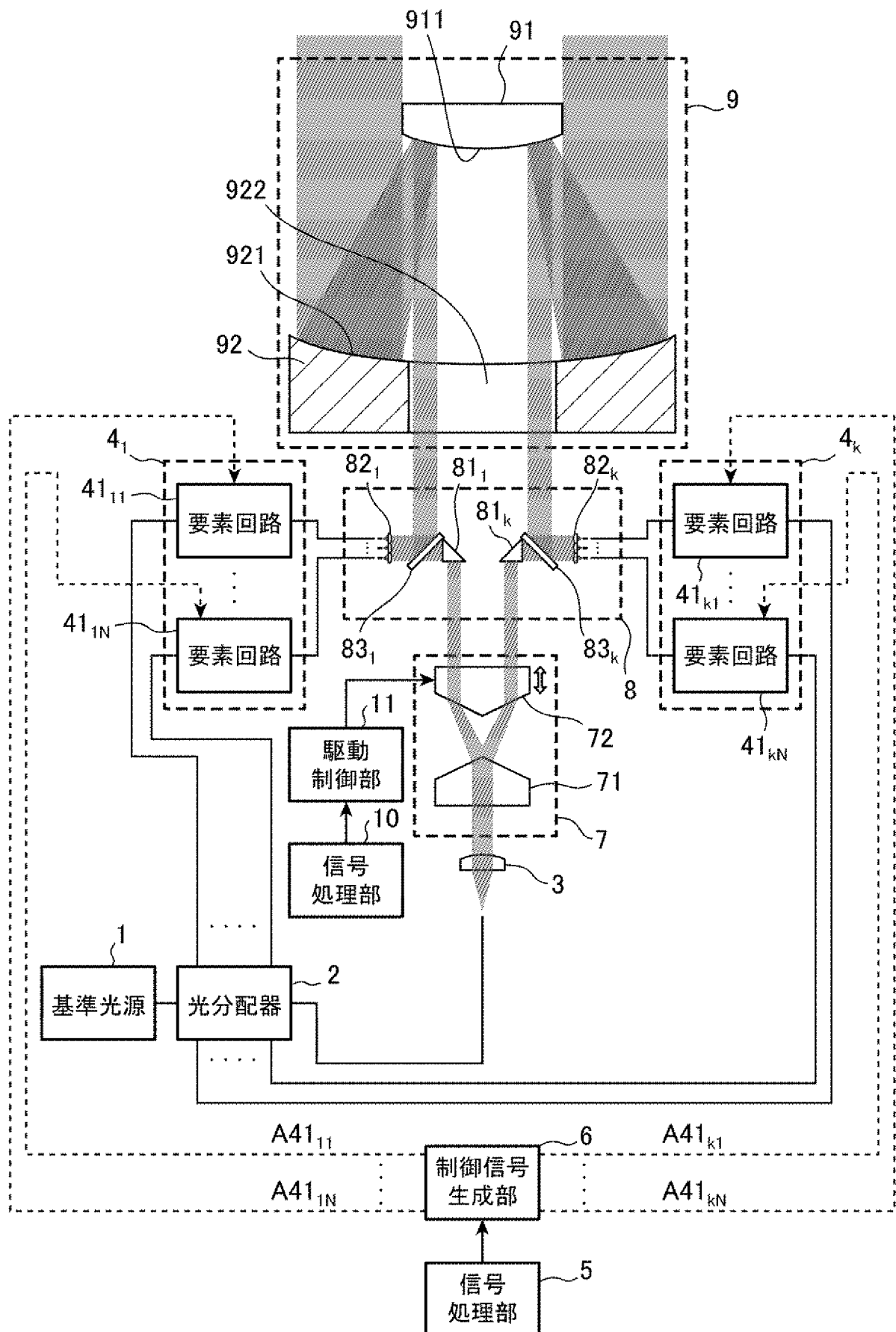
[図5]



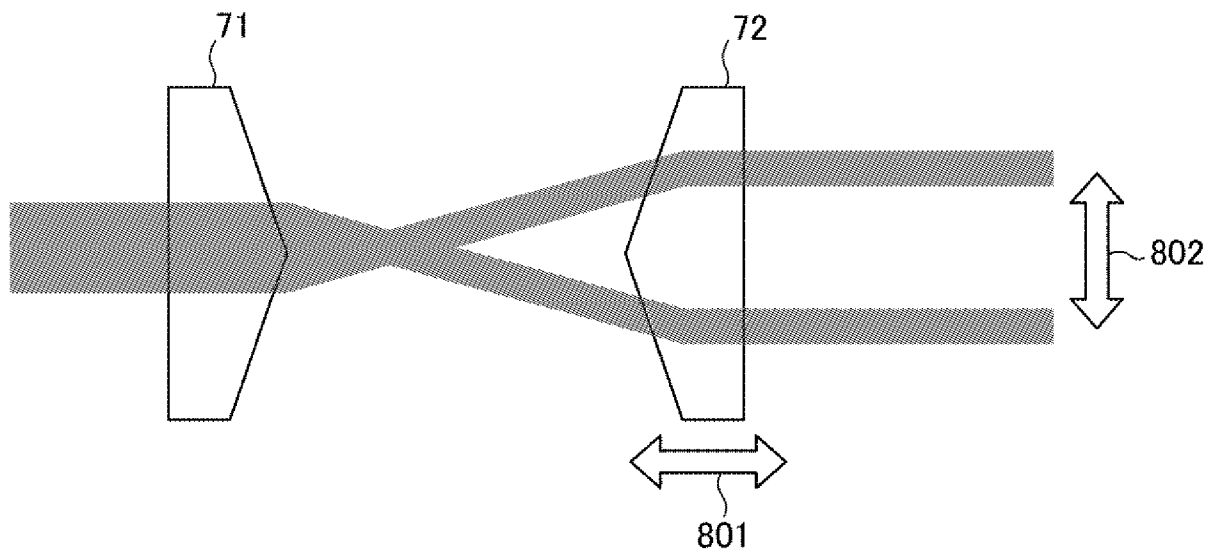
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/028413

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01S3/10 (2006.01) i

FI: H01S3/10 Z

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)

Int. Cl. H01S3/00-3/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-103487 A (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 31 May 2012, entire text, all drawings	1-6
A	WO 2015/064017 A1 (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 07 May 2015, entire text, all drawings	1-6



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

08.09.2020

Date of mailing of the international search report

24.09.2020

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/028413

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2012-103487 A	31.05.2012	(Family: none)	
WO 2015/064017 A1	07.05.2015	US 2016/0274369 A1 entire text, all drawings EP 3064986 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01S 3/10(2006.01)i FI: H01S3/10 Z														
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（IPC）） H01S3/00-3/30 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
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												
A	JP 2012-103487 A（川崎重工業株式会社）31.05.2012（2012 - 05 - 31） 全文全文	1-6												
A	WO 2015/064017 A1（川崎重工業株式会社）07.05.2015（2015 - 05 - 07） 全文全文	1-6												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 08.09.2020	国際調査報告の発送日 24.09.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 村井 友和 2K 3207 電話番号 03-3581-1101 内線 3255													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/028413

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2012-103487	A	31.05.2012	(ファミリーなし)	
WO	2015/064017	A1	07.05.2015	US 2016/0274369 A1	
				全文全図	
				EP 3064986 A1	