(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
2021年7月15日(15.07.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/141128 A1

(51) 国際特許分類:
G03F 7/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/000578

(22) 国際出願日： 2021年1月8日(08.01.2021)

(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：
62/959,178 2020年1月10日(10.01.2020) US

(71) 出願人: 株式会社ニコン (**NIKON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 水野 恭志 (**MIZUNO Yasushi**); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 加藤 正紀(**KATO Masaki**); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

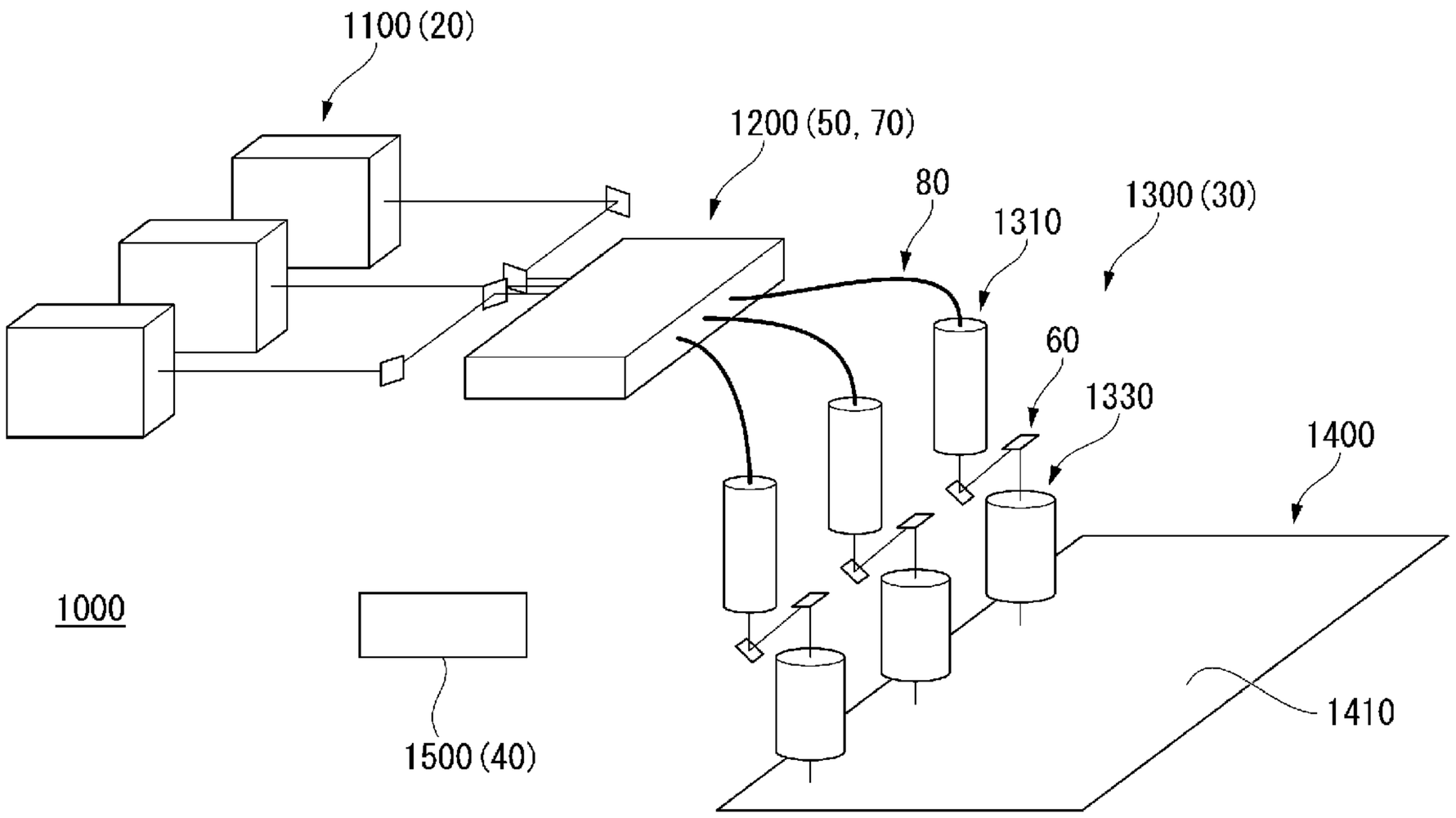
(74) 代理人: 西澤 和純, 外(**NISHIZAWA Kazuyoshi et al.**); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

(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, 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,

(54) Title: OPTICAL DEVICE, EXPOSURE DEVICE, METHOD FOR MANUFACTURING FLAT PANEL DISPLAY, AND METHOD FOR MANUFACTURING DEVICE

(54) 発明の名称： 光学装置、露光装置、フラットパネルディスプレイの製造方法、及びデバイス製造方法

[図15]



(57) Abstract: This optical device comprises: a plurality of laser light sources (20); an output module (30) having an optical modulator; and a time divider (50) that is disposed between the plurality of laser light sources and the output module, and that divides, in a temporal manner, laser light projected from the plurality of laser light sources.

[続葉有]

WO 2021/141128 A1

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)）

(57) 要約：光学装置は、複数のレーザ光源（２０）と、光変調器を有する出力モジュール（３０）と、前記複数のレーザ光源と前記出力モジュールとの間に配され、前記複数のレーザ光源から出射されたレーザ光を時間的に分割する時分割器（５０）と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ：

光学装置、露光装置、フラットパネルディスプレイの製造方法、及びデバイス製造方法

技術分野

[0001]　本発明は、レーザ光源を備える光学装置、露光装置、フラットパネルディスプレイの製造方法、及びデバイス製造方法に関する。

本願は、２０２０年１月１０日に出願された米国特許仮出願第６２／９５９，１７８号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002]　様々な分野でレーザビームが使用される。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003]　レーザビームを使用する装置において、処理精度の向上及びエネルギー効率の向上が絶えず望まれる。例えば、レーザビームのエネルギー損失の低減、レーザビームの出力強度の適切な制御、スペックルの抑制、ビーム出力タイミングの適切な制御、及び／又は出力ビーム波形の適切な制御が望まれる。

課題を解決するための手段

[0004]　本発明の一態様において、光学装置は、複数のレーザ光源と、光変調器を有する出力モジュールと、前記複数のレーザ光源と前記出力モジュールとの間に配され、前記複数のレーザ光源から出射されたレーザ光を時間的に分割する時分割器と、を備える。

[0005]　本発明の別の一態様において、光学装置は、複数のレーザ光源と、各々が光変調器を有する複数の出力モジュールと、前記複数のレーザ光源と前記複数の出力モジュールとの間に配され、前記複数のレーザ光源から出射されたレーザ光を時間的に分割する時分割器と、を備える。

[0006] 本発明の別の一態様において、光学装置は、各々が光変調器を有する複数の出力モジュールと、前記複数のレーザ光源と前記複数の出力モジュールとの間に配され、前記複数のレーザ光源から出射されたレーザ光を時間的に分割する時分割器と、前記複数のレーザ光源と前記時分割器との間、又は前記時分割器と前記複数の出力モジュールとの間、に配される副分割器と、を備える。

[0007] 本発明の別の一態様において、光学装置は、レーザ光源と、出力モジュールと、前記レーザ光源と前記出力モジュールとの間に配され、前記レーザ光源から出射されたレーザ光を時間的に分割する時分割器と、を備える。前記時分割器は、複数の反射面を用いて前記レーザ光を分割する。

[0008] 本発明の別の一態様において、光学装置は、レーザ光源と、複数の出力モジュールと、前記レーザ光源と前記複数の出力モジュールとの間に配され、前記レーザ光源から出射されたレーザ光を時間的に分割する時分割器と、を備える。前記時分割器は、複数の反射面を用いて前記レーザ光を分割する。

[0009] 本発明の別の一態様において、光学装置は、レーザ光源と、光変調器を有する出力モジュールと、前記光源と前記出力モジュールとの間に配された音響光学素子と、を備える。

[0010] 本発明の別の一態様において、光学装置は、レーザ光源と、各々が光変調器を有する複数の出力モジュールと、前記レーザ光源と前記出力モジュールとの間に配された音響光学素子と、を備える。

[0011] 本発明の別の一態様において、光学装置は、パルス光を出射するレーザ光源と、光変調器を有する出力モジュールと、前記レーザ光源と前記出力モジュールとの間に配され、前記パルス光を時間的に分割する時分割器と、前記パルス光の周波数に基づいて、前記時分割器による前記パルス光の分割を制御するコントローラと、を備える。

[0012] 本発明の別の一態様において、光学装置は、パルス光を出射するレーザ光源と、各々が光変調器を有する複数の出力モジュールと、前記レーザ光源と前記複数の出力モジュールとの間に配され、前記パルス光を時間的に分割す

る時分割器と、前記パルス光の周波数に基づいて、前記時分割器による前記パルス光の分割を制御するコントローラと、を備える。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図１は、レーザ光源を備えるレーザビームシステム（光学装置）の様々な形態例を示す模式図である。

[図2]図２は、レーザ光源を備えるレーザビームシステム（光学装置）の別の様々な形態例を示す模式図である。

[図3]図３は、パルスレーザビームの合成制御の例を示す図である。

[図4]図４は、ＣＷレーザビームの合成制御の例を示す図である。

[図5]図５は、出力ビームの例を示す図である。

[図6]図６は、出力ビームの別の例を示す図である。

[図7]図７は、時分割器（回転デバイス）として、ポリゴンミラーデバイスが適用された例を示す図である。

[図8]図８は、時分割器（回転デバイス）として、ポリゴンミラーデバイスが適用された例を示す図である。

[図9]図９は、時分割器（回転デバイス）として、光スイッチデバイスが適用された例を示す図である。

[図10]図１０は、時分割器（回転デバイス）として、光スイッチデバイスが適用された例を示す図である。

[図11]図１１は、光スイッチデバイスが副分割器（動的時分割器）として適用され、ポリゴンミラーデバイスが時分割器（動的時分割器）として適用された例を示す図である。

[図12]図１２は、電気光学変調器が時分割器として適用され、偏光ビームスプリッタが副分割器（静的分割器）として適用された例を示す図である。

[図13]図１３は、電気光学変調器が副分割器（動的時分割器）として適用され、偏光ビームスプリッタが副分割器（静的分割器）として適用された例を示す図である。

[図14]図１４は、光路上に配置されたアパーチャデバイスを備える例を示す

図である。

[図15]図１５は、露光装置の全体構成を概略的に示す図である。

[図16]図１６は、露光装置の構成例を示す図である。

[図17]図１７は、レーザビームの繰返し周波数とＳＬＭの動作周波数との関係を説明するための図である。

[図18]図１８は、光源と出力モジュールとの組み合わせを説明するための図である。

[図19]図１９は、ＳＬＭを備えない露光装置の構成の一例を示す図である。

[図20]図２０は、ＳＬＭを備える露光装置の構成の一例を示す図である。

[図21]図２１は、パターン線幅と発光時間との関係を説明するための図である。

[図22]図２２は、ビームのエネルギーロスを説明するための図である。

[図23]図２３は、ビームの時分割を説明するための図である。

[図24]図２４は、照射タイミングに基づく複数のＳＬＭの間での投影位置のずれを説明するための図である。

[図25]図２５は、機械的及び／又は光学的なシフト調整を説明するための図である。

[図26]図２６は、スキャン動作に対応したシフト調整を説明するための図である。

[図27]図２７は、別のスキャン動作に対応したシフト調整を説明するための図である。

[図28]図２８は、シフト調整にかかる、露光装置の構成例を示す図である。

[図29]図２９は、露光装置の構成例を示す図である。

[図30]図３０は、露光装置の構成例を示す図である。

[図31]図３１は、露光装置の構成例を示す図である。

[図32]図３２は、露光装置の構成例を示す図である。

[図33]図３３は、露光装置の構成例を示す図である。

[図34]図３４は、露光装置の構成例を示す図である。

[図35]図３５は、パターン露光の一例を示す図である。

[図36]図３６は、同期制御にかかる、露光装置の構成例を示す図である。

[図37]図３７は、ポリゴンミラーの回転制御の一例を説明するための図である。

[図38]図３８は、ポリゴンミラーの同期制御の一例を説明するための図である。

[図39]図３９は、複数のデバイスの動作タイミングを説明するための図である。

[図40]図４０は、回転プレートの同期制御の一例を説明するための図である。

[図41]図４１は、追加加工が施された回転プレートの同期制御の一例を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。本発明の以下の詳細な説明は、例示的なものに過ぎず、限定するものではない。図面及び以下の詳細な説明の全体にわたって、同じ又は同様の参照符号が使用される。

[0015] 図１及び図２は、レーザ光源を備えるレーザビームシステム（光学装置）の様々な形態例を示す模式図である。図１（ａ）、図１（ｂ）、図１（ｃ）、図１（ｄ）、図２（ａ）、図２（ｂ）、図２（ｃ）、及び図２（ｄ）の各例において、レーザビームシステムは、レーザ光源２０を備える。

[0016] 一実施形態において、レーザビームシステム（光学装置）は、レーザ光源２０と、出力モジュール３０と、コントローラ４０と、前記レーザ光源２０と前記出力モジュール３０との光学的な間（optically between）に配される時分割器５０と、を備える。

[0017] レーザ光源２０は、様々なタイプのものが適用可能である。例えば、レーザ光源２０として、ガスレーザ（ヘリウムネオンレーザ、アルゴンレーザ、炭酸ガスレーザ、エキシマレーザ、窒素レーザ等）、半導体レーザ、固体レ

ーザ（ＹＡＧレーザ、Ｎｄ（ネオジム）レーザ、ルビーレーザ、ファイバーレーザ、チタンレーザ等）、金属レーザ（銅蒸着レーザ、ヘリウムカドミウムレーザ、金蒸着レーザ等）、液体レーザ等が例示される。本開示の技術は、パルス発振、連続波（ＣＷ）発振等、様々な発振形態に適用可能である。

[0018] 出力モジュール３０は、レーザビームの用途に応じて設定される。例えば、レーザビームは、レーザ加工装置、レーザ溶融装置、レーザ溶接装置、レーザマーキング装置、レーザ測長装置、半導体露光装置、フラットパネルディスプレイ露光装置、回路基板露光装置、レーザ照明装置、レーザ表示装置、レーザ探知装置、レーザ推進装置、レーザ検査装置、レーザ顕微鏡、レーザ医療装置等の光学装置に使用される。本開示の技術は、これらの装置を含む、様々な分野の装置に適用可能である。

[0019] 特定の実施形態において、出力モジュール３０は、空間光変調器（ＳＬＭ：Spatial Light Modulator）６０を含む。例えば、ＳＬＭ６０は、液晶素子、デジタルミラーデバイス（デジタルマイクロミラーデバイス、ＤＭＤ）、磁気光学空間光変調器（Magneto Optic Spatial Light Modulator、ＭＯＳＬＭ）等を含む。

[0020] 時分割器（時分配器、動的時分割器、光学的時分割器、光スイッチ、光シャッター、動的スイッチ、動的シャッター、動的セパレータ、光路切替え機）５０は、コントローラ４０によって制御され、レーザビームを時間的に分割するように構成される。例えば、時分割器５０として、ポリゴンミラーデバイス、ガルバノミラーデバイス、電気光学変調器（ＥＯＭ）、音響光学変調器（ＡＯＭ）、振動デバイス、その他の光スイッチデバイス（液晶スイッチ等）等が例示される。時分割されたビームは、選択的に利用可能である。さらに、時分割された複数のビームは、合成、混合、及び／又は収束され得る。例えば、時分割器５０からの、選択的に抽出されたビームが、出力モジュール３０に入る。一例において、時分割されたビームは、時間軸上の所定スパンごとに、複数の光学経路に導かれる。複数の時間分割されたビーム（分配された複数のビーム）が、複数の経路にそれぞれ供給される。

[0021] 特定の実施形態において、時分割器５０は、出力モジュール３０のＳＬＭ６０と同期的に駆動するように制御される。例えば、ＳＬＭ６０の駆動タイミングに対応する時分割ビームがＳＬＭ６０に供給される。例えば、一般に、ＳＬＭ６０の動作周波数（例えば、画像更新周波数）は、パルスビームの繰返し周波数に比べて低い。時分割されたビームのうち、ＳＬＭ６０の動作タイミングに対応するビームが選択的に利用される。時分割されたビームのうちの残りのビームは、他の用途に利用可能である。別の実施形態において、時分割器５０は、出力モジュール３０のＳＬＭ６０と非同期的に駆動するように制御され得る。

[0022] 特定の実施形態において、レーザビームシステムは、複数のレーザ光源２０を備える。レーザ光源２０の数は、任意に設定可能である。例えば、レーザ光源２０の数は、２、３、４、５、６、７、８、９、１０、１１、１２、１３、１４、１５、１６、１７、１８、１９、２０、又はそれ以上にできる。一例において、所定のデバイスを介して、複数のレーザ光源２０からのビームが合成、混合、及び／又は収束され、時分割器５０に入る。複数のレーザ光源２０からのビームは、時分割器５０によって分割された後であっても、比較的高エネルギー値を有することができる。他の例において、複数のレーザ光源２０からのビームがそれぞれ独立して時分割器５０に入る。一例において、複数のパルスレーザ光源２０からのビームは、互いにパルス幅、及びピーク値（パルス波形、波形プロファイル）が実質的に同じになるように設定される。他の例において、複数のパルスレーザ光源２０からのビームは、互いにパルス幅、及びピーク値（パルス波形、波形プロファイル）の少なくとも１つが異なるように設定される。

[0023] 複数のレーザ光源２０とＳＬＭ６０を有する出力モジュール３０とが組み合わされた形態において、例えば、レーザビームのエネルギー損失が低減される、エネルギー効率が向上する、レーザビームの出力強度が適切に制御される、及び／又は、スペックルが抑制される。一例において、時分割器５０からのビームが適切なタイミングでＳＬＭ６０に供給される。最適な時間に

限定的にビームが供給されたＳＬＭ６０において、ＳＬＭ６０でのエネルギー損失が低減されるとともに、高エネルギービーム（高パワービーム）が出力モジュール３０から出力される。

[0024] 特定の実施形態において、レーザビームシステムは、複数の出力モジュール３０を備える。例えば、第１の時分割ビームが第１出力モジュール３０に供給され、第２の時分割ビームが第２出力モジュール３０に供給される。出力モジュール３０の数は、任意に設定可能である。例えば、出力モジュール３０の数は、２、３、４、５、６、７、８、９、１０、１１、１２、１３、１４、１５、１６、１７、１８、１９、２０、２５、３０、３５、４０、４５、５０、又はそれ以上にできる。

[0025] 特定の実施形態において、複数の出力モジュール３０の各々がＳＬＭ６０を有する。複数のＳＬＭ６０は、互いに同期的又は非同期的に駆動される。一例において、第１、第２、第３、及び第４のＳＬＭ６０が、ある時分割ビームに対応する、同じタイミングで駆動される。他の例において、第１及び第２のＳＬＭ６０が第１の時分割ビームに対応する同じタイミングで駆動され、第３及び第４のＳＬＭ６０が第２の時分割ビームに対応する別のタイミングで駆動される。さらに他の例において、第１のＳＬＭ６０が第１の時分割ビームに対応するタイミングで駆動され、第２のＳＬＭ６０が第２の時分割ビームに対応する別のタイミングで駆動され、第３のＳＬＭ６０が第３の時分割ビームに対応するさらに別のタイミングで駆動され、第４のＳＬＭ６０が第４の時分割ビームに対応するまたさらに別のタイミングで駆動される。

[0026] 時分割器５０と複数のＳＬＭ６０とが組み合わされた形態において、例えば、レーザビームのエネルギー損失が低減される、エネルギー効率が向上する、レーザビームの出力強度が適切に制御される、ビーム出力タイミングが適切に制御される、及び／又は、出力ビーム波形が適切に制御される。一例において、複数のＳＬＭ６０の駆動タイミングにそれぞれ対応するように、レーザ光源２０からのビームが複数のＳＬＭ６０に導かれる。ビームの遮光

期間（ビーム不使用期間）の低減は、エネルギー効率の向上、漏れ光の低減、及び／又は熱影響の回避に有利である。

[0027] 特定の実施形態において、レーザビームシステムは、レーザ光源２０と時分割器５０との光学的な間、又は時分割器５０と出力モジュール３０との光学的な間、に配される副分割器（時分配器、動的時分割器、光学的時分割器、光スイッチ、光シャッター、動的スイッチ、動的シャッター、動的セパレータ、光路切替え機）７０をさらに備える。副分割器７０は、動的分割器又は静的分割器を含み、レーザビームを偏光分離、周波数分離、又は時間的に分割するように構成される。動的分割器とは、分割器の駆動に伴ってレーザビームを分離又は分割する構成を意味し、静的分割器とは、分割器の駆動を伴わずにレーザビームを分離又は分割する構成を意味する。例えば、動的分割器として、上述した時分割器と同様のもの等が適用可能である。例えば、静的分割器として、偏光ビームスプリッタ、ハーフミラー、ダイクロイックミラー、周波数分離器等が例示される。一例において、ビームの進行方向に沿って、時分割器５０、及び静的分割器７０が順に光軸上に配置される。別の例において、ビームの進行方向に沿って、静的分割器７０、及び時分割器５０が順に光軸上に配置される。さらに別の例において、ビームの進行方向に沿って、時分割器（前位置、前段時分割器）７０、及び時分割器（後位置、後段時分割器）５０が順に光軸上に配置される。一例において、複数の時分割器５０、７０が組み合わされる。別の例において、１つの時分割器５０と複数の静的分割器７０とが組み合わされる。さらに別の例において、複数の時分割器５０と１つの静的分割器７０とが組み合わされる。またさらに別の例において、複数の時分割器５０と複数の静的分割器７０とが組み合わされる。時分割器５０及び副分割器７０の数は、任意に設定可能である。例えば、時分割器５０及び副分割器７０の合計数は、２、３、４、５、６、７、８、９、１０、１１、１２、１３、１４、１５、１６、１７、１８、１９、２０、又はそれ以上にできる。

[0028] 時分割器５０と静的分割器７０とが組み合わされた形態において、例えば

、レーザビームのエネルギー損失が低減される、エネルギー効率が向上する、レーザビームの出力強度が適切に制御される、ビーム出力タイミングが適切に制御される、及び／又は、出力ビーム波形が適切に制御される。一例において、ビームの分割数が拡大される、及び／又は波長帯域に応じてビームが複数に分割される。

[0029] 時分割器（前位置）７０と時分割器（後位置）５０とが組み合わされた形態において、例えば、レーザビームのエネルギー損失が低減される、エネルギー効率が向上する、レーザビームの出力強度が適切に制御される、ビーム出力タイミングが適切に制御される、及び／又は、出力ビーム波形が適切に制御される。一例において、ビームの分割数が拡大される、及び／又は、エネルギー損失が抑制されつつ時分割器における非安定ゾーン及び／又は非好適ゾーンの使用が回避される。

[0030] 一例において、時間軸上の第１スパンにおいて前位置時分割器７０からの時分割ビームが後位置時分割器５０に入り、後位置時分割器５０の安定ゾーン及び／又は好適ゾーンが優先的及び／又は好適に（specifically and/or preferentially）使用される。一方、時間軸上の第２スパンにおいて、前位置時分割器７０からの時分割ビームは後位置時分割器５０に実質的に入らず、後位置時分割器５０の非安定ゾーン及び／又は非好適ゾーンの使用が回避される。例えば、後位置における第１時分割器５０と第２時分割器５０とに交互に時分割ビームが供給されることにより、ビームを実質的に連続利用しつつ時分割器５０における非安定ゾーン及び／又は非好適ゾーンの使用が回避される。換言すると、後位置の複数の時分割器５０の各々は、安定ゾーン（好適ゾーン）と非安定ゾーン（非好適ゾーン）とを有する。駆動時の安定状態が互いに異なるタイミングになるように後位置の複数の時分割器５０が駆動される。後位置の各時分割器５０の安定状態に合うように、前位置の時分割器７０からの時分割ビームが振り分けられる。

[0031] 特定の実施形態において、出力モジュール３０は光ファイバを有する。光ファイバは、時分割器５０又は副分割器７０からの複数の時分割ビームを受

光するように構成される。一例において、一の出力モジュール３０に対して一の光ファイバが設けられる。他の例において、一の出力モジュール３０に対して複数の光ファイバが設けられる。この例において、複数の光ファイバからの複数の時分割ビームが一の出力モジュール３０に入射する。

[0032] 特定の実施形態において、レーザビームシステムは、複数の出力モジュール３０を有する。複数の出力モジュール３０のそれぞれはファイバを備える。例えば、第１のタイミングの時分割ビームが第１光ファイバに供給され、第２のタイミングの時分割ビームが第２光ファイバに供給される。一例において、複数の出力モジュール３０の各々に対して一の光ファイバが設けられる。他の例において、複数の出力モジュール３０の各々に対して複数の光ファイバが設けられる。この例において、複数の光ファイバからの複数の時分割ビームが複数の出力モジュール３０の各々に入射する。

[0033] 図３は、パルスレーザビームの合成制御の例を示す図である。図４は、ＣＷレーザビームの合成制御の例を示す図である。図５及び図６は、出力ビームの例を示す図である。各例において、パワーが制御されたレーザビームがレーザビームシステムから出力される。

[0034] 一例において、複数の光源２０から出射された複数のレーザビームが合成される。合成は、レンズ、ビームスプリッタ、ハービングまたはミラー等を含む光学系により行われ得る。合成されたレーザビームは、時分割器５０に入射し、時分割器５０を介して第１の繰り返しタイミングに対応する合成ビーム（第１パルスの合成ビーム）が第１光ファイバ８０に導かれる（図３（ｂ）、図４（ｂ））。第２の繰り返しタイミングに対応する合成ビーム（第２パルスの合成ビーム）が時分割器５０を介して第２光ファイバ８０に導かれる（図３（ｃ）、図４（ｃ））。第３の繰り返しタイミングに対応する合成ビーム（第３パルスの合成ビーム）が時分割器５０を介して第３光ファイバ８０に導かれる（図３（ｄ）、図４（ｄ））。第４の繰り返しタイミングに対応する合成ビーム（第４パルスの合成ビーム）が時分割器５０を介して第４光ファイバ８０に導かれる（図３（ｅ）、図４（ｅ））。第５の繰り返

しタイミングに対応する合成ビーム（第５パルスの合成ビーム）が時分割器５０を介して第５光ファイバ８０に導かれる（図３（ｆ）、図４（ｆ））。第１、第２、第３、第４、及び第５の繰り返しタイミングは、順に時間シフトしている。これにより、各光ファイバ８０に、高エネルギー（高パワー）の合成ビームが導かれる。例えば、ＳＬＭ６０を有する出力モジュール３０において、比較的低速度なＳＬＭ６０の動作タイミングに合わせて光ファイバ８０に合成ビームが導かれる。

[0035] 別の例において、時分割及び合成の組み合わせの応用により、複数の出力モジュール３０の間で、出力パワーが互いに異なるように制御され得る。例えば、比較的高エネルギー（高パワー）のビームが第１出力モジュール３０から出力される（図５（ａ））。中間エネルギー（中間パワー）のビームが第２出力モジュール３０から出力される（図５（ｂ））。比較的低エネルギー（低パワー）のビームが第３出力モジュール３０から出力される（図５（ｃ））。

[0036] さらに別の例において、時分割及び合成の組み合わせの応用により、１つ又は複数の出力モジュール３０からの出力ビーム波形が適切に制御される（図６（ａ）、（ｂ））。及び／又は、１つ又は複数の出力モジュール３０からのビーム出力タイミングが適切に制御される（図６（ｃ））。

[0037] 特定の実施形態において、時分割器５０として、回転デバイス（回転スイッチ）が適用される。回転デバイス５０は、コントローラ４０によって回転制御され、レーザビームを時間的に分割するように構成される。

[0038] 一例において、回転デバイス５０として、ポリゴンミラーデバイスが適用される（図７）。レーザ光源２０からのビームが、ポリゴンミラーデバイス５０における、ポリゴンミラー５１の複数の反射面５２の各々で反射される。複数の出力モジュール３０のそれぞれは、入口部を有する光ファイバ８０を有する。ポリゴンミラーデバイス５０において、ポリゴンミラー５１の回転角度に応じて、ビームが時間的に分割される。ポリゴンミラー５１の回転角度に応じて、ポリゴンミラー５１で反射されたビームが複数の光ファイバ

８０のいずれか１つの入口部（入射面）に向かう。つまり、ポリゴンミラー５１が回転することによりビームに対するポリゴンミラー５１の反射面の角度が変化し、反射面に反射されたビームが向かう先が時間によって変化する。そのため、レーザ光源２０からの第１パルスのビームが第１光ファイバに入射し、第２パルスのビームが第１光ファイバとは位置が異なる第２光ファイバに入射する。１つのポリゴンミラー５１に対して多数の光ファイバ８０が配置可能である。ポリゴンミラー５１からの時分割ビームは、複数の光ファイバ８０のいずれかに振り分けられる。換言すると、ポリゴンミラー５１は、ビームが入射される光ファイバを切り替えている。また、換言すると、ポリゴンミラー５１は、ビームの光路の位置を切り替えている。ポリゴンミラー５１と光ファイバ８０との間に、必要に応じて少なくとも１つのレンズ８５、８６が配置される（図８）。例えば、光ファイバ８０の入口部（入射面）とポリゴンミラー５１の反射面とが共役である場合、ポリゴンミラー５１の回転に基づく、光ファイバ８０に対するビームの入射位置のずれ（位置ずれ）が抑制される。なお、ポリゴンミラー５１の回転に基づく、光ファイバ８０に対するビームの入射角度のわずかな変化は、スペックルの抑制に有利である。パルスビームに代えて、ＣＷビームも同様に本形態に適用され得る。

[0039] 他の例において、回転デバイス５０として、円板型の光スイッチデバイスが適用される（図９）。円板型光スイッチデバイス５０において、回転プレート５５の回転角度に応じて、ビームが時間的に分割される。例えば、レーザ光源２０からのビームが、回転プレート５５の回転角度に応じて、光スイッチデバイス５０における、回転プレート５５の光学面５６、５７で反射又は透過される（図９（ａ））。回転プレート５５は、周方向に並ぶ透過面５６と反射面５７とを有する。例えば、回転プレート５５を透過したビームが第１経路“Ａ”に向かい、回転プレート５５で反射したビームが第２経路“Ｂ”に向かう（図１０）。また、例えば、レーザ光源２０からのビームが、回転プレート５５の回転角度に応じて、光スイッチデバイス５０における、

回転プレート５５の光学面５６、５７で異なる方向に反射される（図９（ｂ））。回転プレート５５は、向きが互いに異なる第１反射面５６と第２反射面５７とを有する。例えば、回転プレート５５の第１反射面５６で反射したビームが第１経路”Ａ”に向かい、回転プレート５５の第２反射面５７で反射したビームが第２経路”Ｂ”に向かう。また、例えば、レーザ光源２０からのビームが、回転プレート５５の回転角度に応じて、回転プレート５５の異なる高さ位置で反射される（図９（ｃ））。回転プレート５５は、回転軸方向の高さ位置が異なる第１反射面５６と第２反射面５７とを有する。例えば、回転プレート５５の第１反射面５６で反射したビームが第１経路”Ａ”に向かい、回転プレート５５の第１反射面を透過しかつ第２反射面５７で反射したビームが第２経路”Ｂ”に向かう。なお、回転型光スイッチデバイス５０における、ビーム分割数は、２に限定されない。分割数は、３、４、５、６、７、８、９、１０、又はそれ以上にできる。例えば、回転プレート５５は、向きが互いに異なる３以上の反射面を有することができる。

[0040] 特定の実施形態において、上述した円板型光スイッチデバイスが副分割器（動的時分割器）７０として適用され、ポリゴンミラーデバイスが時分割器（動的時分割器）５０として適用される（図１１）。この形態において、非安定ゾーン及び／又は非好適ゾーン５９としての、ポリゴンミラー５１の角（corner）の使用が回避され得る。例えば、時間軸上の第１スパンにおいて光スイッチデバイス７０からのビームが経路”Ａ”を介してポリゴンミラーデバイス５０の反射面５２内の第１位置に向かい、ポリゴンミラー５１（反射面５２Ａ）の安定ゾーン５８で優先的及び／又は好適に（specifically and/or preferentially）反射されて時分割される。時間軸上の第２スパンにおいて光スイッチデバイス７０からのビームが経路”Ｂ”を介してポリゴンミラーデバイス５０の反射面５２Ａとは異なる反射面５２Ｂに向かい、ポリゴンミラー５１（反射面５２Ｂ）の安定ゾーン５８で優先的及び／又は好適に反射されて時分割される。ポリゴンミラー５１の反射面５２Ａ及び反射面５２Ｂに対してビームが交互に供給される。第１時間スパンでは、反射面５２

Ｂにビームは入らず、ポリゴンミラー５１（反射面５２Ａ）の非安定ゾーン（角部分）５９、つまりポリゴンミラー５１を形成する反射面と反射面とが交わる部分（境界部分）の使用が回避される。第２時間スパンでは、反射面５２Ａにビームは入らず、ポリゴンミラー５１（反射面５２Ｂ）の非安定ゾーン（角部分）５９の使用が回避される。時分割ビームの振り分けにより、ビームを実質的に連続利用しつつ、ポリゴンミラー５１（時分割器５０）における非安定ゾーンの使用が回避される。ポリゴンミラー５１（時分割器５０）における非安定ゾーンの使用が回避される詳細については後述する。なお、反射面５２Ａおよび反射面５２Ｂは、ポリゴンミラー５１の回転により、時間と共に変更される。つまり、反射面５２Ａは、経路“Ａ”を介してポリゴンミラーデバイス５０にビームが入射される面である。また、反射面５２Ｂは、経路“Ｂ”を介してポリゴンミラーデバイス５０にビームが入射される面である。

[0041] 特定の実施形態において、電気光学変調器（ＥＯＭ、ＥＯ）が時分割器５０として適用され、偏光ビームスプリッタ（ＰＢＳ）が副分割器（静的分割器）７０として適用される（図１２）。一例において、ビームの進行方向に沿って、ＥＯＭ５０、及びＰＢＳ７０が順に光軸上に配置される。この形態において、ＥＯＭ５０からのビームがＰＢＳ７０によって波長帯域に応じて複数に分岐される。例えば、ＥＯＭ５０からの時分割ビームのｐ偏光ビームがＰＢＳ７０を透過する。ＥＯＭ５０からの時分割ビームのｓ偏光ビームがＰＢＳ７０で反射される。

[0042] 特定の実施形態において、電気光学変調器（ＥＯＭ、ＥＯ）が副分割器（動的時分割器）７０として適用され、偏光ビームスプリッタ（ＰＢＳ）が副分割器（静的分割器）７０として適用され、複数のポリゴンミラーデバイスが時分割器５０として適用される（図１３）。複数のポリゴンミラーデバイスのポリゴンミラー５１Ａ、５１Ｂは、光路に対して並列の位置関係になるように配される。一例において、ビームの進行方向に沿って、ＥＯＭ７０、ＰＢＳ７０、及びポリゴンミラー５０が順に光軸上に配置される。この形態

において、ＥＯＭ７０からビームがＰＢＳ７０によって波長帯域に応じて分岐される。ＰＢＳ７０を透過したｐ偏光ビームが第１ポリゴンミラー５１Ａによって時分割され、ＰＢＳ７０で反射されたｓ偏光ビームが第２ポリゴンミラー５１Ｂによって時分割される。

[0043] 特定の実施形態において、レーザビームシステムは、時分割器５０（又は副分割器７０）と光ファイバ８０（又は出力モジュール３０）との光学的な間に配されるアパーチャデバイス９０をさらに備える（図１４）。アパーチャデバイス９０は、アパーチャ９１を有し、コントローラ４０によって、ビームが通過する開口の面積が制御される。アパーチャ９１は、複数の開口を有する。この形態において、例えば、時分割器５０からのビームのうち、アパーチャ９１の第１開口を通過したビームが第１時分割ビームとして第１ファイバに入り、第２開口を通過したビームが第２時分割ビームとして第２ファイバに入る。また、アパーチャ９１の開口面積が制御されることによって、各時分割ビームの光量が調整される。この形態は、発光時間が比較的長いＣＷレーザビーム等のビームに好ましく適用される。

[0044] 一実施形態において、レーザビームシステムは、半導体素子、液晶表示素子、有機ＥＬ素子等のデバイス（電子デバイス又はマイクロデバイス）を製造するためのフォトリソグラフィシステムに適用される。一例において、ステッパー等の一括露光型の露光装置、又はスキャニングステッパー等の走査露光型の露光装置が使用される。例えば、露光装置において、所定のパターンが投影光学系を介してウエハ又はガラスプレート等の基板の各ショット領域に形成される。

[0045] 露光装置の一例において、マスクステージに保持されたマスク（あるいはレチクル）に形成されたパターンが、投影光学系を介した露光光の照射により基板に転写される。

[0046] 露光装置の他の例において、マスクの代わりに、空間光変調器(ＳＬＭ（spatial light modulators）)を用いて、投影光学系の物体面に可変のパターンが生成される（マスクレス方式の露光装置）。

[0047] 各種露光装置の構成の少なくとも一部について、例えば、ＵＳ２００９／０１１７４９４Ａ１、ＵＳ２０１０／００９９０４９Ａ１、ＵＳ２０１３／０２２２７８１Ａ１、ＵＳ２０１３／０２７８９１２Ａ１、ＵＳ２０１３／０３１４６８３Ａ１、ＵＳ２０１４／０３２０８３５Ａ１、ＵＳ２０１５／００７７７３２Ａ１、ＵＳ６５５２７７５Ｂ１の開示が本明細書に援用され得る。

[0048] 特定の実施形態において、レーザビームシステムは、フラットパネルディスプレイ（液晶表示装置、有機ＥＬ表示装置等）を製造するためのフォトグラフィシステムとしての露光装置に適用される。

[0049] 図１５及び１６は、マスクレス方式の露光装置１０００の一実施形態の構成を概略的に示す図である。露光装置１０００は、レーザ光源２０を含む光源モジュール１１００と、時分割器５０及び副分割器７０を含む分配モジュール（合成・分配モジュール）１２００と、出力モジュール（光ファイバ８０と照明光学系（照明系）１３１０とＳＬＭ６０と投影光学系（投影レンズ）１３３０を含む）３０を含む照明システム１３００と、基板（ワークピース）１４１０が搭載される基板ステージ１４００と、コントローラ４０及びデータ送信部を含む制御システム１５００と、を備える。

[0050] 図１５及び図１６において、光源モジュール１１００は、光エネルギーのレーザビームを放射する。光源モジュール１１００からのビームは、分配モジュール１２００を介して、照明系１３１０に入射する。照明系１３１０からのビームは、ＳＬＭ６０を照明する。コントローラは４０、基板１４１０上に形成したい露光パターンに基づいて、パターンデータを生成する。コントローラ４０は、パターンデータをＳＬＭ６０に送信し、ＳＬＭ６０を制御する。ＳＬＭ６０は、コントローラ４０によって制御され、パターンデータ（単に、画像データ、画像とも表現される）に基づいて、照明系からのビームを基板１４１０へ導く。投影レンズ１３３０は、ＳＬＭ６０からのビームを基板１４１０上に投影し、基板１４１０上の所定領域に結像する。なお、複数のＳＬＭ６０により基板１４１０上に露光パターンを形成する場合、コ

ントローラ４０は、生成したパターンデータを各ＳＬＭ６０用に分割し、分割したパターンデータを各ＳＬＭ６０に送信する。

[0051] ＳＬＭを用いたスキャン方式の露光装置において、基板が載置された基板ステージ１４００の移動中に、レーザビームが発光され、照明光学系１３１０を介してレーザビームがＳＬＭへ導かれる。ＳＬＭ上に形成される画像は、レーザビームの１回の発光で露光することが好ましい。ＳＬＭ上に形成される画像を、レーザビームの２回以上の発光で露光すると、同じパターンデータが発光毎に基板上に投影されることとなる。基板１４１０は、基板ステージ１４００によりレーザビームの発光と発光との間も移動しているため、同じパターンデータが基板上に投影されると、あたかも像が流れているように露光されてしまう。スループット向上のためにスキャン速度を高めると、レーザビームの発光と発光との間の移動距離が長くなり、像がより流れてしまう。スループット向上のためにスキャン速度を高めつつ、像が流れにくくするには、１回の発光時間を短くしなければならない。１回の発光時間が短い場合、ＳＬＭを介して基板１４１０上に照射されるレーザビームのエネルギーが低くなるため、露光エネルギーが足りず露光不良（感光不良）が生じる可能性がある。一般に、ＳＬＭの動作周波数（例えば、画像更新周波数）は、レーザビームの発光繰返し周波数（発振周波数）に比べて低く、例えば、数ｋＨｚ～数十ｋＨｚである。図１７の比較例において、レーザビームは、５０ｋＨｚ（１０Ｗ）であり、ＳＬＭは、１０ｋＨｚである。図１７及び図１８（ａ）の比較例に示すように、像が流れることを防ぐため低周波数の発振周波数、かつ露光不良の発生が生じない高エネルギーの光源が望まれるものの、波長の条件も含めて考慮すると、現状ではレーザ光源の選択肢が極めて限定される。上記数値は一例であり、本発明はこれに限定されない。

[0052] 一実施形態において、先の図３及び図４を用いて説明したように、複数ビームの合成と時分割との組み合わせにより、低周波数かつ高エネルギーのビーム出力が実現される。図１８（ｂ）の例において、分配モジュール１２００は、５つの光源２０からのビームを合成かつ時分割する。５０ｋＨｚの周

波数で５つの光源から発信されたビームは、合成されることにより高エネルギーのビームとなる。合成されたビーム（５０ｋＨｚ、高エネルギー）は、分配モジュール１２００により５つのＳＬＭ６０（及び５つの投影レンズ１３３０）にそれぞれ時分割されて案内される。そのため、第１～第５ＳＬＭのそれぞれには、１０ｋＨｚの周波数で高エネルギーのビームが到達することとなる。なお、図１８（ａ）の比較例、及び図１８（ｂ）の例の両方において、全体で５０Ｗの光源が５モジュールで使用される。なお、図１７の比較例において、レーザビームは、５０ｋＨｚ（１０Ｗ）であり、ＳＬＭは、１０ｋＨｚであるため、５つのＳＬＭへ分配モジュール１２００によって光が分配（振り分け、切り替え）される。レーザビームの発振周波数は、ＳＬＭの画像更新周波数の整数倍であることが好ましい。換言すると、上記の整数倍の個数のＳＬＭに、分配モジュール１２００はレーザビームを分配する。上記数値は一例であり、本発明はこれに限定されない。

[0053] 一例において、一のＳＬＭに照射されるレーザビームの強度（例えば、パルスエネルギー、平均パワー）Ｅ２は、一のレーザ光源から射出されるレーザビームの強度（例えば、パルスエネルギー、平均パワー）Ｅ１と同等又はそれ以上である。例えば、Ｅ２／Ｅ１は、約１、２、３、４、５、６、７、８、９、１０、１１、１２、１３、１４、１５、１６、１７、１８、１９、２０、２５、３０、３５、４０、４５、５０、１００又はそれ以上にできる。また、一のＳＬＭに照射されるビームの周波数（照射周波数）Ｆ２、又はＳＬＭの画像更新周波数Ｆ３は、レーザ光源の発光繰返し周波数（発振周波数、光源周波数）Ｆ１に比べて低い。例えば、Ｆ２／Ｆ１（又はＦ３／Ｆ１）は、約１／２、１／３、１／４、１／５、１／６、１／７、１／８、１／９、１／１０、１／１１、１／１２、１／１３、１／１４、１／１５、１／１６、１／１７、１／１８、１／１９、１／２０、１／２５、１／３０、１／３５、１／４０、１／４５、１／５０、１／１００又はそれ以下にできる。

[0054] 代替的に、複数ビームの合成と時分割との組み合わせは、図１９に示すよ

うに、ＳＬＭを備えないシステム（例えば、露光装置）にも適用可能である。図１９の例（露光装置１０００）において、時間軸上の所定スパンごとに、複数の時間分割されたビーム（分配された複数のビーム）が生成される。比較的低周波数かつ高エネルギーのビームが複数のモジュール３０の各々に供給される。

[0055] 出力モジュール３０の数（分配数）は、前述したように、任意に設定可能である。図２０の例において、分配モジュール１２００は、４つの光源２０からのビームを合成かつ時分割する。時分割されたビームは、４つのＳＬＭ６０（モジュール３０）にそれぞれ供給される。

[0056] 図２１の例において、パターンの線幅が２μｍであり、スキャン速度が４００ｍｍ／ｓである。例えば、パターンの線幅の１０％が許容されるとき、必要発光時間は０．５μｓ以内である。上記数値は一例であり、本発明はこれに限定されない。

[0057] 図２２（ａ）の比較例において、ＳＬＭの動作周波数（画像更新周波数）は１０ｋＨｚである。図２１の例と同様の仕様において、１０ｋＨｚは１００μｓに相当する。ＣＷ光源において、必要発光時間が０．５μｓであるとき、０．５μｓ以降にＳＬＭにビームを照射すると、ＳＬＭ上の画像が更新されていないために、同じ投影像が移動する基板１４１０に形成され、上述したように、あたかも像が流れてしまう。像が流れることを防止するために、０．５μｓ以降から次にＳＬＭ上の画像が更新されるまでの時間には、ＳＬＭにビームが照射されないように、たとえばＣＷ光源からＳＬＭまでの光路中でビームを遮光する。この場合、０．５μｓ以降から次にＳＬＭ上の画像が更新されるまでの時間は、実質的に休止時間となる。この比較例において、光源からのエネルギーの１／２００のエネルギーでしか、基板１４１０が露光されない。

[0058] 同様に、図２２（ｂ）の比較例において、ＳＬＭの動作周波数（画像更新周波数）は１０ｋＨｚである。パルス光源からのビームのうち、ＳＬＭとパルス光源とが同期するタイミングのビームのみ使用可能である。この比較例

において、光源の周波数が４００ｋＨｚのとき、ＳＬＭの動作周波数／光源周波数＝１／４０であり、光源からのエネルギーの１／４０しか利用されない。つまりパルス光源から発振される４０パルスのうち１パルスしかＳＬＭを照射しないこと、換言すると３９パルスはＳＬＭを照射せず、その３９パルスは基板１４１０の露光に寄与していないこととなる。そのため、図２２（ａ）、（ｂ）の比較例においては、露光エネルギーが足りず露光不良（感光不良）が生じる可能性がある。上記数値は一例であり、本発明はこれに限定されない。

[0059] 図２３の例において、分配モジュール１２００からの時分割されたビームは、基板１４１０が露光中に移動されるスキャン方向（走査方向、Ｘ方向）と交差する非スキャン方向（非走査方向、Ｙ方向）に第１、第２、第３のＳＬＭを含む複数のＳＬＭ６０（投影レンズ１３３０）にそれぞれ案内される。第１、第２、第３のＳＬＭは、基板１４１０が露光中に移動される走査方向と交差する非走査方向に並んで配置される。第２のＳＬＭにビームが照射されるタイミングは、第１のＳＬＭにビームが照射されるタイミングと異なる。同様に、第３のＳＬＭの照射タイミングは、第１及び第２のＳＬＭの照射タイミングと異なる。例えば、複数のＳＬＭ６０において、照射タイミングが時間的に順次シフトされる。これにより、図２２（ａ）、（ｂ）の比較例で示した露光に寄与していない光源からのエネルギーを、異なるＳＬＭにビームを振り分けることで、基板１４１０を露光することができる。

[0060] 図２４に示すように、露光装置において、複数のＳＬＭの間で照射タイミングが異なる場合、ＳＬＭ上の画像が同じタイミングで更新され、ビーム照射のタイミングの差に応じてパターンの投影位置（露光位置）がずれる可能性がある。例えば、第１のＳＬＭ（ＳＬＭ（１））に対応する第１パルスに比べて、第２のＳＬＭ（ＳＬＭ（２））に対応する第２パルスの投影位置がスキャン方向にシフトする。また、第２のＳＬＭ（ＳＬＭ（２））に対応する第２パルスに比べて、第３のＳＬＭ（ＳＬＭ（３））に対応する第３パルスの投影位置がスキャン方向にさらにシフトする。

[0061] 図２５に示すように、露光装置を機械的及び／又は光学的に調整することにより、複数のＳＬＭの間で照射タイミングが異なる場合でも、パターンの投影位置（露光位置）のずれが補償される。一例において、複数のＳＬＭに対する照射タイミングのずれに基づき、複数のＳＬＭからの投影像が所定の位置関係になるように、複数のＳＬＭの形状、取付け位置、及び／又は姿勢が機械的に設定される。代替的及び／又は追加的に、複数のＳＬＭからの投影像が、複数のＳＬＭに対する照射タイミングのずれに基づく所定の位置関係になるように、露光装置が光学的に設定される。例えば、投影光学系（投影レンズ）１３３０内の光学素子の調整により基板１４１０上の投影像の位置を移動させたり、ビームに対してＳＬＭを移動させ基板１４１０上の投影像の位置を移動させたりする。

[0062] 図２６に示すように、複数のＳＬＭに供給されるパターンの描画データを調整することにより、複数のＳＬＭの間で照射タイミングが異なる場合でも、パターンの投影位置（露光位置）のずれが補償される。例えば、スキャン方向に順次シフトした投影位置に対応するデータが複数のＳＬＭにそれぞれ供給される。一例において、複数のＳＬＭに対する照射タイミングのずれに基づき、複数のＳＬＭからの投影像が所定の位置関係になるように、パターンデータの少なくとも一部が補正される。例えば、複数のＳＬＭの少なくとも１つに供給されるパターンデータは、照射タイミングの違いに基づいて設定された、基準位置に対して所定の方向にシフトした補正データを含む。代替的及び／又は追加的に、パターンデータは、基板ステージ１４００の移動速度、ＳＬＭの表示更新周波数、レーザビームの発振周波数、時分割器としてのポリゴンミラーデバイス（回転デバイス）５０の回転速度、ＳＬＭ６０（投影レンズ１３３０）の個数、等の少なくとも１つに基づいて、基準位置に対する所定の方向へのシフト量を決めるようにしても良い。

[0063] 図２７に示すように、スキャン方向（例えば、基板ステージの移動方向）が＋方向と－方向との間（一方向とその逆方向との間）で切り替えて基板１４１０上に１つのパターンを露光する露光装置において、複数のＳＬＭに供

給されるパターンのデータは、対応するタイミングでのスキャン方向に応じて調整され得る。例えば、複数のＳＬＭの少なくとも１つに供給されるパターンデータは、基準位置に対してスキャン方向の＋方向にシフトした第１補正データと、基準位置に対してスキャン方向の－方向にシフトした第２補正データとを含む。

[0064] 代替的及び／又は追加的に、スキャン方向（例えば、基板ステージの移動方向）が＋方向と－方向との間（一方向とその逆方向との間）で切り替わる露光装置において、スキャン方向の切替のタイミングごとに機械的及び／又は光学的に露光装置が調整され得る。

[0065] 図２８に示すように、露光装置（光学装置）１０００は、機械的調整用の駆動機構１５１０、及び光学的調整用の駆動機構１５２０を備えることができる。また、露光装置１０００は、データ補正用の設定パラメータ及び／又はプログラムが保存されたデータベース１５３０（又は記憶部）を備えることができる。こうしたシフト調整は、例えば、参照センサ等を含む参照システム１５４０の出力結果に基づき、実行され得る。なお、ＳＬＭを露光装置１０００に取りつける際に、取り付け位置を予めずらして配置した場合、駆動機構１５１０を省くこともできる。また、ＳＬＭの取り付け位置を予めずらして配置した場合であっても、取り付け誤差を補償するために、駆動機構１５１０を用いるようにしてもよい。

[0066] 複数のＳＬＭの間でビームが照射されるタイミングが互いに異なる露光装置１０００の一例において、制御システム１５００は、複数のＳＬＭの各々の照射タイミングに基づき、（ａ－１）駆動機構１５１０を用いた露光装置１０００の機械的な調整、（ａ－２）駆動機構１５２０を用いた露光装置１０００の光学的な調整、（ａ－３）データベース１５３０を用いたパターンデータの補正、の少なくとも１つを制御することができる。例えば、上記の（ａ－１）、（ａ－２）、及び（ａ－３）のすべてを組み合わせたシフト調整が実行される。あるいは、上記の（ａ－１）、（ａ－２）、及び（ａ－３）の１つ又は２つの組み合わせに基づくシフト調整が実行される。一例にお

いて、パターンデータの補正が、比較的大きいシフト調整及び／又は比較的粗いシフト調整に適用され、機械的及び／又は光学的な調整が、比較的小さいシフト調整及び／又は比較的微細なシフト調整に適用される。他の例において、上記と異なる別の方法が適用され得る。

[0067] 代替的及び／又は追加的に、上記のシフト調整は、ビームの使用タイミングに基づいて実行され得る。ビームが未使用とされる所定期間（例えば、未使用パルス）が生じる場合でも、上記のシフト調整により、パターンの投影位置（露光位置）のずれが補償される。例えば、パターンの投影位置のずれを回避しつつ、比較的不安定な期間のビームが不使用とされ、安定的なビームが選択的に用いられる。

[0068] 一実施形態において、露光装置１０００は、図２９に示すように、複数のレーザ光源２０と、複数のＳＬＭ６０を有する複数の出力モジュール３０と、複数のレーザ光源２０と出力モジュール３０との間に配され、複数のレーザ光源２０から出射され合成されたレーザビームを時間的に分割する時分割器としてのポリゴンミラーデバイス（回転デバイス）５０とを備える。レーザ光源２０からのビームが、ポリゴンミラーデバイス５０における、ポリゴンミラー５１の複数の反射面５２の各々で反射される。ポリゴンミラー５１の回転角度に応じて、ビームが時間的に分割される。ポリゴンミラー５１の回転角度に応じて、ポリゴンミラー５１で反射されたビームが複数の光ファイバ８０を介して複数のＳＬＭ６０に振り分けられる。一例において、ポリゴンミラー５１からの時分割ビームは、５つのＳＬＭ６０に振り分けられる。例えば、第１のＳＬＭに、第１パルス、第６パルス・・・に対応するビームが入射する。第２のＳＬＭに、第２パルス、第７パルス・・・に対応するビームが入射する。

[0069] 一実施形態において、露光装置１０００は、図３０に示すように、複数のレーザ光源２０と、複数のＳＬＭ６０を有する複数の出力モジュール３０と、複数のレーザ光源２０と複数の出力モジュール３０との間に配され複数のレーザ光源２０から出射され合成されたレーザビームを時間的に分割する時

分割器としてのポリゴンミラーデバイス（回転デバイス）５０と、複数のレーザ光源２０とポリゴンミラーデバイス５０との間に配される副分割器７０としての光スイッチデバイス７０と、を備える。一例において、時間軸上の第１スパンにおいて光スイッチデバイス７０からのビームが経路”Ａ”を介してポリゴンミラーデバイス５０の第１位置に向かい、ポリゴンミラー５１（反射面５２Ａ）で反射される。時間軸上の第２スパンにおいて光スイッチデバイス７０からのビームが経路”Ｂ”を介してポリゴンミラーデバイス５０の第２位置に向かい、ポリゴンミラー５１（反射面５２Ｂ）で反射される。ポリゴンミラー５１の第１位置及び第２位置に対してビームが交互に供給される。ポリゴンミラー５１の回転角度に応じて、ビームが時間的にさらに分割される。すなわち、本例において、光路に沿って直列に２つの時分割器が配置され、ビームが時間的に２段に分割される。一例において、ポリゴンミラー５１からの時分割ビームは、１０のＳＬＭ６０に振り分けられる。例えば、第１のＳＬＭに、第１パルス、第１１パルス・・・に対応するビームが入射する。第２のＳＬＭに、第２パルス、第１２パルス・・・に対応するビームが入射する。換言すると、ポリゴンミラー５１の反射面５２Ａで反射されたビームは第１のＳＬＭ群（図３０においては第１のＳＬＭから第５のＳＬＭ）に導かれ、反射面５２Ｂで反射されたビームは第２のＳＬＭ群（図３０においては第６のＳＬＭから第１０のＳＬＭ）に導かれる。

[0070] 一実施形態において、露光装置１０００は、図３１に示すように、複数のレーザ光源２０と、複数のＳＬＭ６０を有する複数の出力モジュール３０と、複数のレーザ光源２０と複数の出力モジュール３０との間に配され複数のレーザ光源２０から出射され合成されたレーザビームを時間的に分割する時分割器としての複数のポリゴンミラーデバイス（回転デバイス）５０と、複数のレーザ光源２０と複数のポリゴンミラーデバイス５０との間に配される副分割器としての光スイッチデバイス７０と、を備える。複数のポリゴンミラーデバイス５０の複数のポリゴンミラー５１Ａ、５１Ｂは、光路に対して並列の位置関係になるように配される。一例において、時間軸上の第１スパ

ンにおいて光スイッチデバイス７０からのビームがポリゴンミラー５１Ａに向かい、ポリゴンミラー５１Ａの反射面で反射される。時間軸上の第２スパンにおいて光スイッチデバイス７０からのビームがポリゴンミラー５１Ｂに向かい、ポリゴンミラー５１Ｂの反射面で反射される。ポリゴンミラー５１Ａ、５１Ｂの回転角度に応じて、ビームが時間的にさらに分割される。一例において、ポリゴンミラー５１Ａからの時分割ビームは、５つのＳＬＭ６０に振り分けられる。ポリゴンミラー５１Ｂからの時分割ビームは、別の５つのＳＬＭ６０に振り分けられる。例えば、第１のＳＬＭに、第１パルス、第１１パルス・・・に対応するビームが入射する。第６のＳＬＭに、第６パルス、第１６パルス・・・に対応するビームが入射する。換言すると、ポリゴンミラー５１Ａで反射されたビームは第１のＳＬＭ群（図３１においては第１のＳＬＭから第５のＳＬＭ）に導かれ、ポリゴンミラー５１Ｂで反射されたビームは第２のＳＬＭ群（図３０においては第６のＳＬＭから第１０のＳＬＭ）に導かれる。

[0071] 一実施形態において、露光装置１０００は、図３２に示すように、複数のレーザ光源２０と、複数のＳＬＭ６０を有する複数の出力モジュール３０と、複数のレーザ光源２０と複数の出力モジュール３０との間に配され複数のレーザ光源２０から出射され合成されたレーザビームを時間的に分割する時分割器としての複数の光スイッチデバイス５０と、複数のレーザ光源２０と複数の光スイッチポリゴンミラーデバイス５０との間に配される副分割器としての光スイッチデバイス７０と、を備える。複数の光スイッチデバイス５０の複数の光学部材５５Ａ、５５Ｂ、５５Ｃは、光路に対して並列の位置関係になるように配される。一例において、時間軸上の第１スパンにおいて光スイッチデバイス７０からのビームが光学部材５５Ａに向かい、光学部材５５Ａで時分割される。時間軸上の第２スパンにおいて光スイッチデバイス７０からのビームが光学部材５５Ｂに向かい、光学部材５５Ｂで時分割される。時間軸上の第３スパンにおいて光スイッチデバイス７０からのビームが光学部材５５Ｃに向かい、光学部材５５Ｃで時分割される。一例において、光

学部材５５Ａからの時分割ビームは、３つのＳＬＭ６０に振り分けられる。光学部材５５Ｂからの時分割ビームは、別の３つのＳＬＭ６０に振り分けられる。光学部材５５Ｃからの時分割ビームは、さらに別の３つのＳＬＭ６０に振り分けられる。例えば、第１のＳＬＭに、第１パルス、第１０パルス・・・に対応するビームが入射する。第４のＳＬＭに、第４パルス、第１３パルス・・・に対応するビームが入射する。第７のＳＬＭに、第７パルス、第１６パルス・・・に対応するビームが入射する。換言すると、光学部材５５Ａで時分割されたビームは第１のＳＬＭ群（図３２においては第１のＳＬＭから第３のＳＬＭ）に導かれ、光学部材５５Ｂで時分割されたビームは第２のＳＬＭ群（図３２においては第４のＳＬＭから第６のＳＬＭ）に導かれ、光学部材５５Ｃで時分割されたビームは第３のＳＬＭ群（図３２においては第７のＳＬＭから第９のＳＬＭ）に導かれる。

[0072] 一実施形態において、露光装置１０００は、図３３に示すように、レーザ光源２０と、複数のＳＬＭ６０と、レーザ光源２０と複数のＳＬＭ６０との間に配される時分割器としての複数のポリゴンミラー５１Ａ、５１Ｂ、５１Ｃと、レーザ光源２０と複数のポリゴンミラー５１Ａ、５１Ｂ、５１Ｃとの間に配される副分割器としての複数の光スイッチデバイス７０（光学部材７５Ａ、７５Ｂ）と、を備える。例えば、光学部材７５Ａ、７５Ｂは、周方向に反射領域と透過領域とが並んで配置された回転プレートである。一例において、時間軸上の第１スパンにおいて光学部材７５Ａで反射したビームがポリゴンミラー５１Ａに向かい、ポリゴンミラー５１の反射面で反射される。時間軸上の第２スパンにおいて光学部材７５Ａを透過し光学部材７５Ｂで反射したビームがポリゴンミラー５１Ｂに向かい、ポリゴンミラー５１Ｂの反射面で反射される。時間軸上の第３スパンにおいて光学部材７５Ｂを透過したビームがポリゴンミラー５１Ｃに向かい、ポリゴンミラー５１Ｃの反射面で反射される。ポリゴンミラー５１Ａ、５１Ｂ、５１Ｃの回転角度に応じて、ビームが時間的にさらに分割される。ポリゴンミラー５１Ａ－５１Ｃの回転に基づく、ビームの入射角度のわずかな変化は、スペックルの抑制に有利

である。

[0073] 一実施形態において、露光装置１０００は、図３４に示すように、複数のレーザ光源２０と、複数のＳＬＭ６０と、複数のレーザ光源２０と複数のＳＬＭ６０との間に配される時分割器としての複数のポリゴンミラー５１Ａ、５１Ｂ、５１Ｃ、５１Ｄ、５１Ｅ、５１Ｆと、複数のレーザ光源２０と複数のポリゴンミラー５１Ａ－５１Ｆとの間に配される副分割器としての複数の光スイッチデバイス７０（光学部材７５Ａ、７５Ｂ、７５Ｃ、７５Ｄ、７５Ｅ、７５Ｆ）と、を備える。例えば、光学部材７５Ａ－７５Ｆは、ＡＯＭ（音響光学変調器）である。一例において、時間軸上の第１スパンにおいて、光学部材７５Ｃで分岐されたビームがポリゴンミラー５１Ｃに向かうとともに、光学部材７５Ｆで分岐されたビームがポリゴンミラー５１Ｆに向かう。時間軸上の第２スパンにおいて、光学部材７５Ｂで分岐されたビームがポリゴンミラー５１Ｂに向かうとともに、光学部材７５Ｅで分岐されたビームがポリゴンミラー５１Ｅに向かう。時間軸上の第３スパンにおいて、光学部材７５Ａで分岐されたビームがポリゴンミラー５１Ａに向かうとともに、光学部材７５Ｄで分岐されたビームがポリゴンミラー５１Ｄに向かう。ポリゴンミラー５１Ａ－５１Ｆの回転角度に応じて、ビームが時間的にさらに分割される。ポリゴンミラー５１Ａ－５１Ｆの回転に基づく、ビームの入射角度のわずかな変化は、スペックルの抑制に有利である。

[0074] 図３５に示す例において、パルス発光のタイミングに応じて、複数の出力モジュールからのビームによって基板１４１０が順次露光される。すなわち、複数の出力モジュール（１、２、３、・・・ｎ）からのビームに基づき、基板１４１０上に、パルス発光のタイミングに応じて、複数のパターンが順次投影される。

[0075] 一実施形態において、露光装置１０００は、図３６に示すように、同期用の基準となるマスタークロック（マスタークロックを発する発振器）４０１０を備える。図３６の露光装置１０００において、少なくとも、レーザ光源２０、時分割器（例えば、ポリゴンミラーデバイス）５０、副分割器（例え

ば、光スイッチデバイス）７０、ＳＬＭ（例えば、ＤＭＤ）６０、及び基板ステージ１４００の各デバイスが、マスタークロック４０１０を基準として駆動される。図３７に示すように、各デバイスには必要に応じて原点センサ４０２０が設けられる。

[0076] 例えば、図３７において、制御システム１５００は、原点センサ４０２０からの出力データに基づき、ポリゴンミラー５１の回転に関する情報を取得する。制御システム１５００は、各デバイスからの情報と、マスタークロック４０１０からの情報とに基づいて、各デバイスを制御できる。

[0077] 図３８に示すように、制御システム１５００は、ポリゴンミラー５１の回転情報に基づき、マスタークロック４０１０のクロック周波数に合うように、ポリゴンミラー５１の回転数を調整する。さらに、制御システム１５００は、マスタークロック４０１０のクロックタイミングに合うように、ポリゴンミラー５１の位相を調整する。その結果、マスタークロック４０１０に同期して、ポリゴンミラー５１が回転制御される。副分割器（光スイッチデバイス７０）（図３６）についても同様に調整可能である。

[0078] また、制御システム１５００は、マスタークロック４０１０を基準として、ＳＬＭ６０における画像表示開始のトリガー信号を制御可能、つまり画像更新周波数を制御可能である。制御システム１５００は、マスタークロック４０１０を基準として、基板を支持する基板ステージ１４００の動作を制御可能である。また、制御システム１５００は、基板ステージ１４００との位置ずれが解消するように、ＳＬＭ６０を支持するＳＬＭステージ１４３０の動作を制御可能である。ＳＬＭステージ１４３０を動作することにより、先述したとおり、基板１４１０上に投影される投影像の位置を移動させることができる。マスタークロック４０１０の参照により、図３９に示すように、各デバイスの動作タイミングが個別に適切に調整されるとともに、複数のデバイスの間の動作タイミングの関係が適切に設定される。

[0079] ここで、時分割器５０及び副分割器７０において、時分割用に設けられた複数の領域の境界部分にビームが入射すると、射出されるビームが不安定に

なる可能性がある。例えば、先の図９（ｂ）に示した回転プレート５５において、第１反射面５６と第２反射面５７との間の境界部分に位置する頂部又は底部にビームが入射すると、反射したビームが散乱したり、ビームの向きに乱れが生じたりする可能性がある。

[0080] 図４０に示すように、レーザ光源２０の発振タイミングに応じて、回転プレート５５の回転を適切に制御することにより、回転プレート５５における第１反射面５６と第２反射面５７との間の境界部分へのビームの入射が回避される。例えば、（ｎ＋１）番目のパルスと（ｎ＋２）番目のパルスとの間のタイミングにおいて、ビームの目標照射位置に、回転プレート５５における光学的な境界（最頂部又は最底部）が位置するように、回転プレート５５の回転が制御される。これにより、ビームの利用効率が向上する。

[0081] 代替的及び／又は追加的に、時分割器５０（又は副分割器７０）における分割用の光学的な境界は、他の領域と異なる加工が施行され得る。一例において、図４１に示すように、回転プレート５５における第１反射面５６と第２反射面５７との間の境界付近（底部近傍）に追加的に加工が施される。例えば、回転プレート５５の境界付近に、比較的高精度の追加加工が施される。光学的境界の近傍領域における高い面精度に基づき、ビームの利用効率が向上する。

[0082] 図４１の例において、回転プレート５５における第１反射面５６と第２反射面５７との間の境界付近（底部近傍）に追加工の痕としての段差５５Ａ、５５Ｂが形成されている。レーザ光源２０の発振タイミングに応じて、回転プレート５５の回転を適切に制御することにより、回転プレート５５における段差５５Ａ、５５Ｂへのビームの入射が回避される。例えば、（ｎ）番目のパルスと（ｎ＋１）番目のパルスとの間のタイミングにおいて、ビームの目標照射位置に、回転プレート５５における段差５５Ａが位置するように、回転プレート５５の回転が制御される。また、（ｎ＋２）番目のパルスと（ｎ＋３）番目のパルスとの間のタイミングにおいて、ビームの目標照射位置に、回転プレート５５における段差５５Ｂが位置するように、回転プレート

５５の回転が制御される。

[0083] 一実施形態において、基板上に所定パターンを露光する露光装置（１０００）は、光源（２０）と、前記光源（２０）からの前記光を、前記所定パターンを記述したパターンデータに基づいて空間変調する空間光変調器（６０）と、前記空間変調された前記光の投影像を前記基板へ投影する投影光学系（１３３０）と、前記光源（２０）から順次発振された光の光路を切り替えて、複数設けられた前記空間変調器（６０）に順に導くよう、前記光の光路を切り替える光路切替え機（５０、７０）と、を備え、前記光路切替え機（５０、７０）は、前記光路を第１光路と第２光路とのどちらか一方へ切り替える第１切替え機（７０）と、前記第１光路へ導かれた前記光を複数の空間光変調器のうち第１群の空間光変調器（６０）へ、前記第２光路へ導かれた前記光を複数の空間光変調器のうち第２群の空間変調器（６０）へ、前記光をそれぞれ導く第２切替え機（５０）と、を有する。

[0084] 一例において、前記第１切替え機（７０）は、前記光源（２０）から第１期間内に発振された前記光を前記第１光路へ導く第１領域と、前記光源（２０）から前記第１期間とは異なる第２期間内に発振された前記光を前記第２光路へ導く第２領域と、を有する。

[0085] 例えば、前記第１領域は、前記光を反射し、前記第２領域は、前記光を透過する。

[0086] 例えば、前記第１領域は、前記光に対して第１角度に傾けて設けられ、前記光を反射して前記光を前記第１光路へ導き、前記第２領域は、前記光に対して前記第１角度とは異なる第２角度に傾けて設けられ、前記光を反射して前記光を前記第２光路へ導く。

[0087] 別の例において、前記第２切替え機（５０）は、前記第１群の空間光変調器（６０）へ前記光を反射させる第一反射面（５２Ａ）と、前記第２群の空間光変調器（６０）へ前記光を反射させる導く第二反射面（５２Ｂ）と、を有する。

[0088] 前記第２切替え機（５０）は、前記第１群の空間光変調器（６０）へ前記

光を導く第一切替え機（５０、５１Ａ）と、前記第２群の空間光変調器（６０）へ前記光を導く第二切替え機（５０、５１Ｂ）と、を有する。

[0089] 代替的及び／又は追加的に、露光装置（１０００）は、前記パターンデータを前記空間光変調器（６０）へ送信するデータ送信部（１５００）、を備え、前記空間光変調器（６０は、露光中に前記基板が移動される第１方向と交差する第２方向に複数並んで設けられた第１空間光変調器（６０）と第２空間光変調器（６０）とを有し、前記データ送信部（１５００）は、前記パターンデータを、前記第１空間光変調器（６０）へ送信される第１パターンデータと、前記第２空間光変調器（６０）へ送信される第２パターンデータとに分割し、前記第１パターンデータと前記第２パターンデータとの前記第１方向に関する位置を相対的にシフトさせる。

[0090] 代替的及び／又は追加的に、露光装置（１０００）は、前記パターンデータを前記空間光変調器（６０）へ送信するデータ送信部（１５００）、を備え、前記空間光変調器（６０）は、第１空間光変調器（６０）と第２空間光変調器（６０）とを有し、前記データ送信部（１５００）は、前記パターンデータを、前記第１空間光変調器（６０）へ送信される第１パターンデータと、前記第２空間光変調器（６０）へ送信される第２パターンデータとに分割し、前記第１パターンデータと前記第２パターンデータとの位置を相対的にシフトさせる。

[0091] 例えば、前記第２切替え機（５０）は、ポリゴンミラーである。

[0092] 一実施形態において、露光装置（１０００）は、第１方向へ移動中の基板に対して、前記第１方向と交差する第２方向に並んで配置された第１空間光変調器（６０）と前記第２光変調器（６０）とを介して、所定パターンを露光する。露光装置（１０００）は、光源（２０）と、前記所定パターンに基づいて記述されるパターンデータを前記第１空間光変調器（６０）および前記第２空間光変調器（６０）へ送信するデータ送信部（１５００）、前記光源（２０）からの前記光が、前記パターンデータの一部であり前記送信部（１５００）により送信された第１パターンデータに基づいて前記第１空間変

調器（６０）により空間変調された前記光の投影像を前記基板へ投影する第１投影光学系（１３３０）と、前記光源（２０）からの前記光が、前記パターンデータの他部であり前記送信部（１５００）により送信された第２パターンデータに基づいて空間変調する第２の空間光変調器（６０）と、前記第２の空間変調された前記光の投影像を前記基板へ投影する第２投影光学系（１３３０）と、前記光源（２０）から順次発振された光の光路を切り替えて、前記第１の空間変調器（６０）、前記第２の空間変調器（６０）の順に導く光路切替え機（５０）と、を備え、前記データ送信部（１５００）は、前記パターンデータを、前記第１パターンデータと、前記第２パターンデータとに分割し、前記第１パターンデータと前記第２パターンデータとの前記第１方向に関する位置を相対的にシフトさせる。

[0093] 一例において、露光装置（１０００）は、前記光源（２０）と、前記空間光変調器（６０）と、前記光路切替え機（５０）との少なくとも２つを同期させるマスタークロックを発する発振器（４０１０）を備える。

[0094] 例えば、露光装置は、複数の前記光源（２０）からそれぞれ発せられた前記光を合成する合成器（１２００）を、さらに備え、前記光路切替え機（５０）は、前記合成器（１２００）により合成された前記光の前記光路を切り替える。

[0095] 一実施形態において、フラットパネルディスプレイの製造方法は、上記の露光装置（１０００）を用いて前記基板を露光することと、露光された前記基板を現像することと、を含む。

[0096] 一実施形態において、デバイス製造方法は、上記の露光装置（１０００）を用いて前記基板を露光することと、露光された前記基板を現像することと、を含む。

[0097] なお、露光装置１０００は、例えば、ウエハ上に集積回路パターンを露光する半導体フォトリソグラフィシステム又は薄膜磁気ヘッドを製造するフォトリソグラフィシステムとしても使用可能である。

[0098] なお、上述した複数の実施形態において、複数ビームの合成と時分割との

組み合わせにより、低周波数かつ高エネルギーのビーム出力が実現されることを説明したが、これに限定されない。レーザ光源から高エネルギーのビーム出力される場合、複数ビームを合成しなくともよい。

[0099] なお、複数ビームの合成とは、複数光源から発したレーザビームのそれぞれの光軸が一致し合成される場合を含む。また、複数光源から発したレーザビームのそれぞれの光軸が一致しない場合であっても、それらの光軸が十分に近い場合は高エネルギーのビーム出力となるたり、ビームが合成されていることも含む。

[0100] 上述のフォトリソグラフィシステムは、所定の機械的正確さ、電気的正確さ、及び光学的正確さが維持されるように、種々のサブシステムを組み立てることにより構築可能である。組立の前後に種々の正確さを維持するために、各光学システムは、その光学的正確さを達成するように調整される。同様に、機械的システム及び電気的システムはすべて、機械的正確さ及び電気的正確さを達成するように調整される。フォトリソグラフィシステムに各サブシステムを組み立てるプロセスには、各サブシステム間の機械的インタフェース、電気回路配線接続、及び空気圧配管接続が含まれる。種々のサブシステムからフォトリソグラフィシステムを組み立てるのに先立って、各サブシステムを組み立てるプロセスも存在する。種々のサブシステムを使用して一旦フォトリソグラフィシステムが組み立てられると、完全なフォトリソグラフィシステムにおいて正確さを確実に維持するように、あらゆる調整を実施する。さらに、温度及び清浄度が制御されるクリーンルームにおいて露光システムを製造することが望ましい。

[0101] また、露光対象となる基板はガラスプレートに限られず、例えばウエハ、セラミック基板、フィルム部材、あるいはマスクブランクスなど、他の物体でも良い。また、露光対象物がフラットパネルディスプレイ用の基板である場合、その基板の厚さは特に限定されず、例えばフィルム状（可撓性を有するシート状の部材）のものも含まれる。なお、本実施形態の露光装置は、一辺の長さ、又は対角長が５００ｍｍ以上の基板が露光対象物である場合に特

に有効である。

[0102] 液晶表示素子（あるいは半導体素子）などの電子デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基づいたマスク（あるいはレチクル）を製作するステップ、ガラス基板（あるいはウエハ）を製作するステップ、上述した各実施形態の露光装置、及びその露光方法によりマスク（レチクル）のパターンをガラス基板に転写するリソグラフィステップ、露光されたガラス基板を現像する現像ステップ、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去るエッチングステップ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くレジスト除去ステップ、デバイス組み立てステップ、検査ステップ等を経て製造される。この場合、リソグラフィステップで、上記実施形態の露光装置を用いて前述の露光方法が実行され、ガラス基板上にデバイスパターンが形成されるので、高集積度のデバイスを生産性良く製造することができる。

[0103] 上記の本開示のシステムにより、目的を達成し、効果を提供することができる。これらは実施形態の例示であり、構成又は設計を詳細に限定する意図はない。

符号の説明

[0104] ２０：レーザ光源、３０：出力モジュール、４０：コントローラ、５０：時分割器、５１：ポリゴンミラー、６０：空間光変調器（ＳＬＭ）、７０：副分割器、８０：光ファイバ、１０００：露光装置（光学装置）、１１００：光源モジュール、１２００：分配モジュール、１３００：照明システム、１３１０：照明系、１３３０：投影レンズ、１４００：基板ステージ、１４１０：基板、１５００：制御システム

請求の範囲

[請求項1] 複数のレーザ光源と、

光変調器を有する出力モジュールと、

前記複数のレーザ光源と前記出力モジュールとの間に配され、前記複数のレーザ光源から出射されたレーザ光を時間的に分割する時分割器と、

を備える、光学装置。

[請求項2] 複数のレーザ光源と、

各々が光変調器を有する複数の出力モジュールと、

前記複数のレーザ光源と前記複数の出力モジュールとの間に配され、前記複数のレーザ光源から出射されたレーザ光を時間的に分割する時分割器と、

を備える、光学装置。

[請求項3] 複数のレーザ光源と、

各々が光変調器を有する複数の出力モジュールと、

前記複数のレーザ光源と前記複数の出力モジュールとの間に配され、前記複数のレーザ光源から出射されたレーザ光を時間的に分割する時分割器と、

前記複数のレーザ光源と前記時分割器との間、又は前記時分割器と前記複数の出力モジュールとの間、に配される副分割器と、

を備える、光学装置。

[請求項4] レーザ光源と、

出力モジュールと、

前記レーザ光源と前記出力モジュールとの間に配され、前記レーザ光源から出射されたレーザ光を時間的に分割する時分割器と、

を備え、

前記時分割器は、複数の反射面を用いて前記レーザ光を分割する、

光学装置。

[請求項5] レーザ光源と、

複数の出力モジュールと、

前記レーザ光源と前記複数の出力モジュールとの間に配され、前記レーザ光源から出射されたレーザ光を時間的に分割する時分割器と、

を備え、

前記時分割器は、複数の反射面を用いて前記レーザ光を分割する、

光学装置。

[請求項6] 前記レーザ光源を複数備える、請求項４または５に記載の光学装置。

[請求項7] レーザ光源と、

光変調器を有する出力モジュールと、

前記光源と前記出力モジュールとの間に配された音響光学素子と、

を備える、光学装置。

[請求項8] レーザ光源と、

各々が光変調器を有する複数の出力モジュールと、

前記レーザ光源と前記出力モジュールとの間に配された音響光学素子と、

を備える、光学装置。

[請求項9] 前記レーザ光源を複数備える、請求項７または８に記載の光学装置。

[請求項10] パルス光を出射するレーザ光源と、

光変調器を有する出力モジュールと、

前記レーザ光源と前記出力モジュールとの間に配され、前記パルス光を時間的に分割する時分割器と、

前記パルス光の周波数に基づいて、前記時分割器による前記パルス光の分割を制御するコントローラと、

を備える、光学装置。

[請求項11] パルス光を出射するレーザ光源と、

各々が光変調器を有する複数の出力モジュールと、

前記レーザ光源と前記複数の出力モジュールとの間に配され、前記パルス光を時間的に分割する時分割器と、

前記パルス光の周波数に基づいて、前記時分割器による前記パルス光の分割を制御するコントローラと、

を備える、光学装置。

[請求項12] 前記レーザ光源を複数備える、請求項１０または１１に記載の光学装置。

[請求項13] 請求項１から１２の何れか一項に記載の光学装置と、

前記光変調器により導かれる光により露光される基板を支持する基板支持部と、を備える露光装置。

[請求項14] 基板上に所定パターンを露光する露光装置において、

光源と、

前記光源からの前記光を、前記所定パターンを記述したパターンデータに基づいて空間変調する空間光変調器と、

前記空間変調された前記光の投影像を前記基板へ投影する投影光学系と、

前記光源から順次発振された光の光路を切り替えて、複数設けられた前記空間変調器に順に導く光路切替え機と、を備え、

前記光路切替え機は、前記光路を第１光路と第２光路とのどちらか一方へ切り替える第１切替え機と、前記第１光路へ導かれた前記光を複数の空間光変調器のうち第１群の空間光変調器へ、前記第２光路へ導かれた前記光を複数の空間光変調器のうち第２群の空間変調器へ、前記光をそれぞれ導く第２切替え機と、を有する、露光装置。

[請求項15] 前記第１切替え機は、前記光源から第１期間内に発振された前記光を前記第１光路へ導く第１領域と、前記光源から前記第１期間とは異なる第２期間内に発振された前記光を前記第２光路へ導く第２領域と、を有する、請求項１４に記載の露光装置。

[請求項16] 前記第１領域は、前記光を反射し、

前記第２領域は、前記光を透過する、請求項１５に記載の露光装置。

[請求項17] 前記第１領域は、前記光に対して第１角度に傾けて設けられ、前記光を反射して前記光を前記第１光路へ導き、

前記第２領域は、前記光に対して前記第１角度とは異なる第２角度に傾けて設けられ、前記光を反射して前記光を前記第２光路へ導く、請求項１５に記載の露光装置。

[請求項18] 前記第２切替え機は、前記第１群の空間光変調器へ前記光を反射させる第一反射面と、前記第２群の空間光変調器へ前記光を反射させる導く第二反射面と、を有する、請求項１４から１７の何れか一項に記載の露光装置。

[請求項19] 前記第２切替え機は、前記第１群の空間光変調器へ前記光を導く第一切替え機と、前記第２群の空間光変調器へ前記光を導く第二切替え機と、を有する、請求項１４から１７の何れか一項に記載の露光装置。

[請求項20] 前記パターンデータを前記空間光変調器へ送信するデータ送信部、を備え、

前記空間光変調器は、露光中に前記基板が移動される第１方向と交差する第２方向に複数並んで設けられた第１空間光変調器と第２空間光変調器とを有し、

前記データ送信部は、前記パターンデータを、前記第１空間光変調器へ送信される第１パターンデータと、前記第２空間光変調器へ送信される第２パターンデータとに分割し、前記第１パターンデータと前記第２パターンデータとの前記第１方向に関する位置を相対的にシフトさせる、請求項１４から１９の何れか一項に記載の露光装置。

[請求項21] 前記パターンデータを前記空間光変調器へ送信するデータ送信部、を備え、

前記空間光変調器は、第１空間光変調器と第２空間光変調器とを有し、

前記データ送信部は、前記パターンデータを、前記第１空間光変調器へ送信される第１パターンデータと、前記第２空間光変調器へ送信される第２パターンデータとに分割し、前記第１パターンデータと前記第２パターンデータとの位置を相対的にシフトさせる、請求項１４から１９の何れか一項に記載の露光装置。

[請求項22] 前記第２切替え機は、ポリゴンミラーである、請求項１４から２１の何れか一項に記載の露光装置。

[請求項23] 第１方向へ移動中の基板に対して、前記第１方向と交差する第２方向に並んで配置された第１空間光変調器と前記第２光変調器とを介して、所定パターンを露光する露光装置において、

光源と、

前記所定パターンに基づいて記述されるパターンデータを前記第１空間光変調器および前記第２空間光変調器へ送信するデータ送信部、

前記光源からの前記光が、前記パターンデータの一部であり前記送信部により送信された第１パターンデータに基づいて前記第１空間変調器により空間変調された前記光の投影像を前記基板へ投影する第１投影光学系と、

前記光源からの前記光が、前記パターンデータの他部であり前記送信部により送信された第２パターンデータに基づいて空間変調する第２の空間光変調器と、

前記第２の空間変調された前記光の投影像を前記基板へ投影する第２投影光学系と、

前記光源から順次発振された光の光路を切り替えて、前記第１の空間変調器、前記第２の空間変調器の順に導く光路切替え機と、を備え、

前記データ送信部は、前記パターンデータを、前記第１パターンデ

ータと、前記第２パターンデータとに分割し、前記第１パターンデータと前記第２パターンデータとの前記第１方向に関する位置を相対的にシフトさせる、露光装置。

[請求項24] 前記光源と、前記空間光変調器と、前記光路切替え機との少なくとも２つを同期させるマスタークロックを発する発振器を備える、請求項１４から２３の何れか一項に記載の露光装置。

[請求項25] 複数の前記光源からそれぞれ発せられた前記光を合成する合成器を、さらに備え、

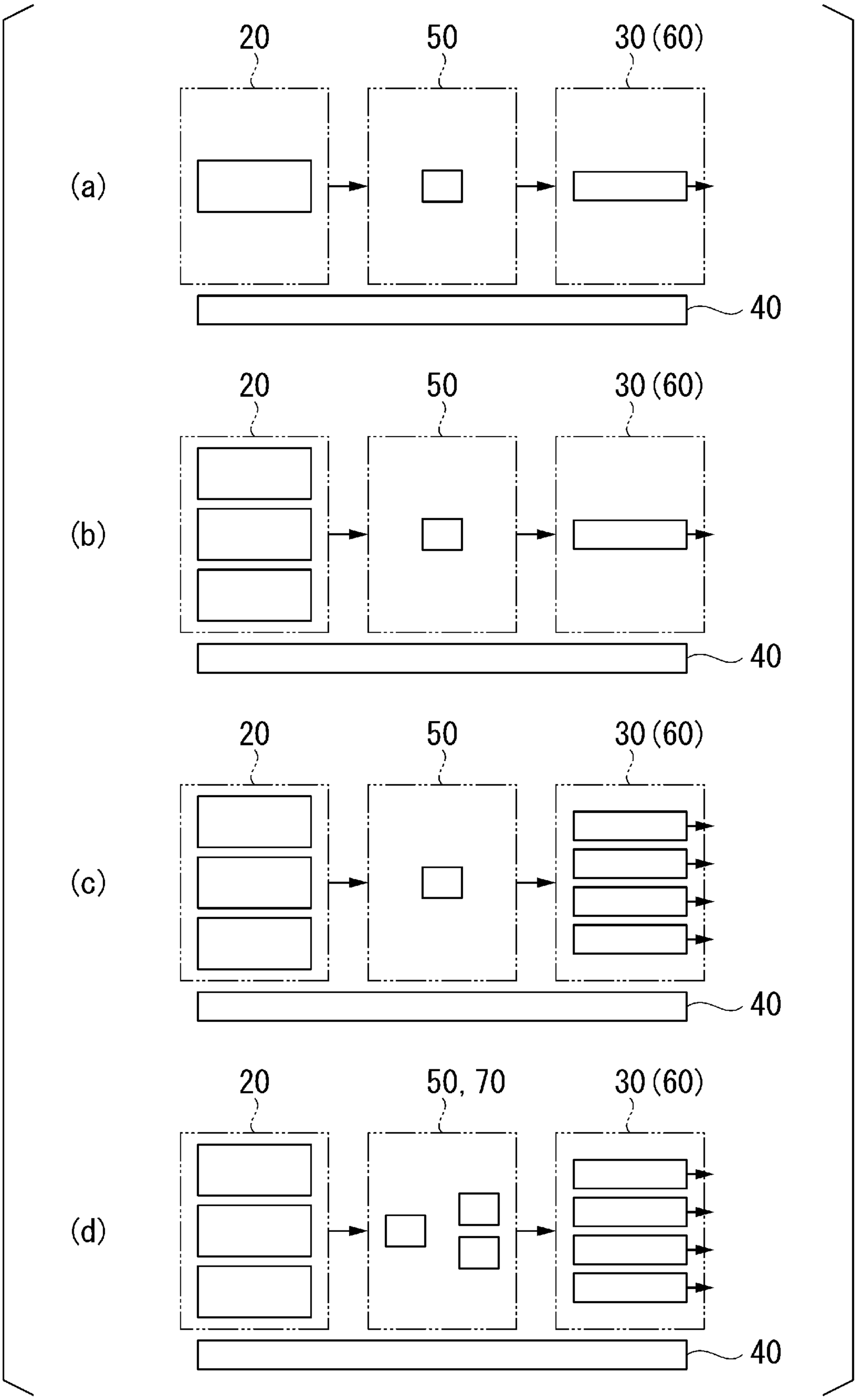
前記光路切替え機は、前記合成器により合成された前記光の前記光路を切り替える、請求項１４から２４の何れか一項に記載の露光装置。

[請求項26] 請求項１３から２５の何れか一項に記載の露光装置を用いて前記基板を露光することと、露光された前記基板を現像することと、を含むフラットパネルディスプレイの製造方法。

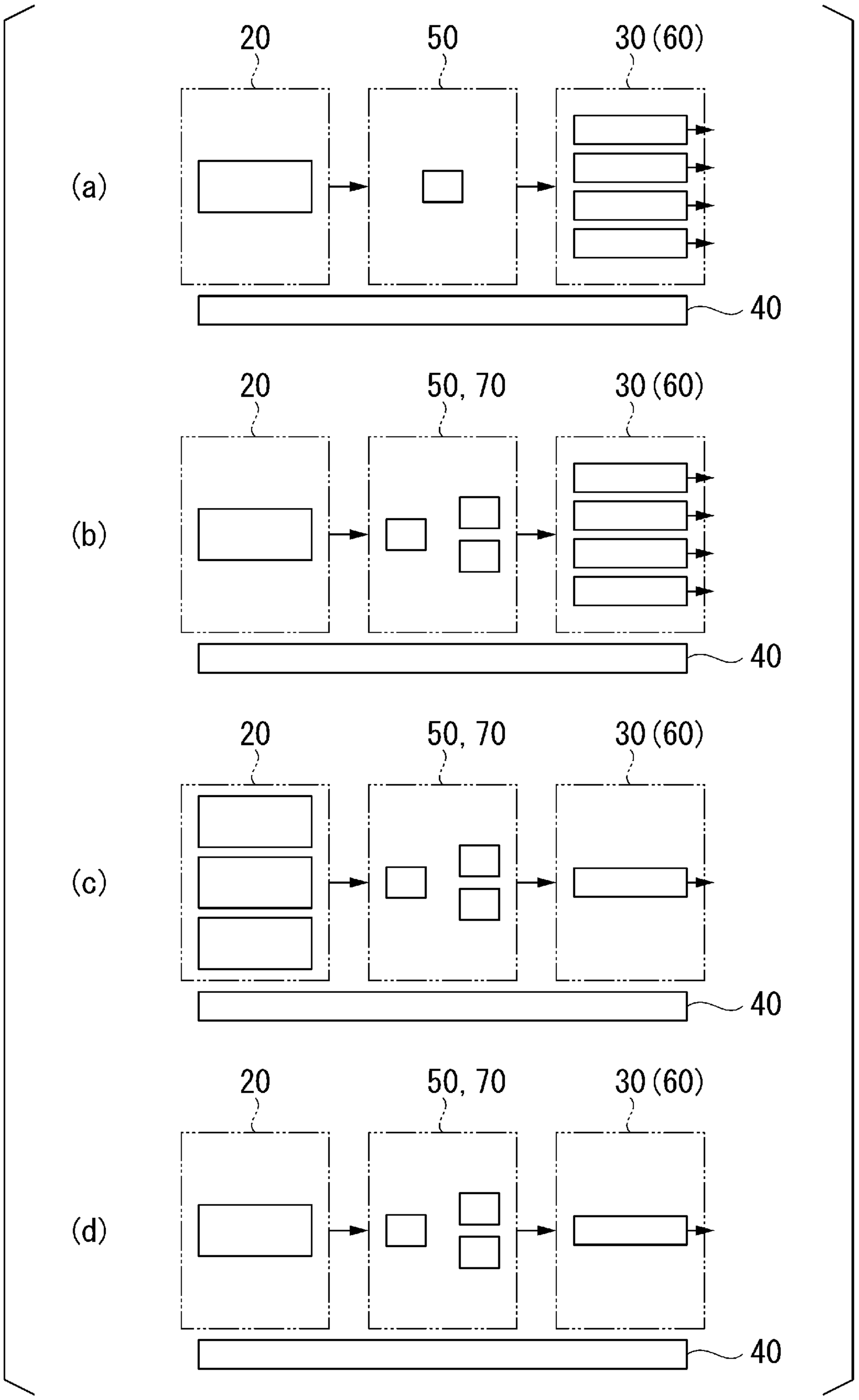
[請求項27] 請求項１３から２５の何れか一項に記載の露光装置を用いて前記基板を露光することと、

露光された前記基板を現像することと、を含むデバイス製造方法。

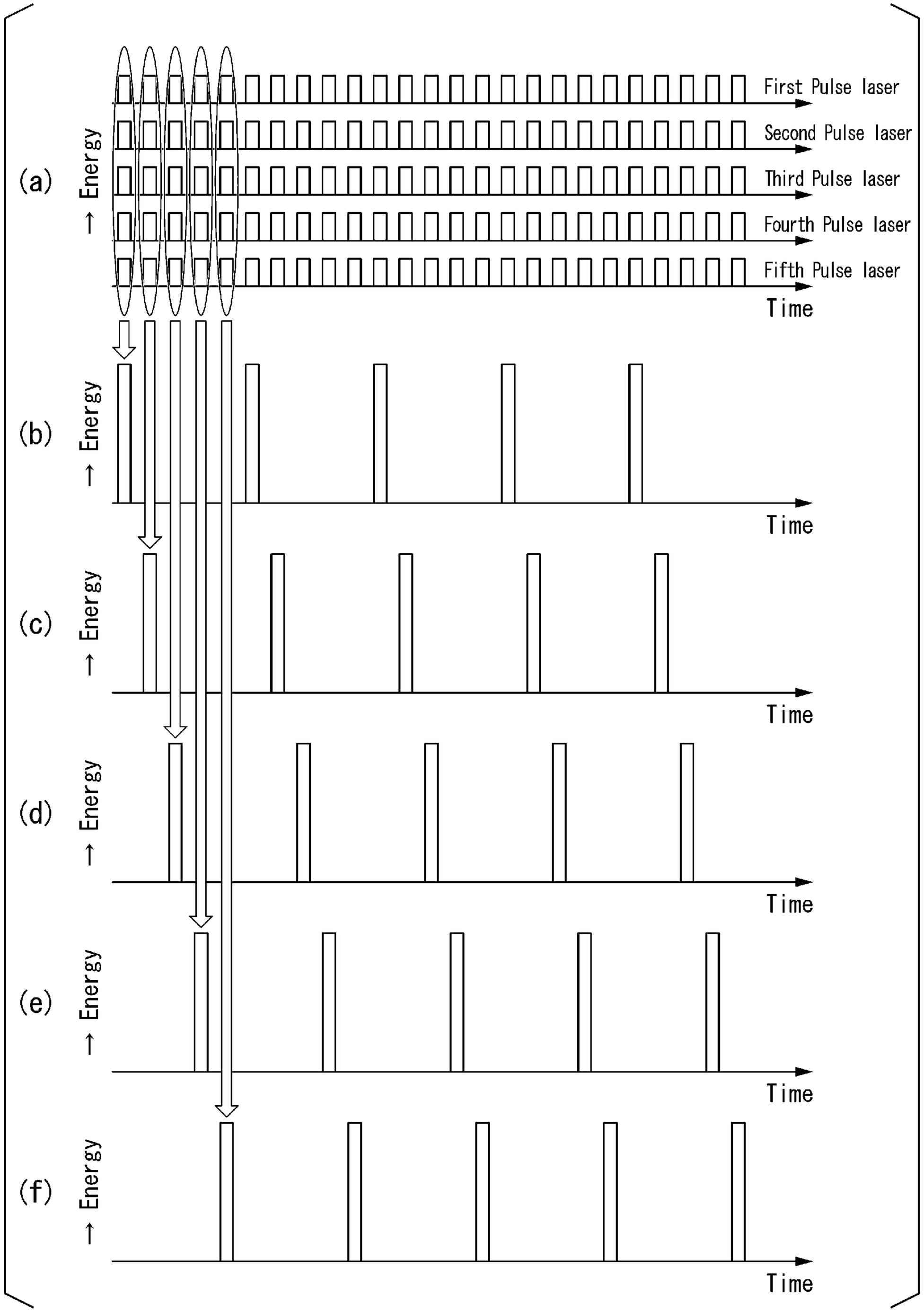
[図1]



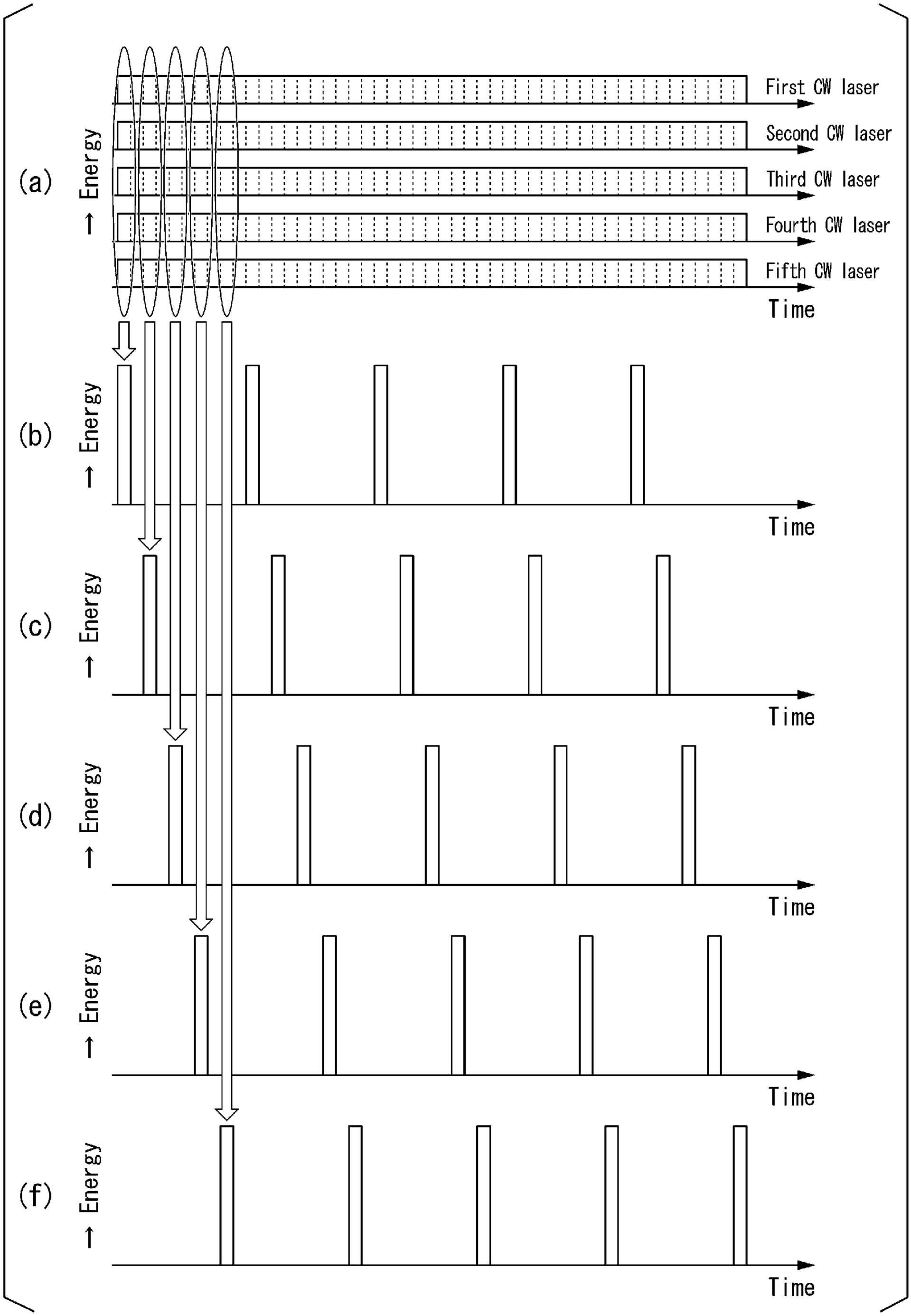
[図2]


(a)
20
50
30 (60)
40
(b)
20
50, 70
30 (60)
40
(c)
20
50, 70
30 (60)
40
(d)
20
50, 70
30 (60)
40

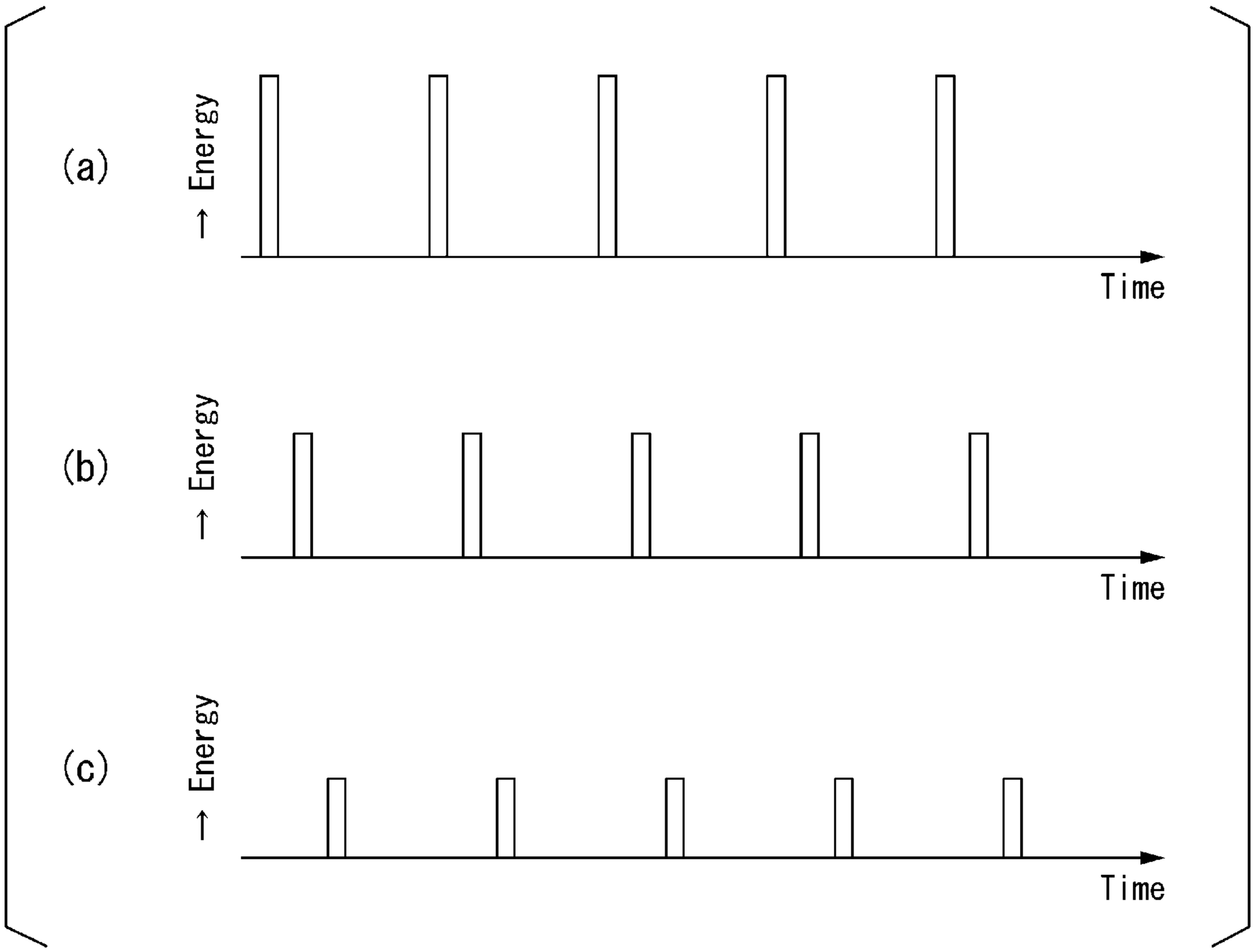
[図3]


(a)
→ Energy
First Pulse laser
Second Pulse laser
Third Pulse laser
Fourth Pulse laser
Fifth Pulse laser
Time
(b)
→ Energy
Time
(c)
→ Energy
Time
(d)
→ Energy
Time
(e)
→ Energy
Time
(f)
→ Energy
Time

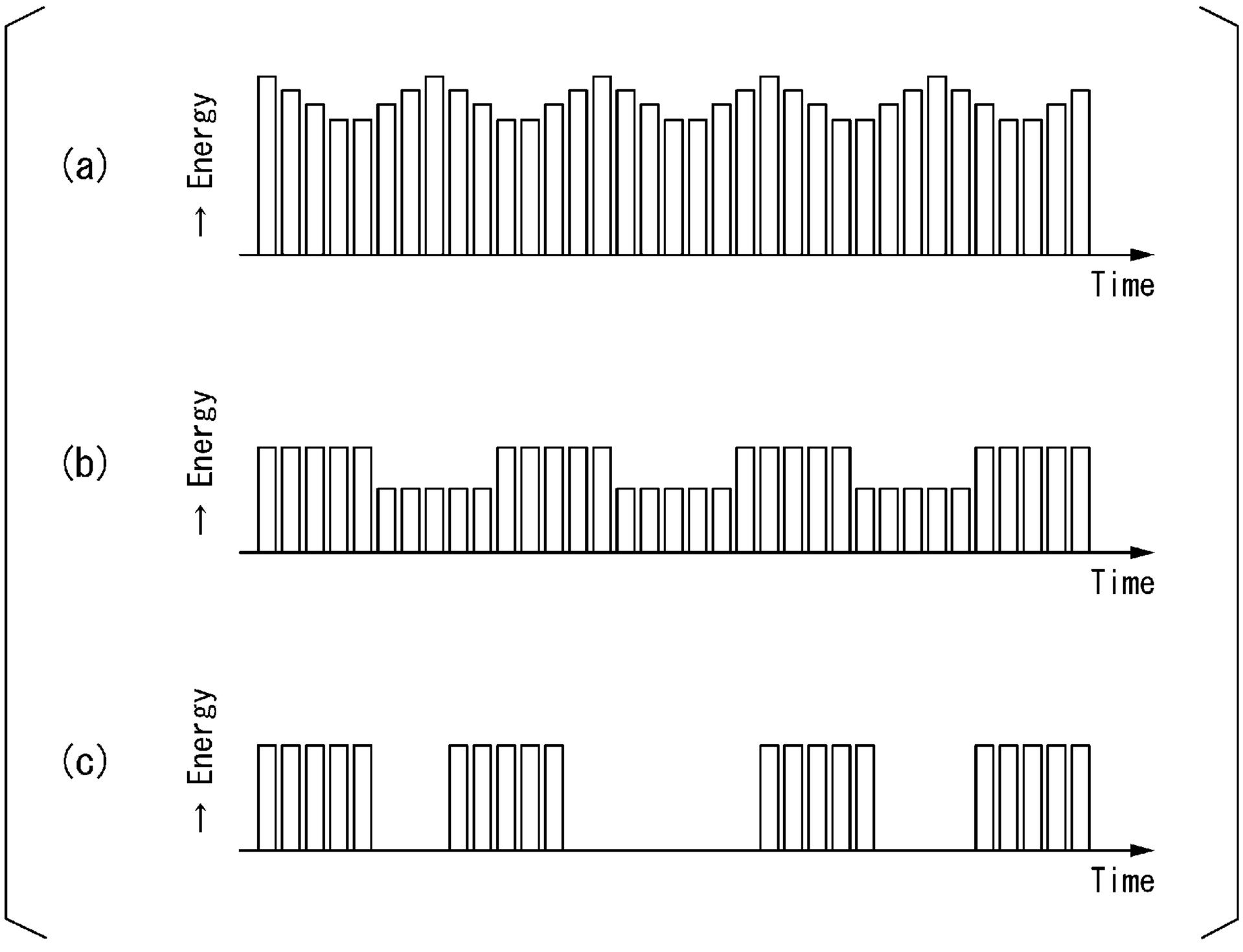
[図4]


(a)
Energy
First CW laser
Second CW laser
Third CW laser
Fourth CW laser
Fifth CW laser
Time
(b)
Energy
Time
(c)
Energy
Time
(d)
Energy
Time
(e)
Energy
Time
(f)
Energy
Time

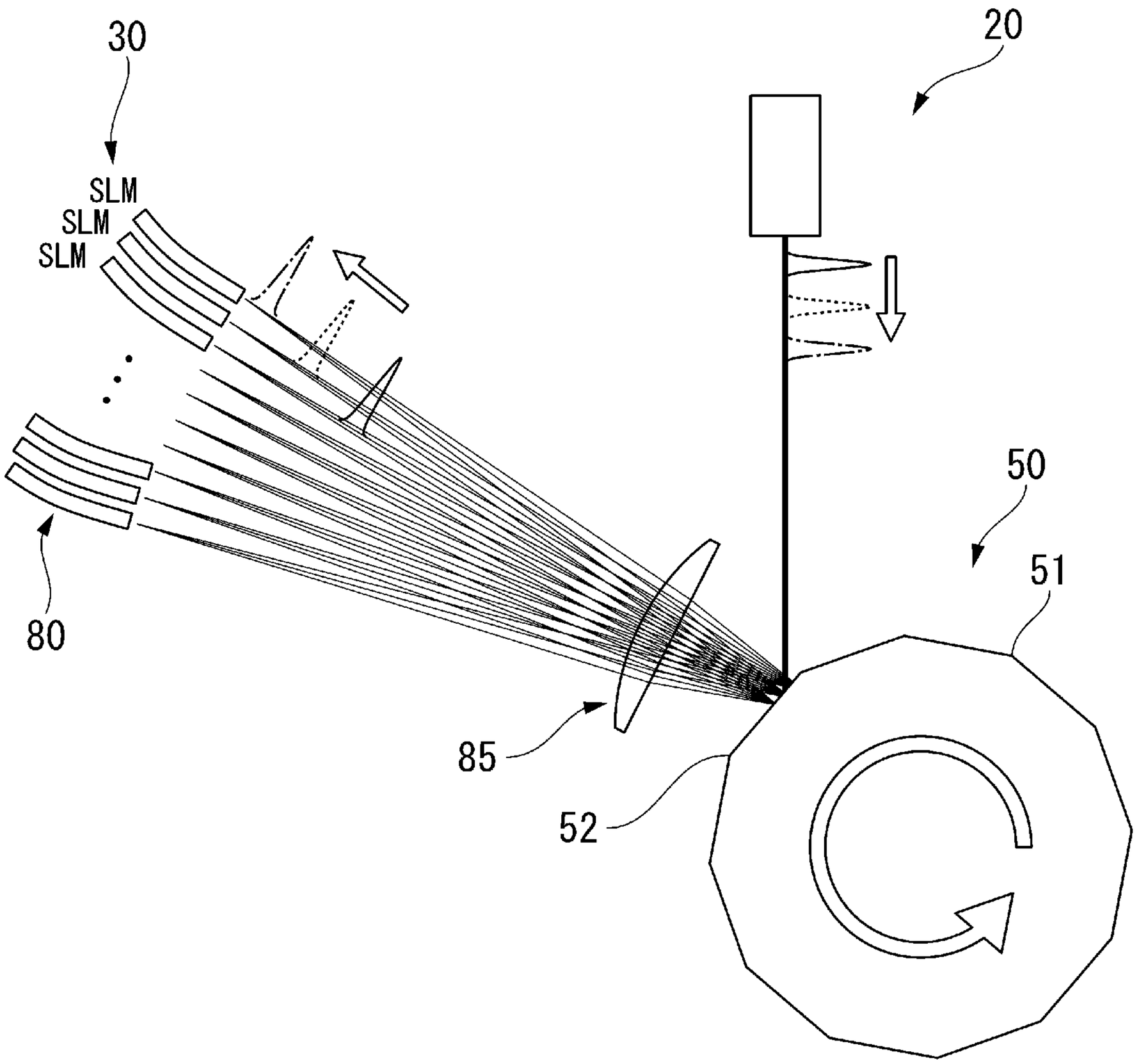
[図5]


(a)
↑ Energy
Time
(b)
↑ Energy
Time
(c)
↑ Energy
Time

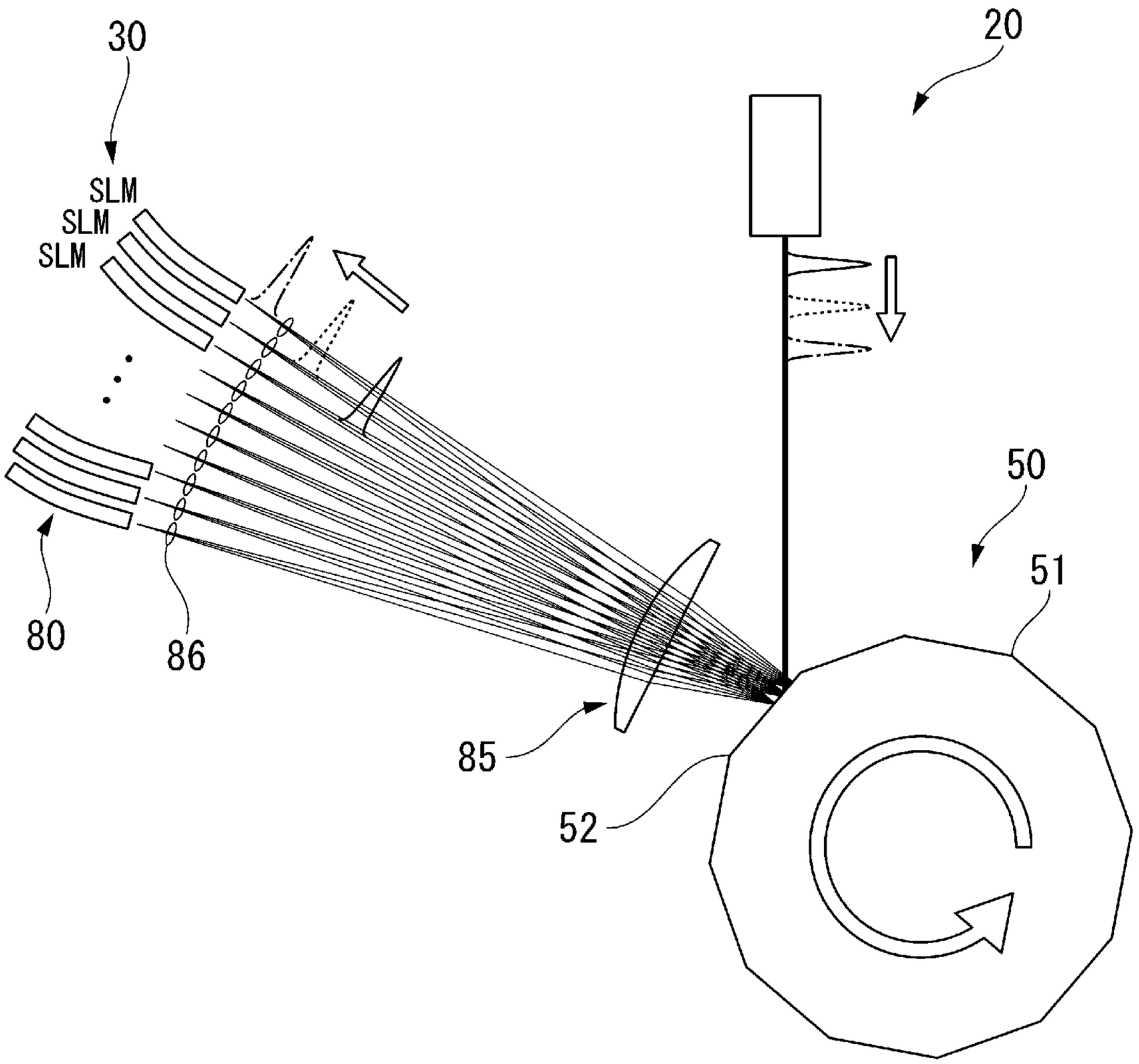
[図6]


(a)
↑ Energy
Time
(b)
↑ Energy
Time
(c)
↑ Energy
Time

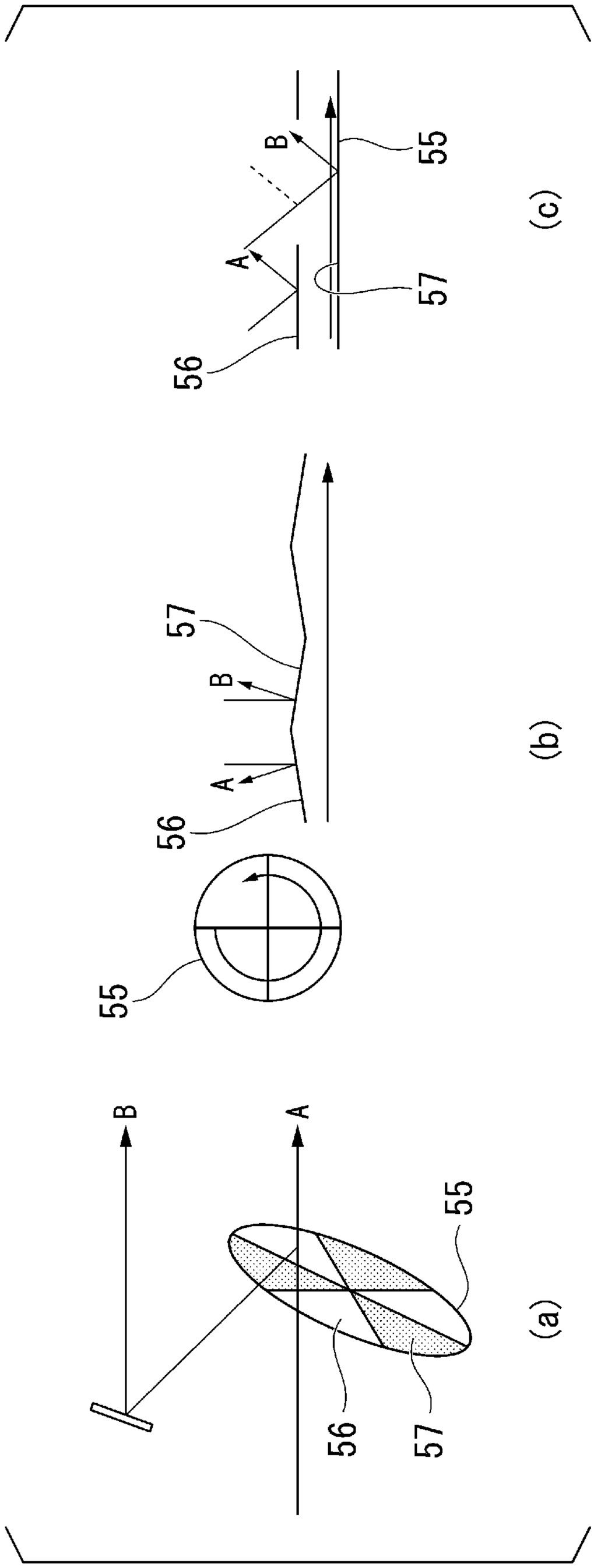
[図7]



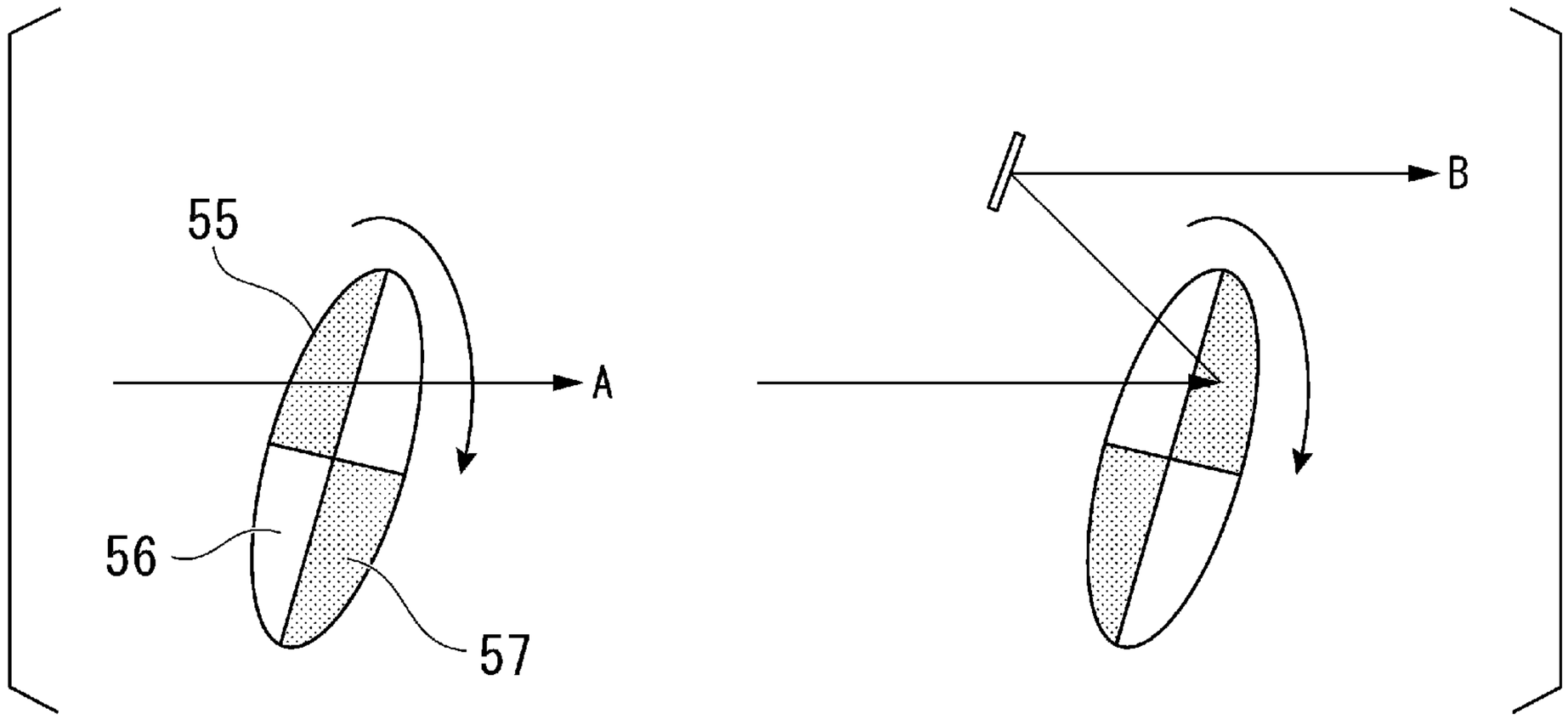
[図8]



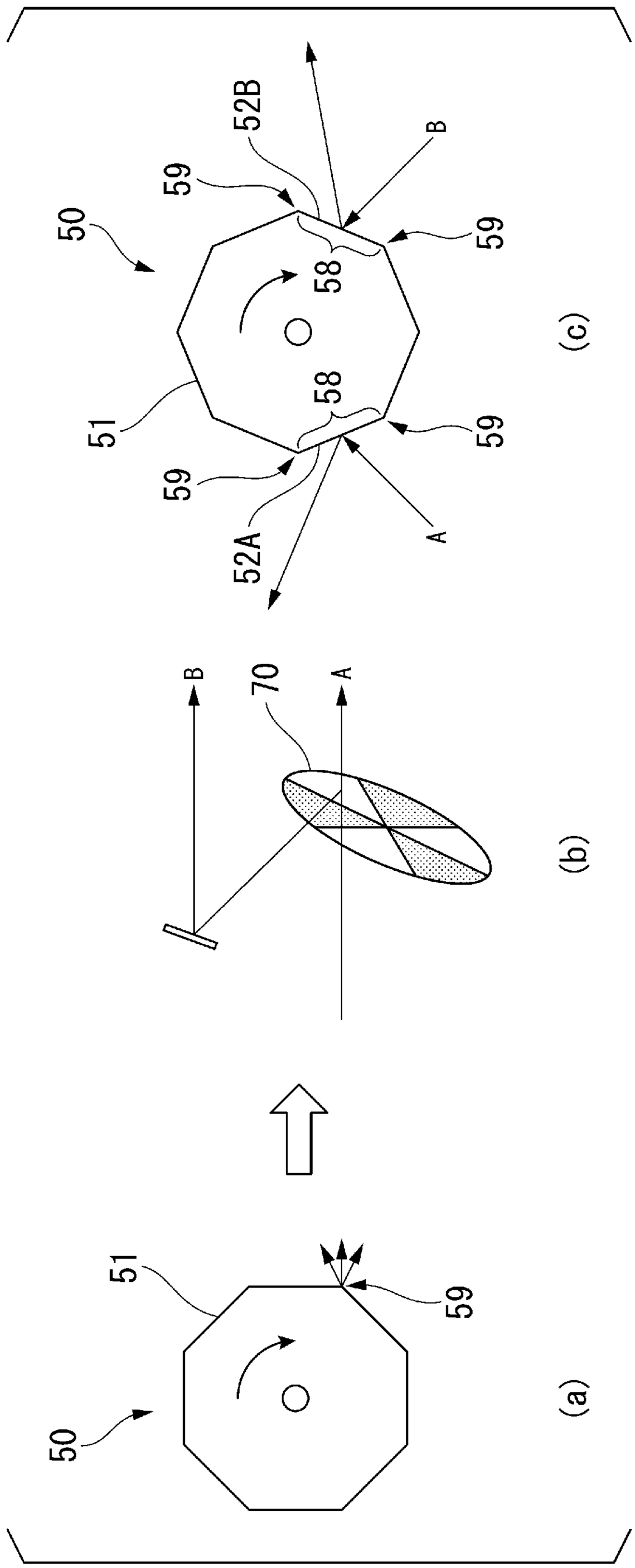
[図9]



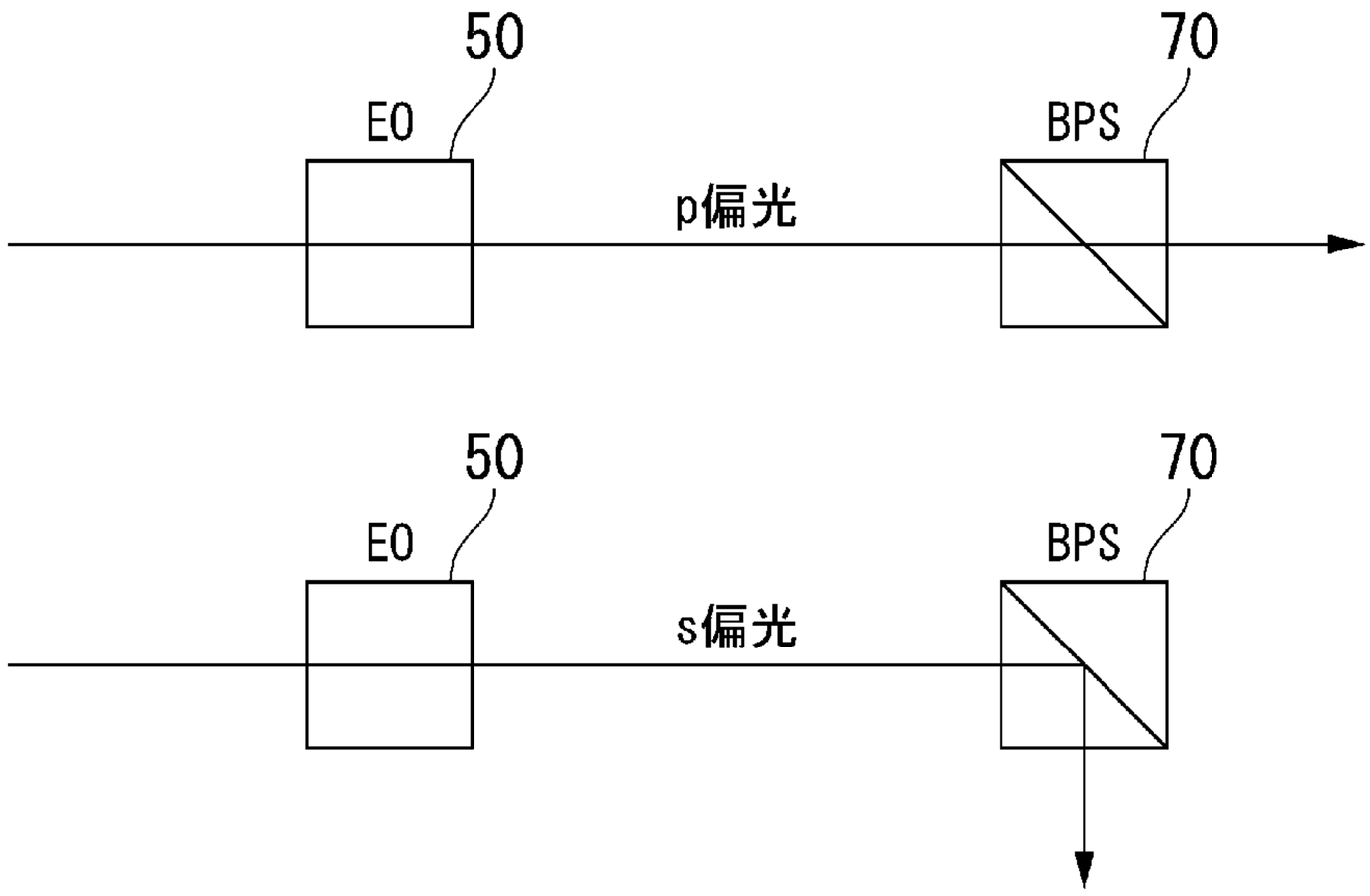
[図10]



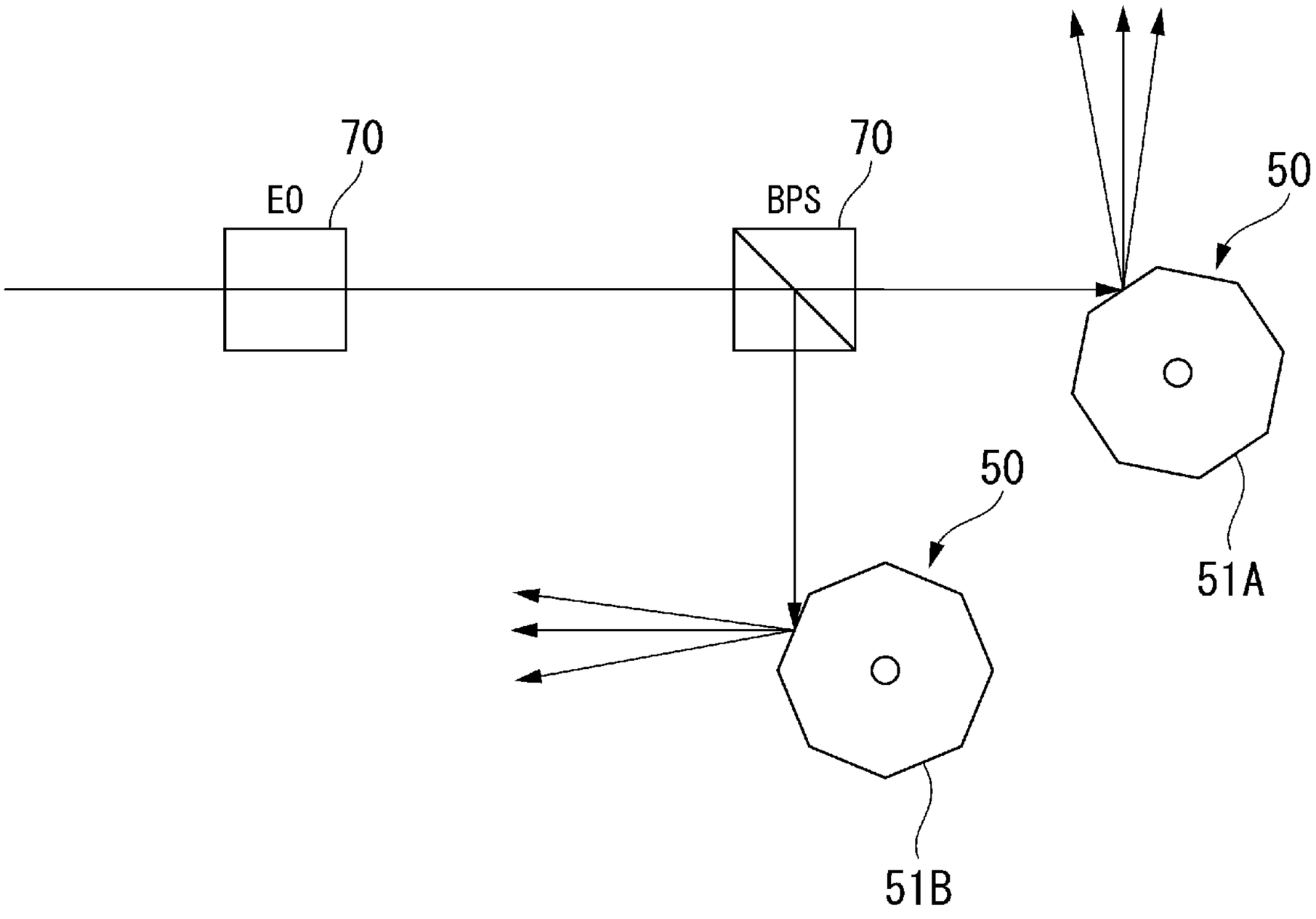
[図11]



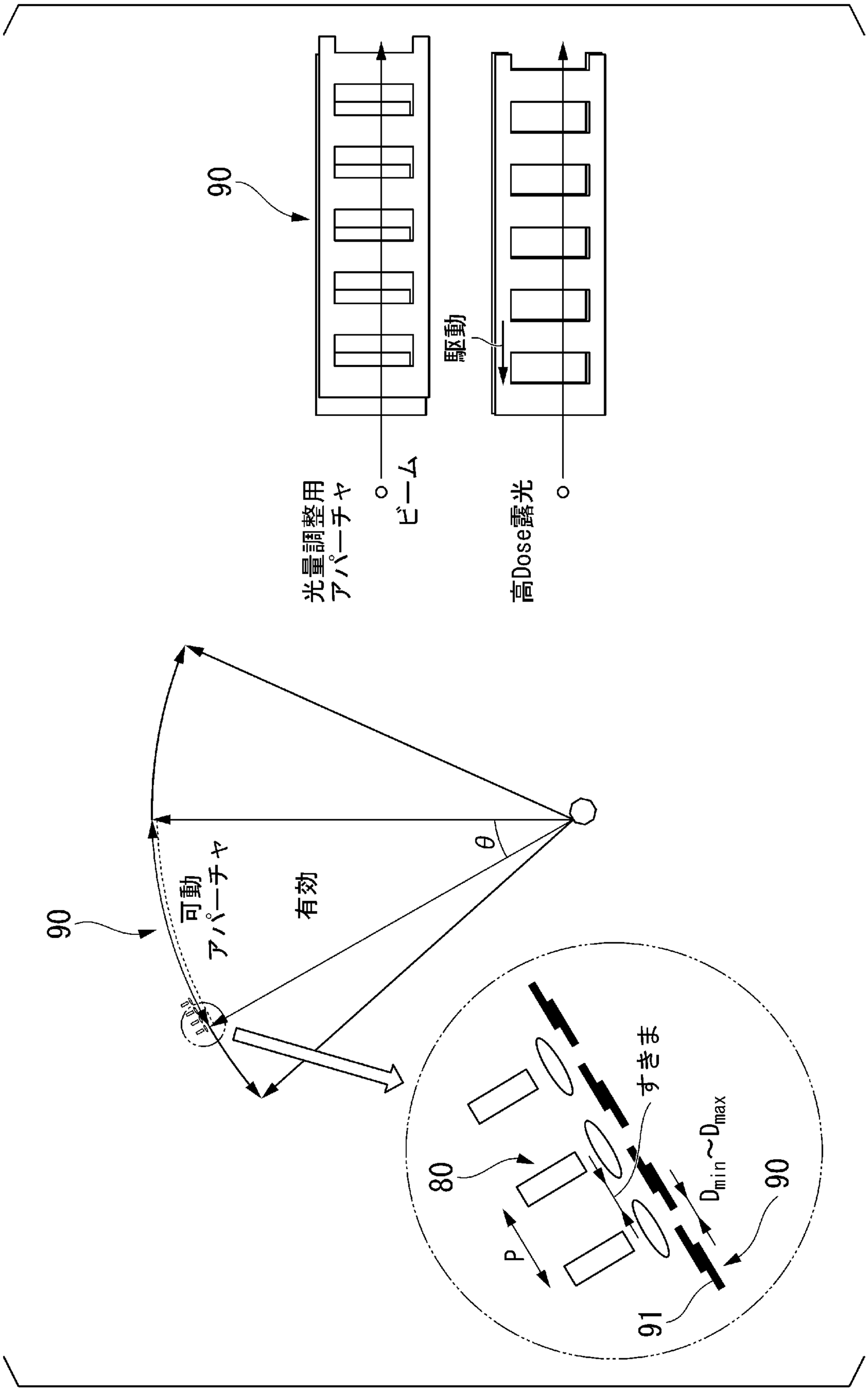
[図12]



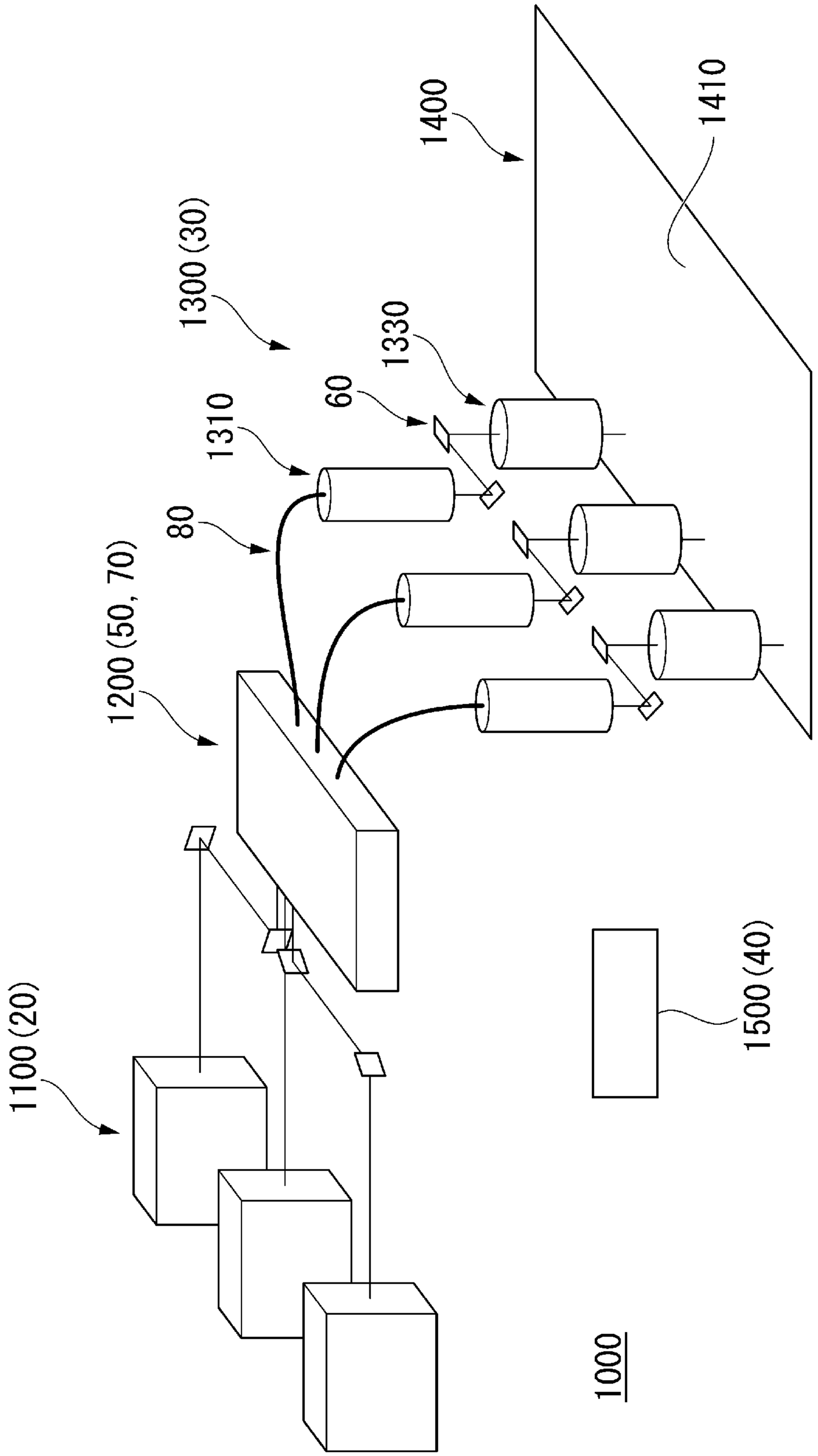
[図13]



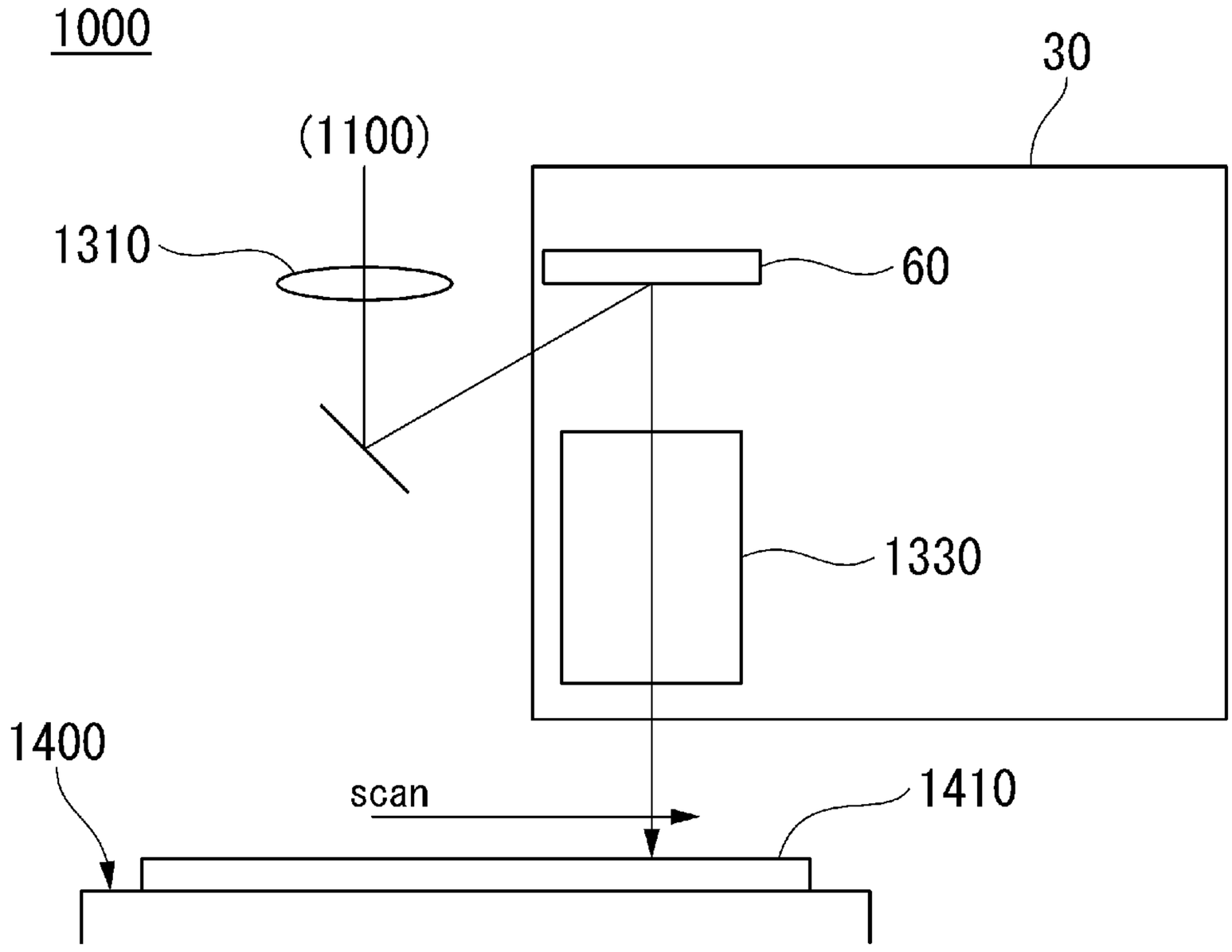
[図14]


90
光量調整用
アパーチャ
0
ビーム
駆動
高Dose露光
0
90
可動
アパーチャ
有効
θ
すきま
80
P
D_{min}~D_{max}
91
90

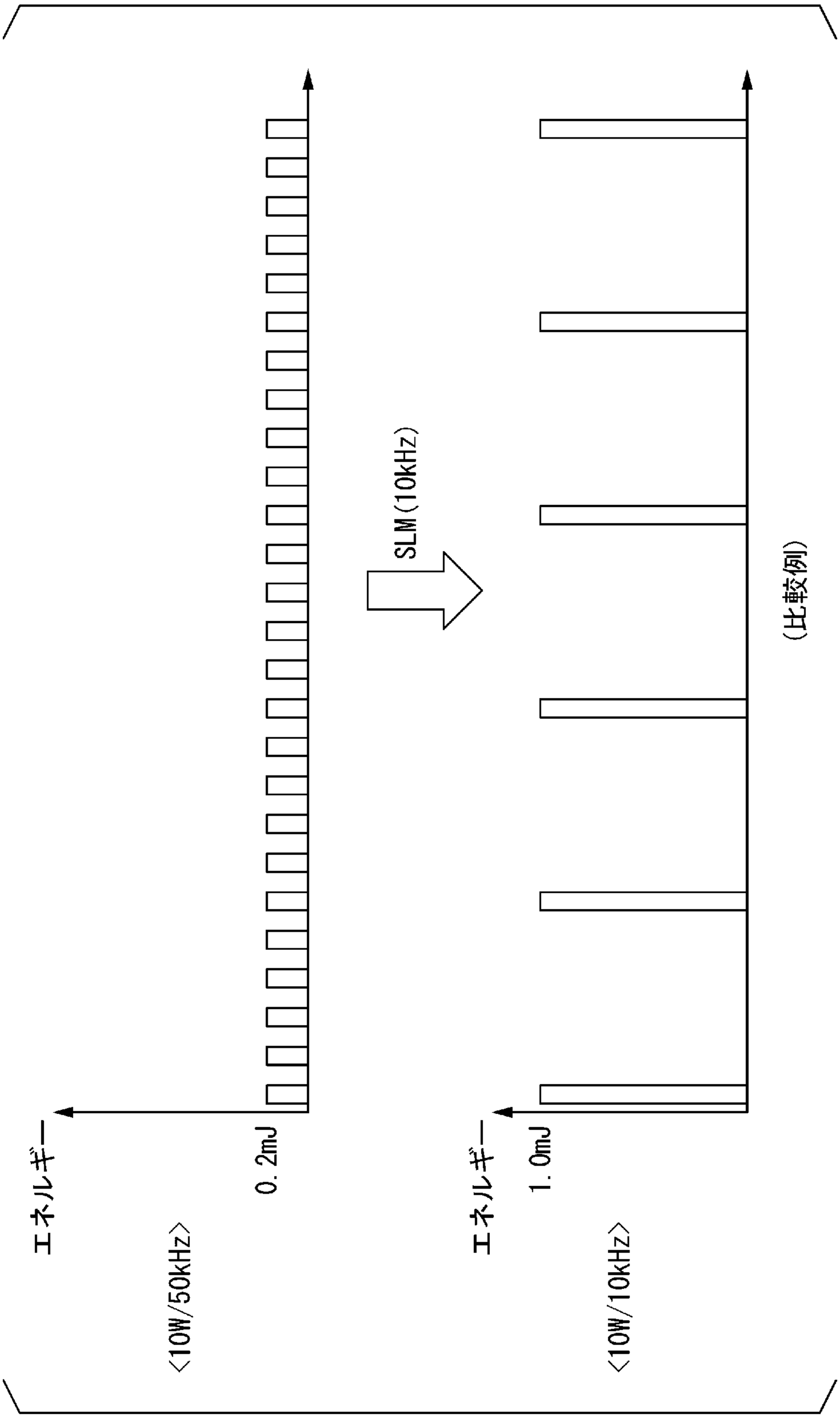
[図15]


1400
1410
1300 (30)
1330
60
1310
80
1200 (50, 70)
1100 (20)
1500 (40)
1000

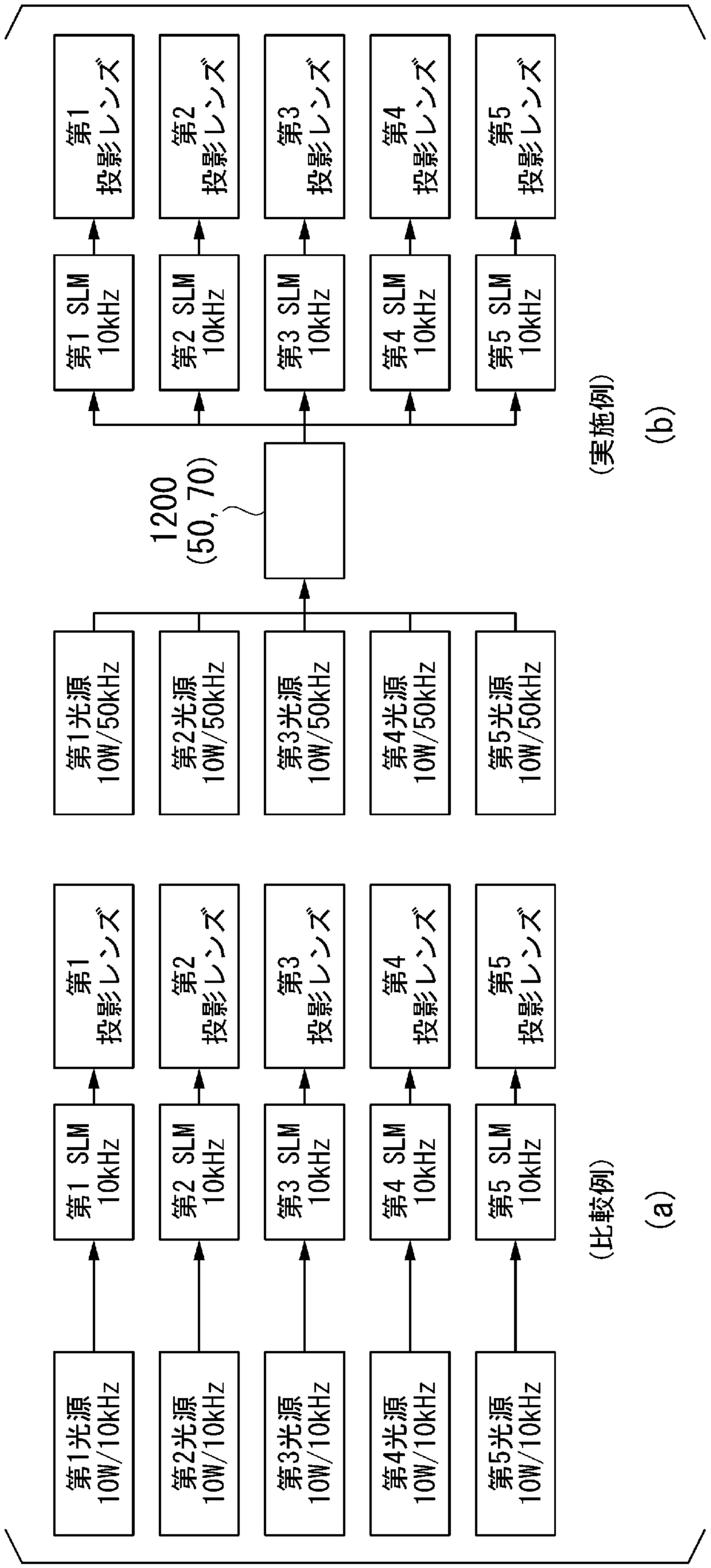
[図16]



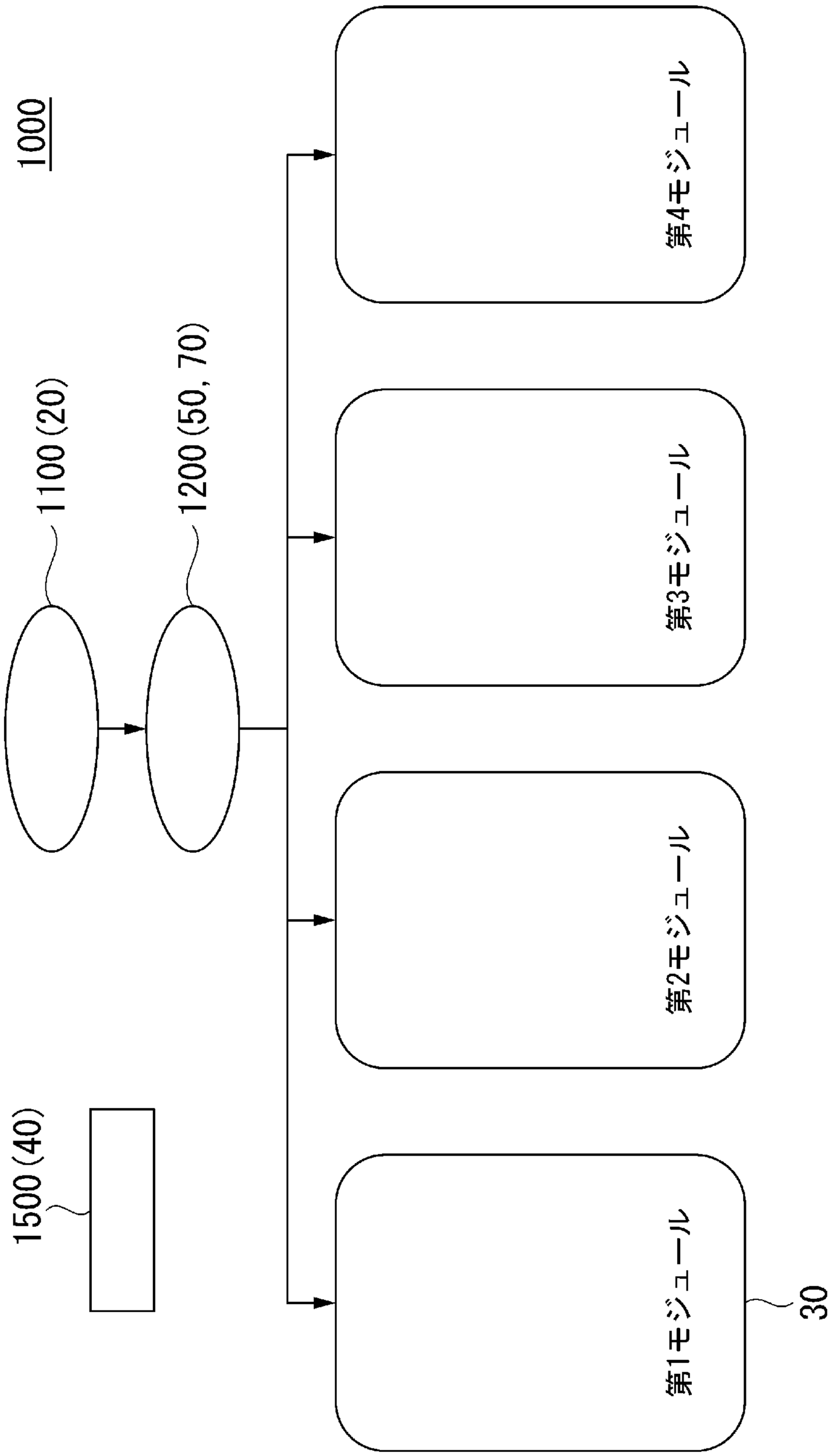
[図17]



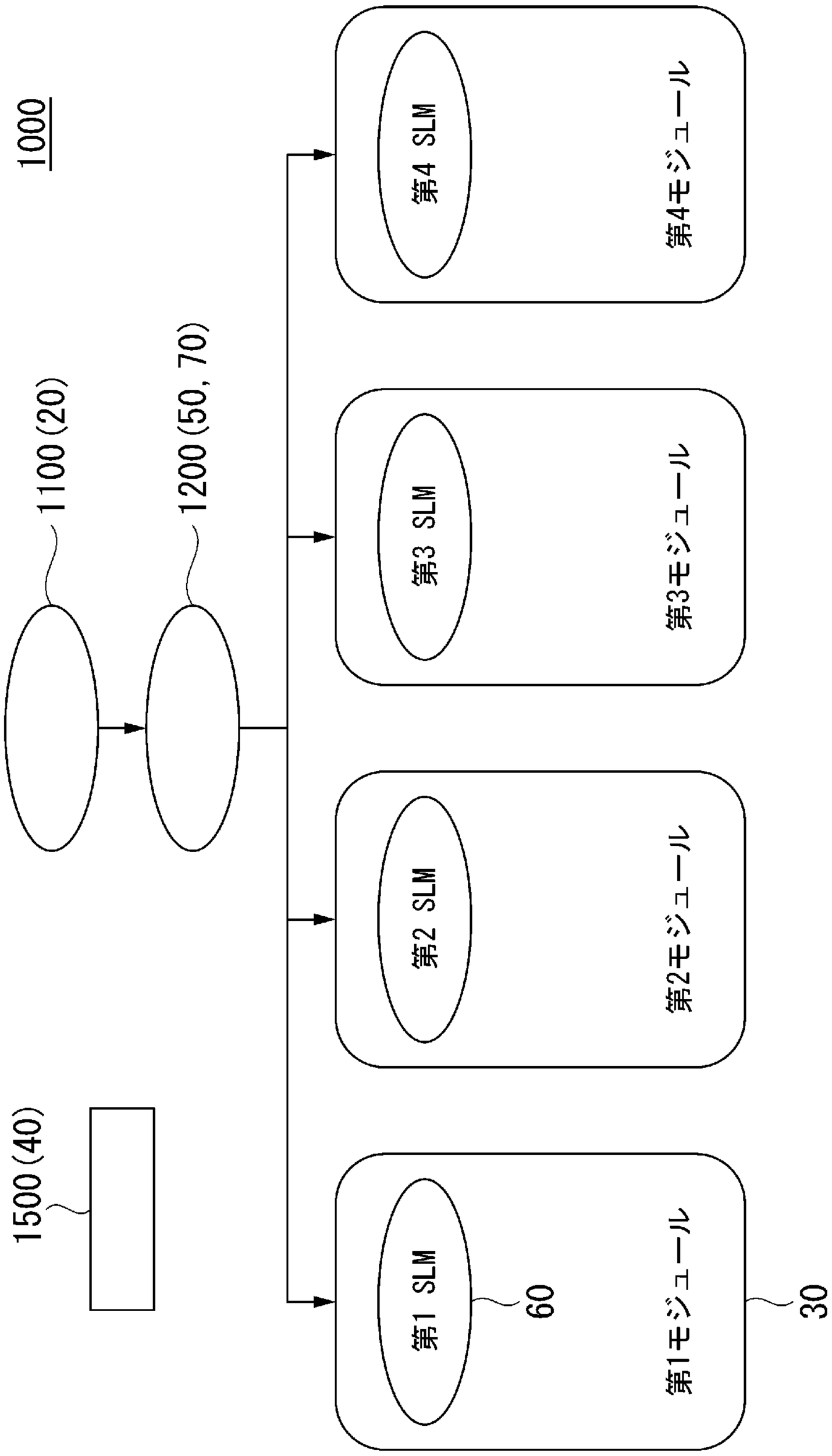
[図18]


第1光源
10W/50kHz
第2光源
10W/50kHz
第3光源
10W/50kHz
第4光源
10W/50kHz
第5光源
10W/50kHz
1200
(50, 70)
第1 SLM
10kHz
第2 SLM
10kHz
第3 SLM
10kHz
第4 SLM
10kHz
第5 SLM
10kHz
第1
投影レンズ
第2
投影レンズ
第3
投影レンズ
第4
投影レンズ
第5
投影レンズ
(実施例)
(b)
第1光源
10W/10kHz
第2光源
10W/10kHz
第3光源
10W/10kHz
第4光源
10W/10kHz
第5光源
10W/10kHz
第1 SLM
10kHz
第2 SLM
10kHz
第3 SLM
10kHz
第4 SLM
10kHz
第5 SLM
10kHz
第1
投影レンズ
第2
投影レンズ
第3
投影レンズ
第4
投影レンズ
第5
投影レンズ
(比較例)
(a)

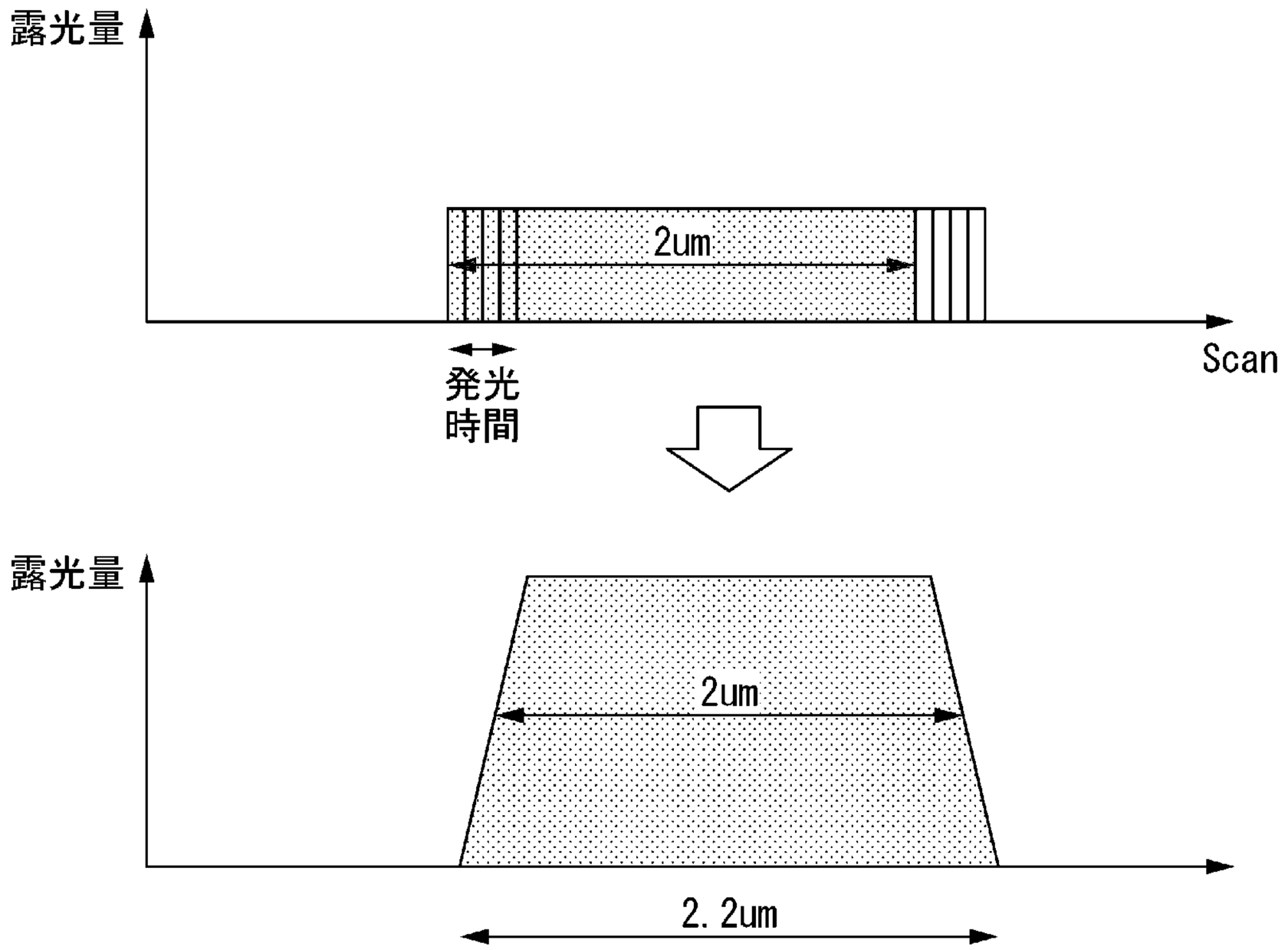
[図19]


1000
1100 (20)
1200 (50, 70)
1500 (40)
第4モジュール
第3モジュール
第2モジュール
第1モジュール
30

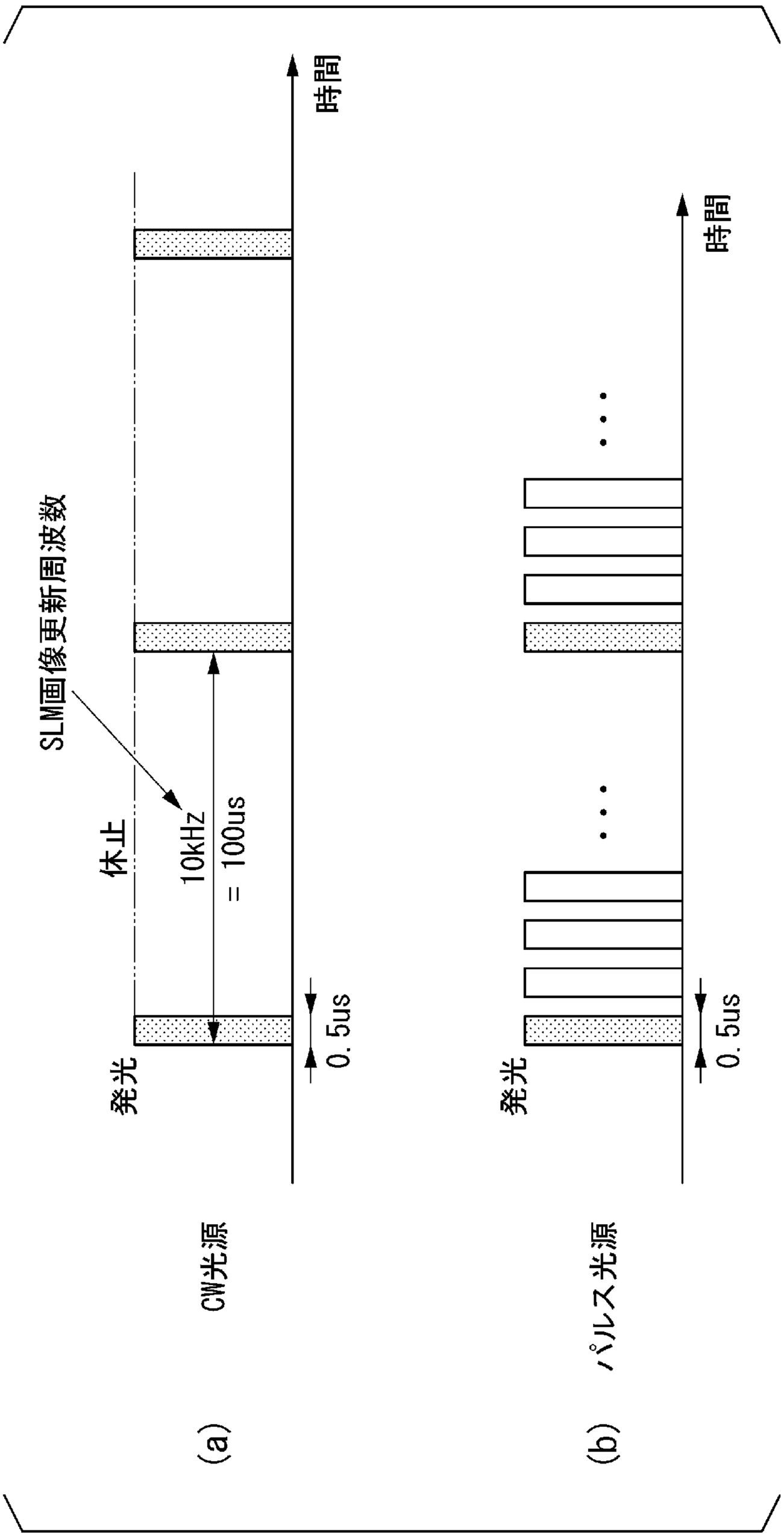
[図20]


1000
1100 (20)
1200 (50, 70)
1500 (40)
第4 SLM
第4モジュール
第3 SLM
第3モジュール
第2 SLM
第2モジュール
第1 SLM
60
第1モジュール
30

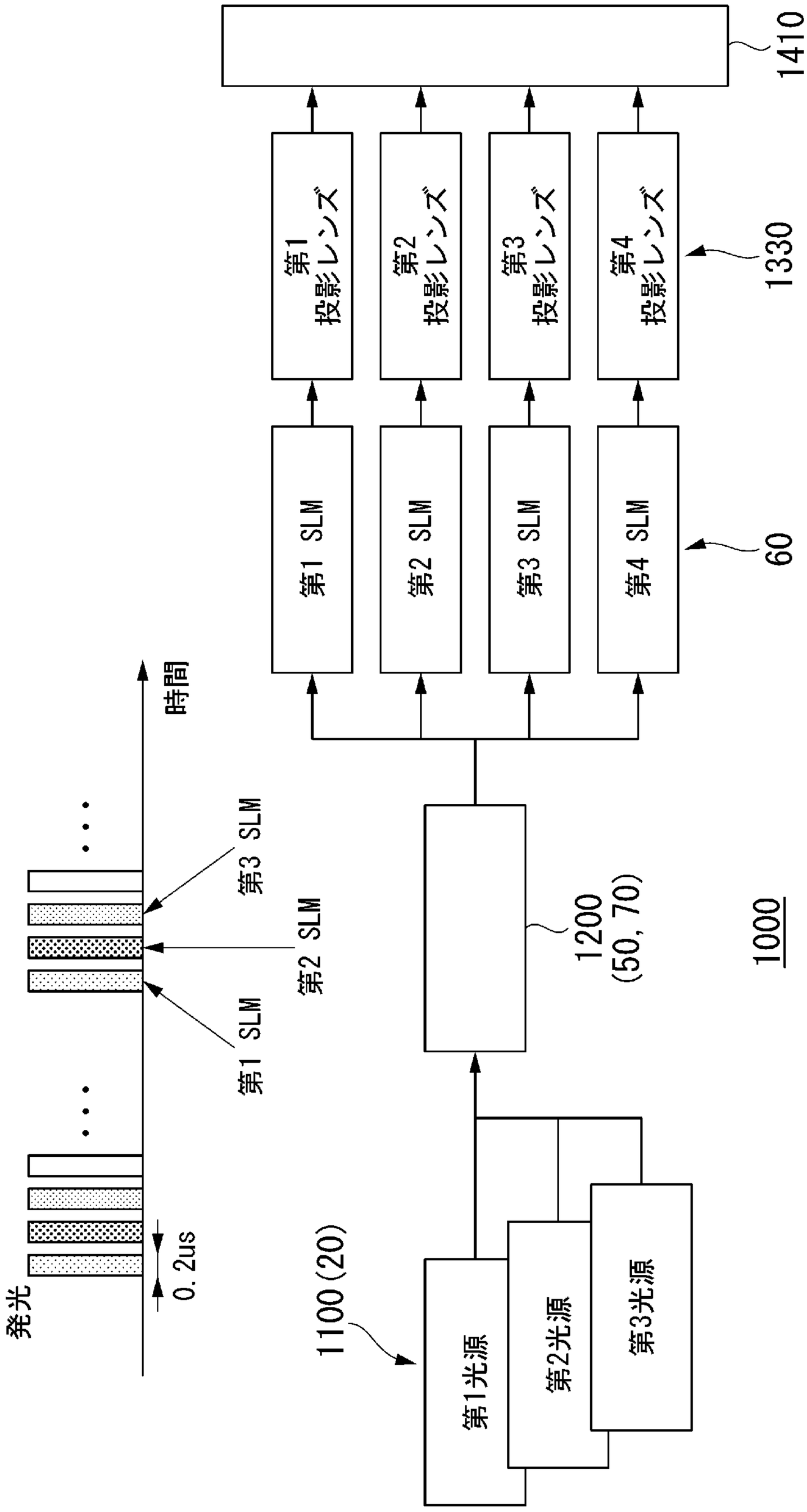
[図21]



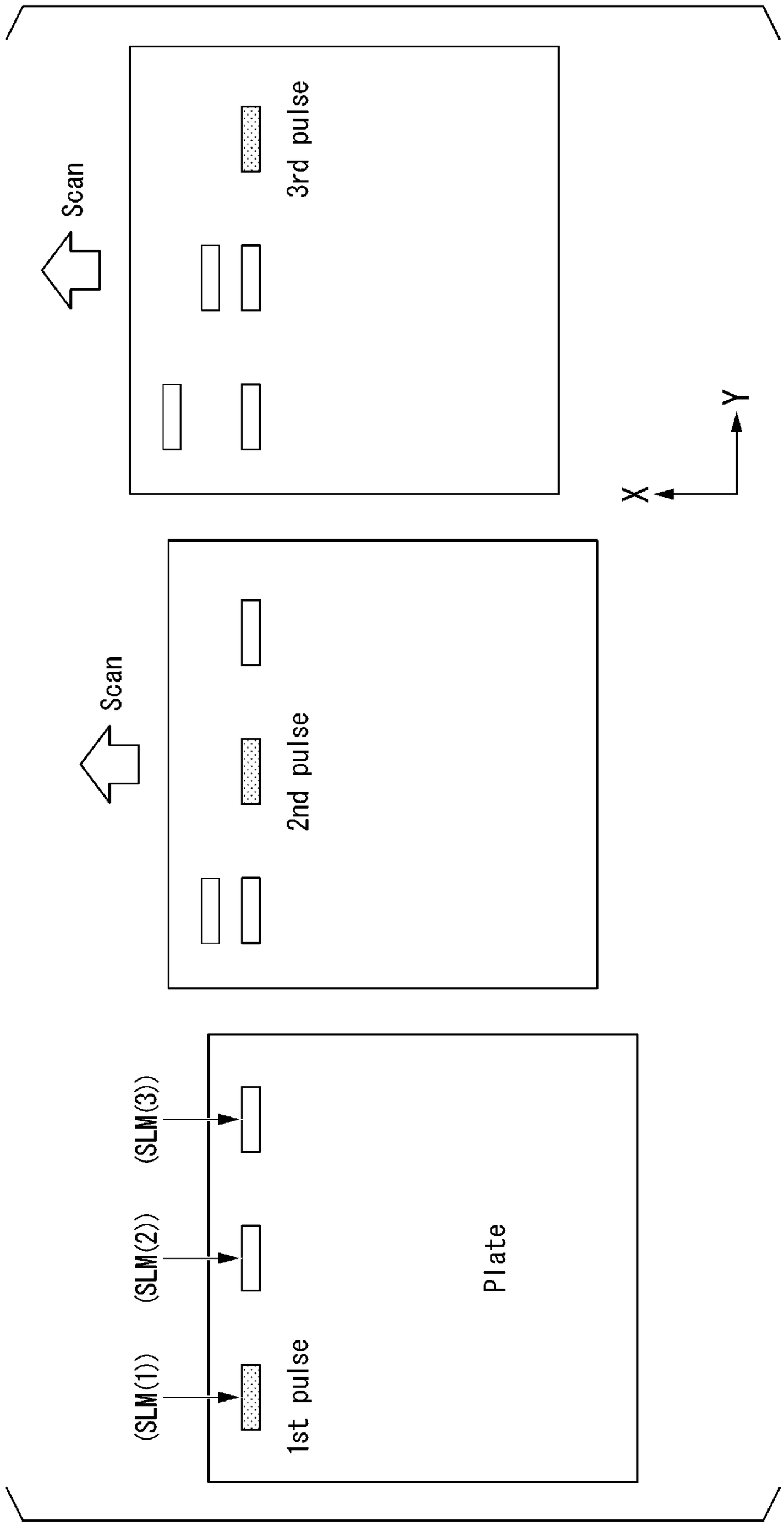
[図22]



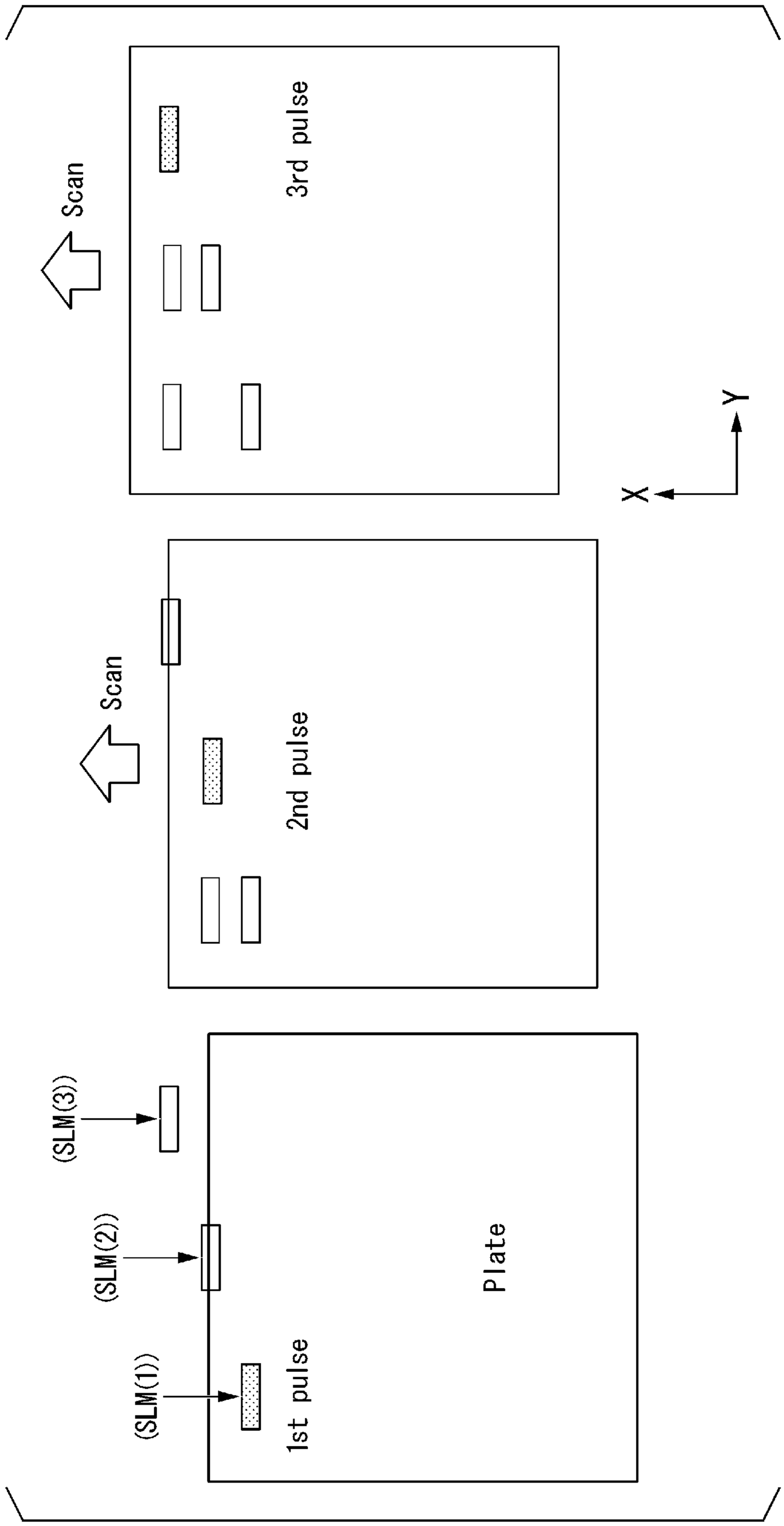
[図23]


1410
第1 投影レンズ
第2 投影レンズ
第3 投影レンズ
第4 投影レンズ
1330
第1 SLM
第2 SLM
第3 SLM
第4 SLM
60
時間
第3 SLM
第2 SLM
第1 SLM
発光
0. 2us
1100 (20)
第1光源
第2光源
第3光源
1200
(50, 70)
1000

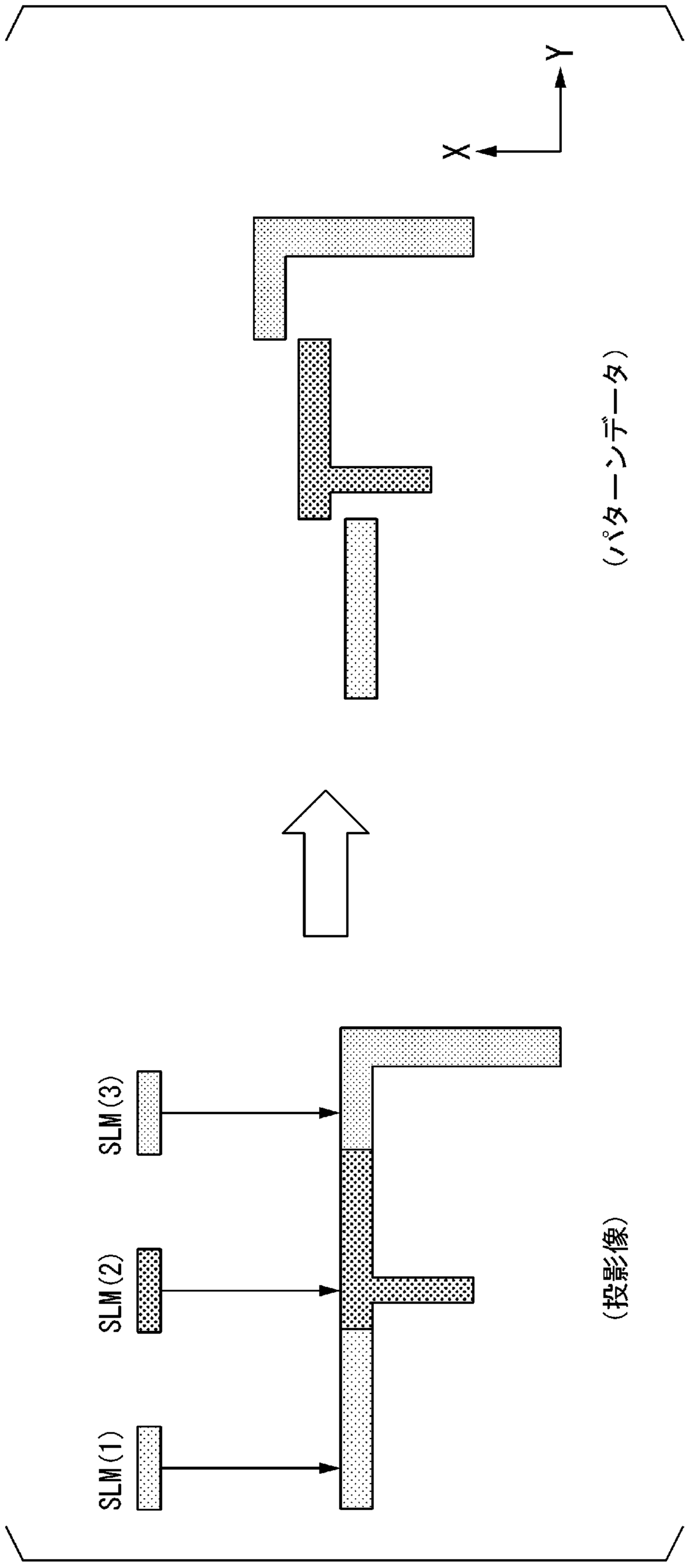
[図24]


Scan
3rd pulse
Y
X
Scan
2nd pulse
(SLM(3))
(SLM(2))
(SLM(1))
1st pulse
Plate

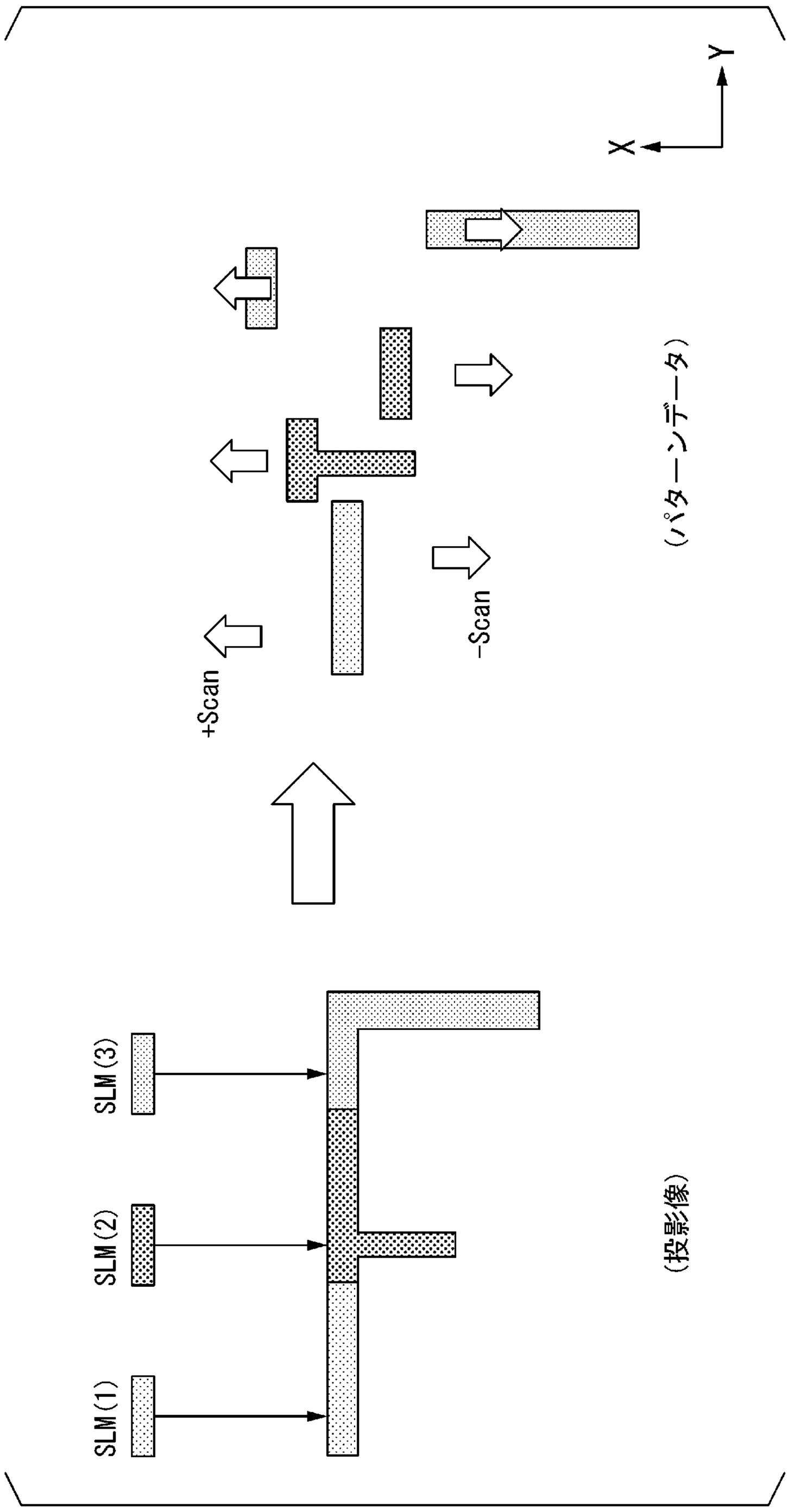
[図25]


Scan
3rd pulse
Y
X
Scan
2nd pulse
(SLM(3))
(SLM(2))
(SLM(1))
1st pulse
Plate

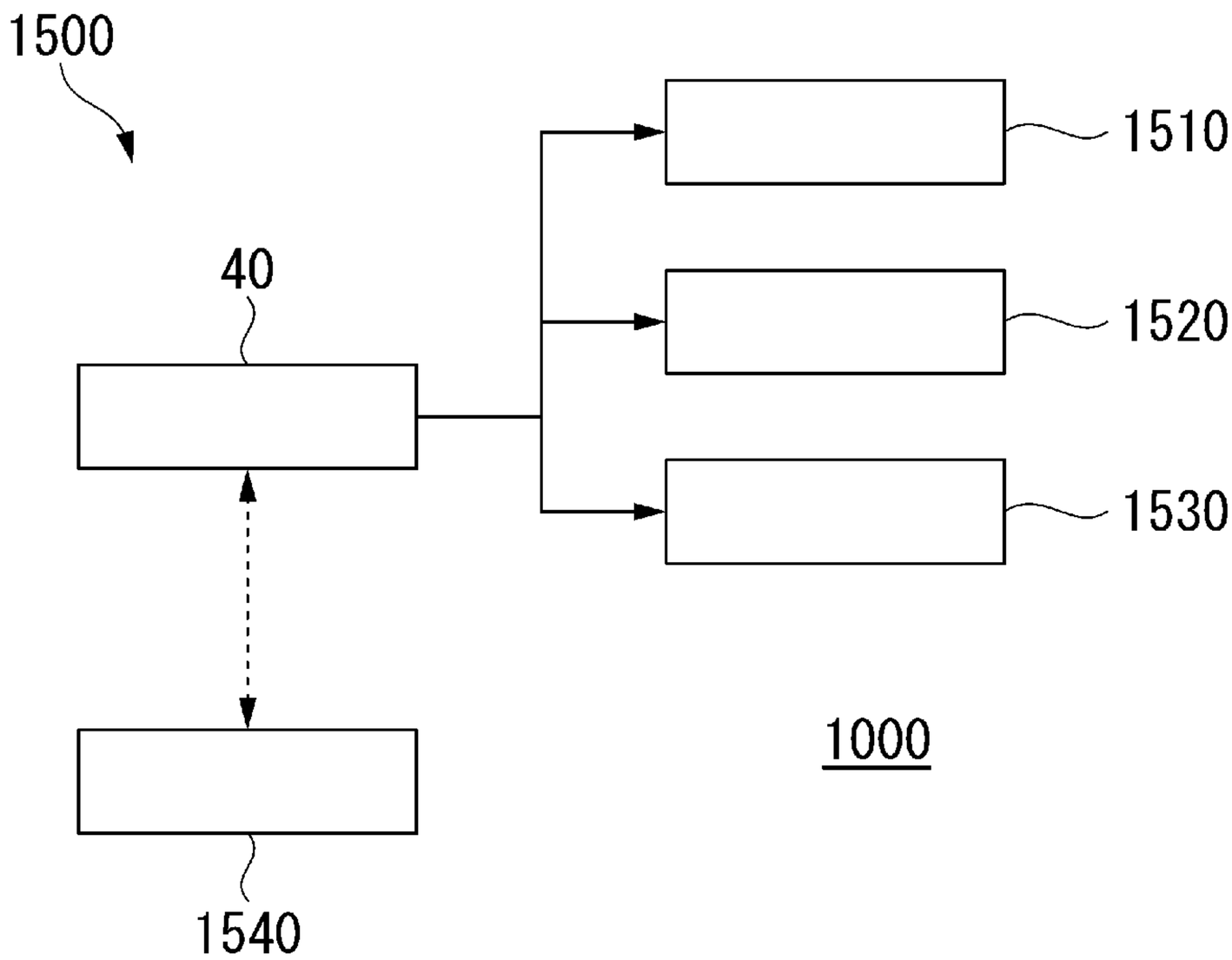
[図26]



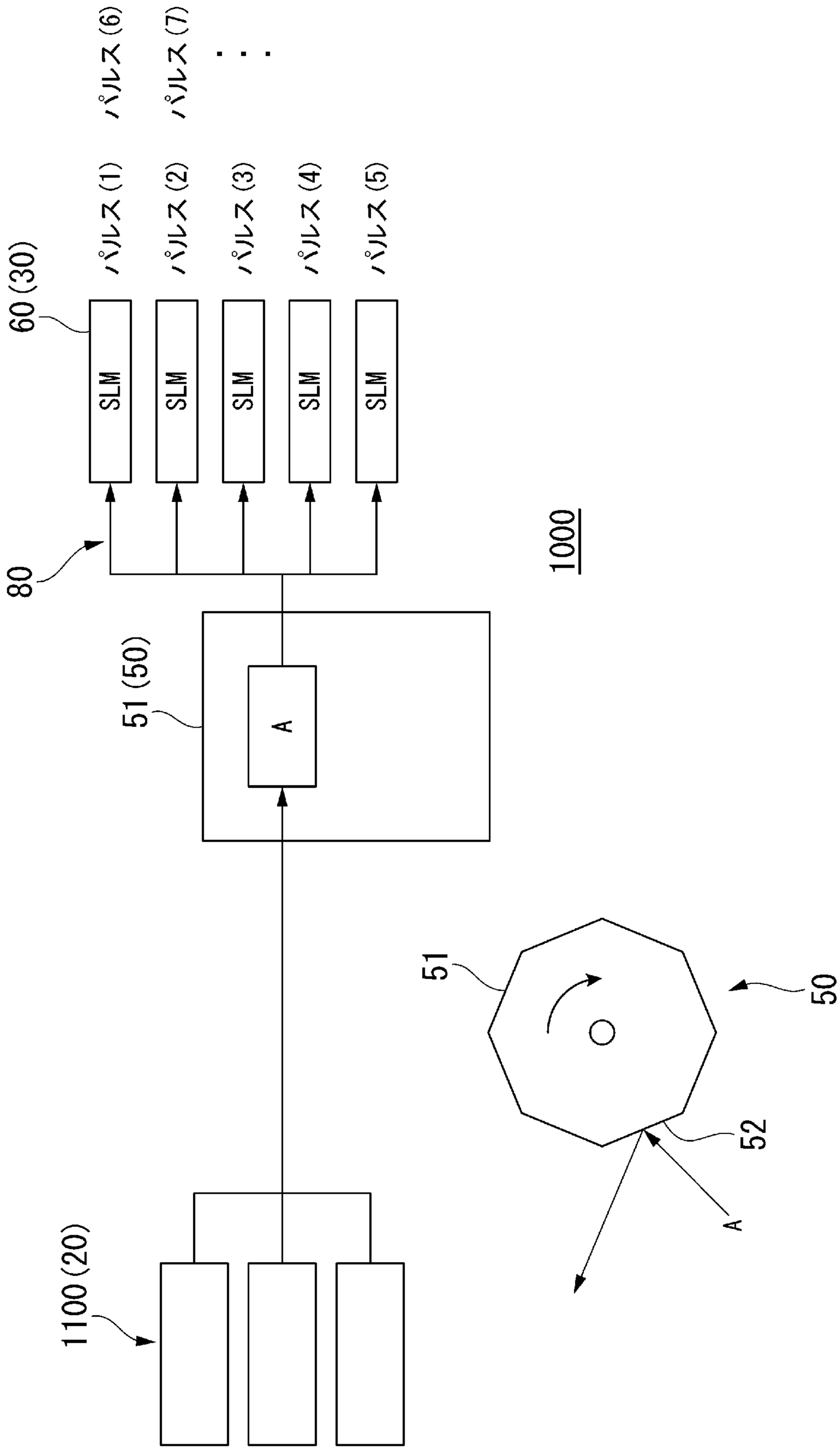
[図27]



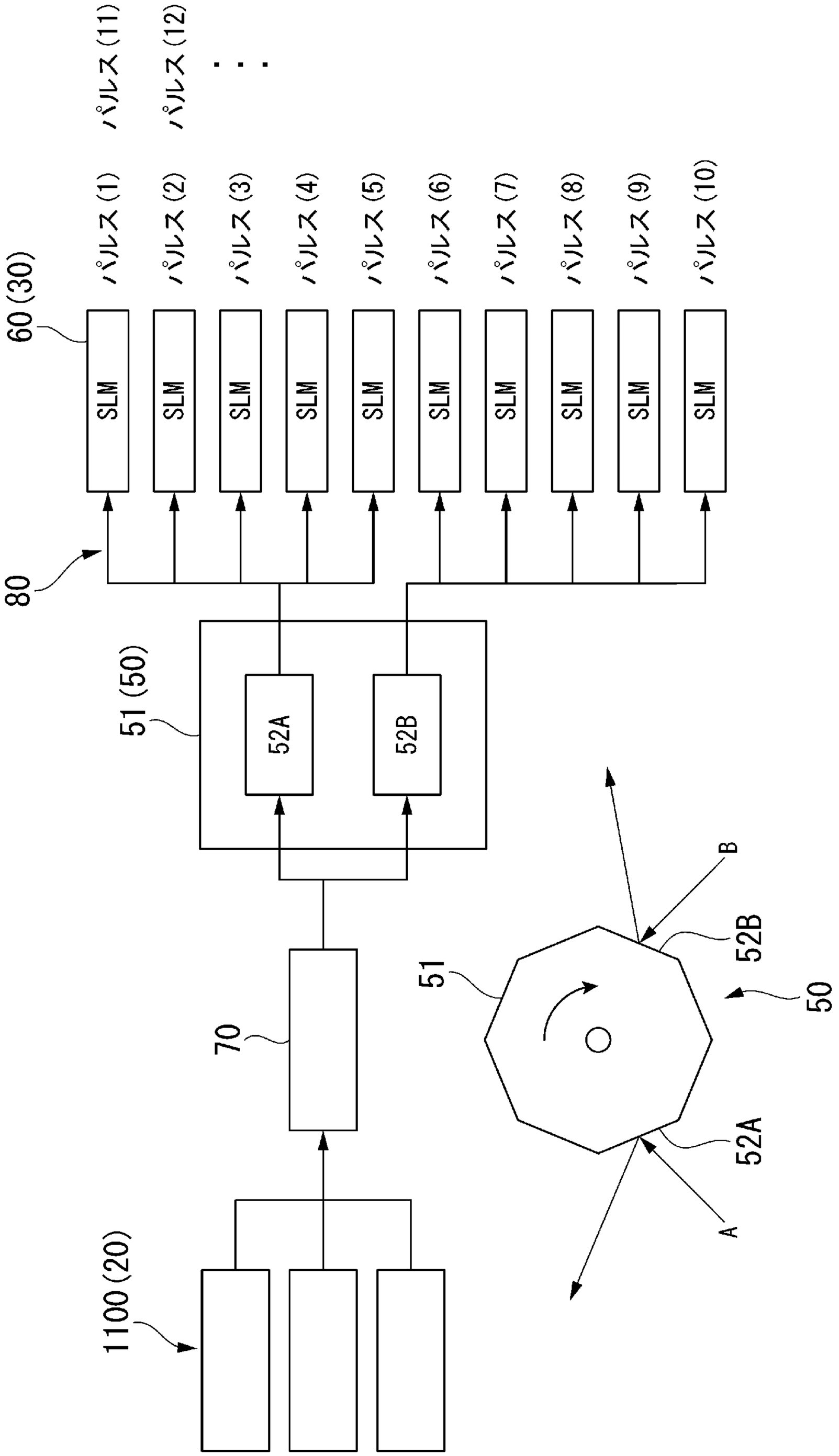
[図28]



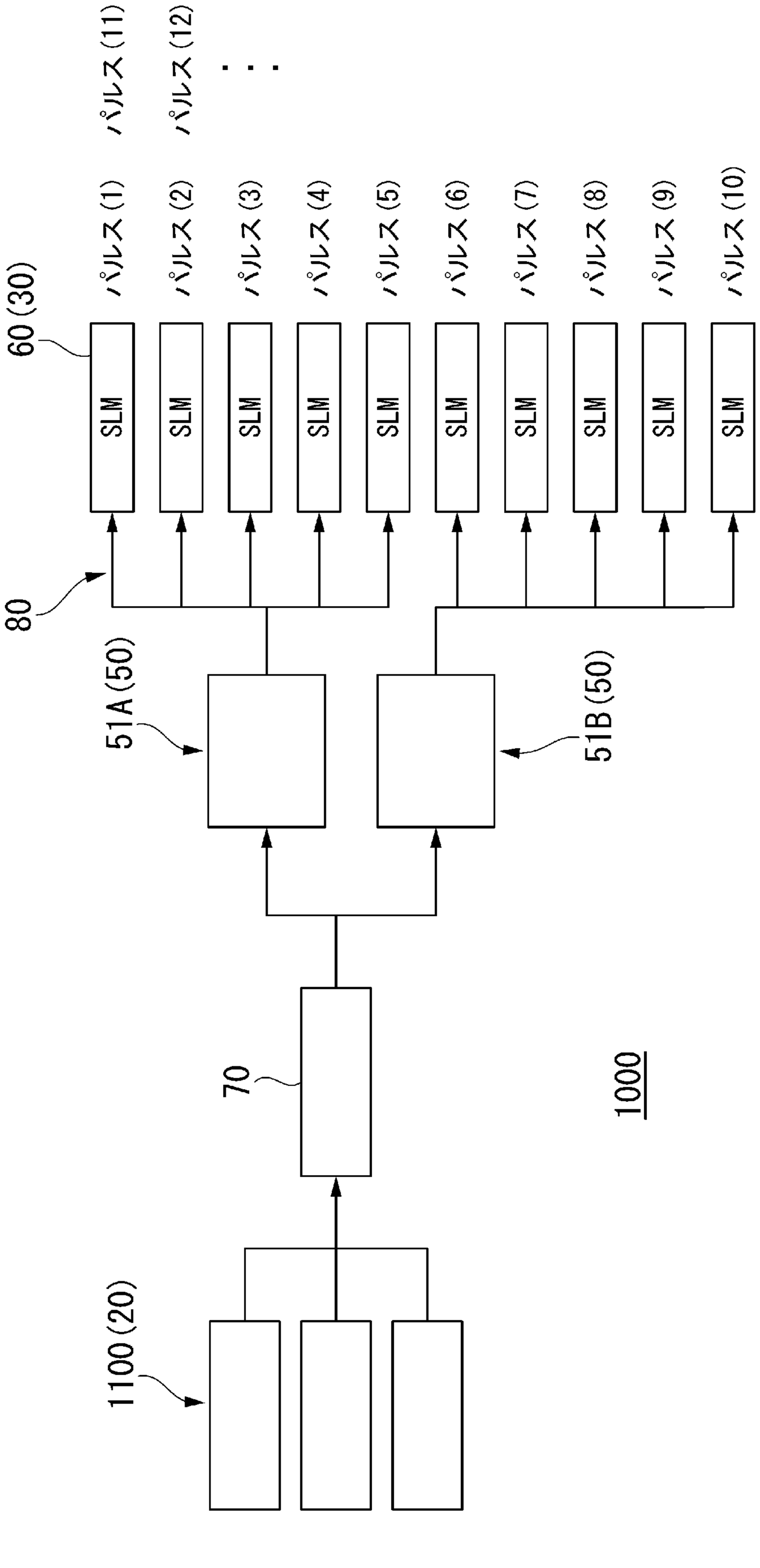
[図29]


パルス(1)
パルス(2)
パルス(3)
パルス(4)
パルス(5)
パルス(6)
パルス(7)
・・・
60(30)
SLM
SLM
SLM
SLM
SLM
80
1000
51(50)
A
1100(20)
51
50
52
A

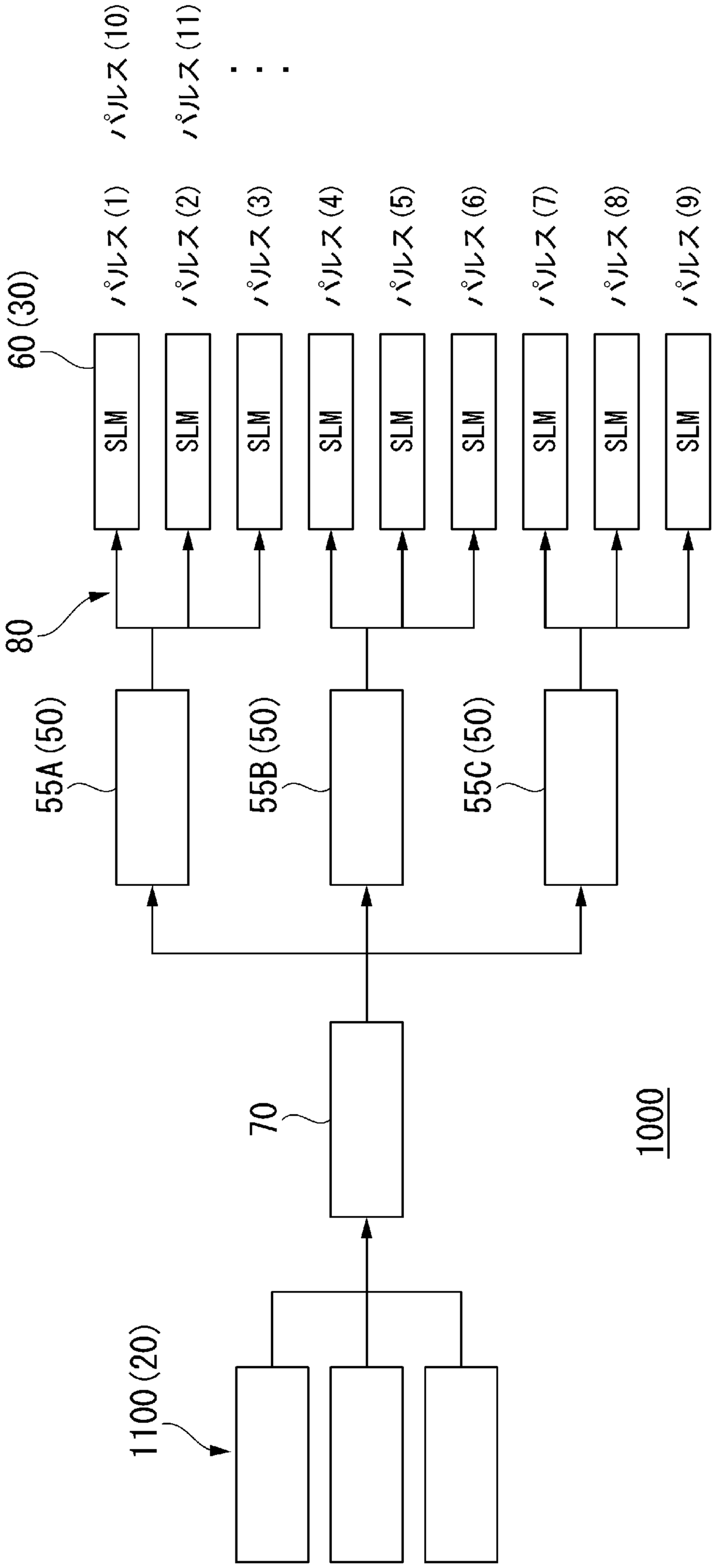
[図30]


パルス(1)
パルス(2)
パルス(3)
パルス(4)
パルス(5)
パルス(6)
パルス(7)
パルス(8)
パルス(9)
パルス(10)
パルス(11)
パルス(12)
・・・
60(30)
SLM
80
51(50)
52A
52B
70
1100(20)
51
52B
50
52A
B
A

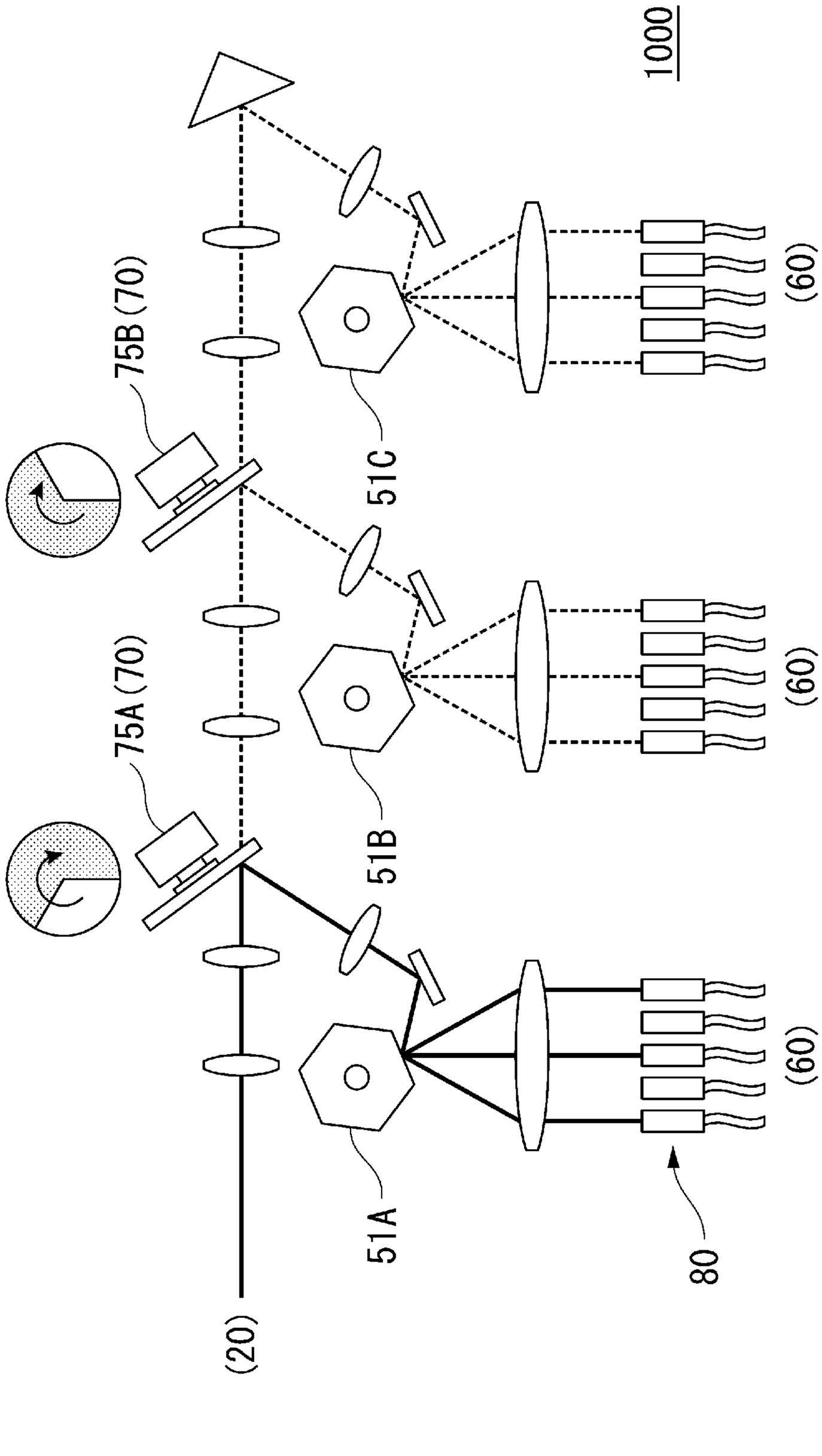
[図31]


パルス(1)
パルス(2)
パルス(3)
パルス(4)
パルス(5)
パルス(6)
パルス(7)
パルス(8)
パルス(9)
パルス(10)
パルス(11)
パルス(12)
・・・
60(30)
SLM
80
51A(50)
51B(50)
70
1000
1100(20)

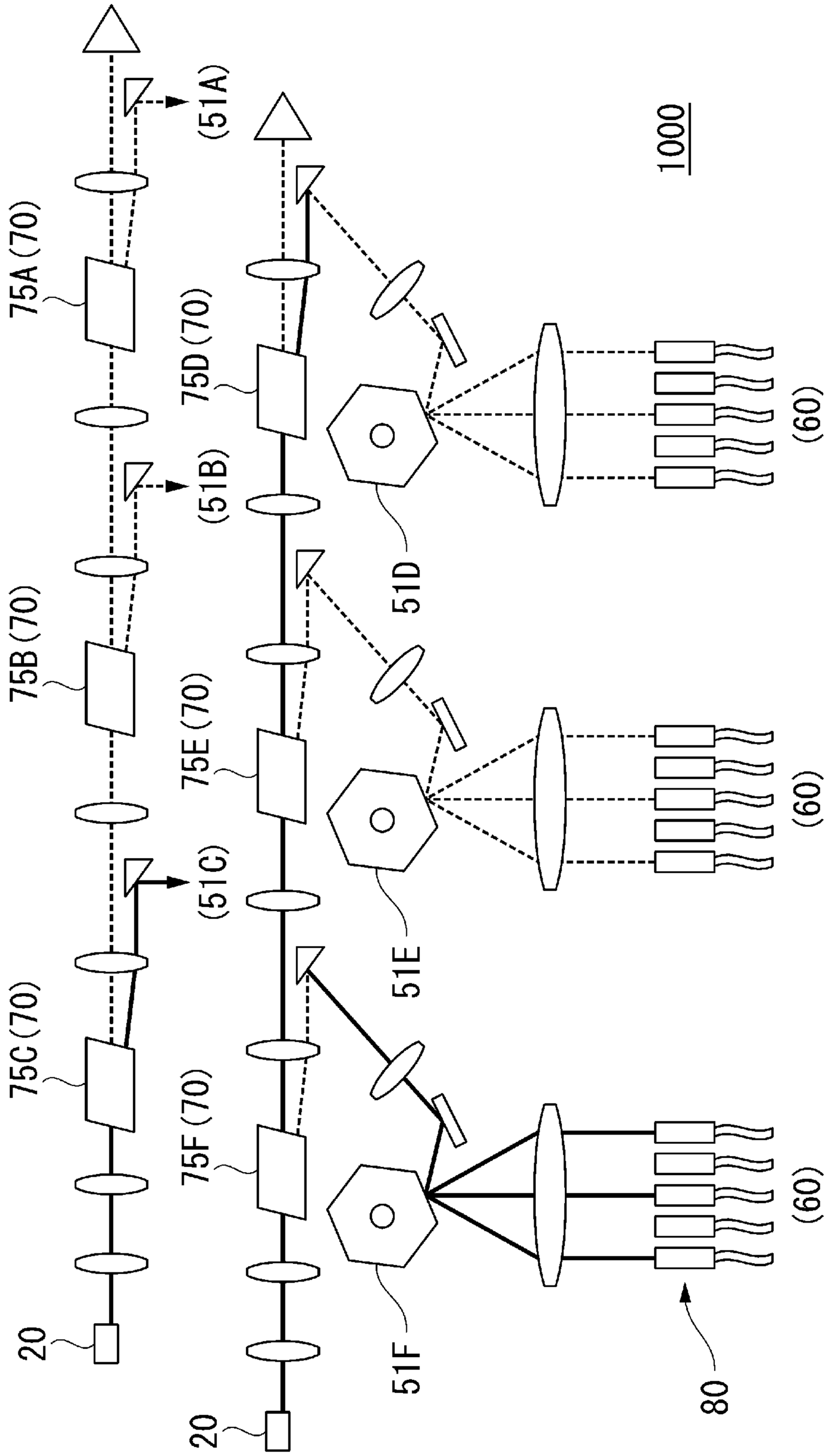
[図32]


パルス(1)
パルス(2)
パルス(3)
パルス(4)
パルス(5)
パルス(6)
パルス(7)
パルス(8)
パルス(9)
パルス(10)
パルス(11)
・・・
60(30)
SLM
80
55A(50)
55B(50)
55C(50)
70
1000
1100(20)

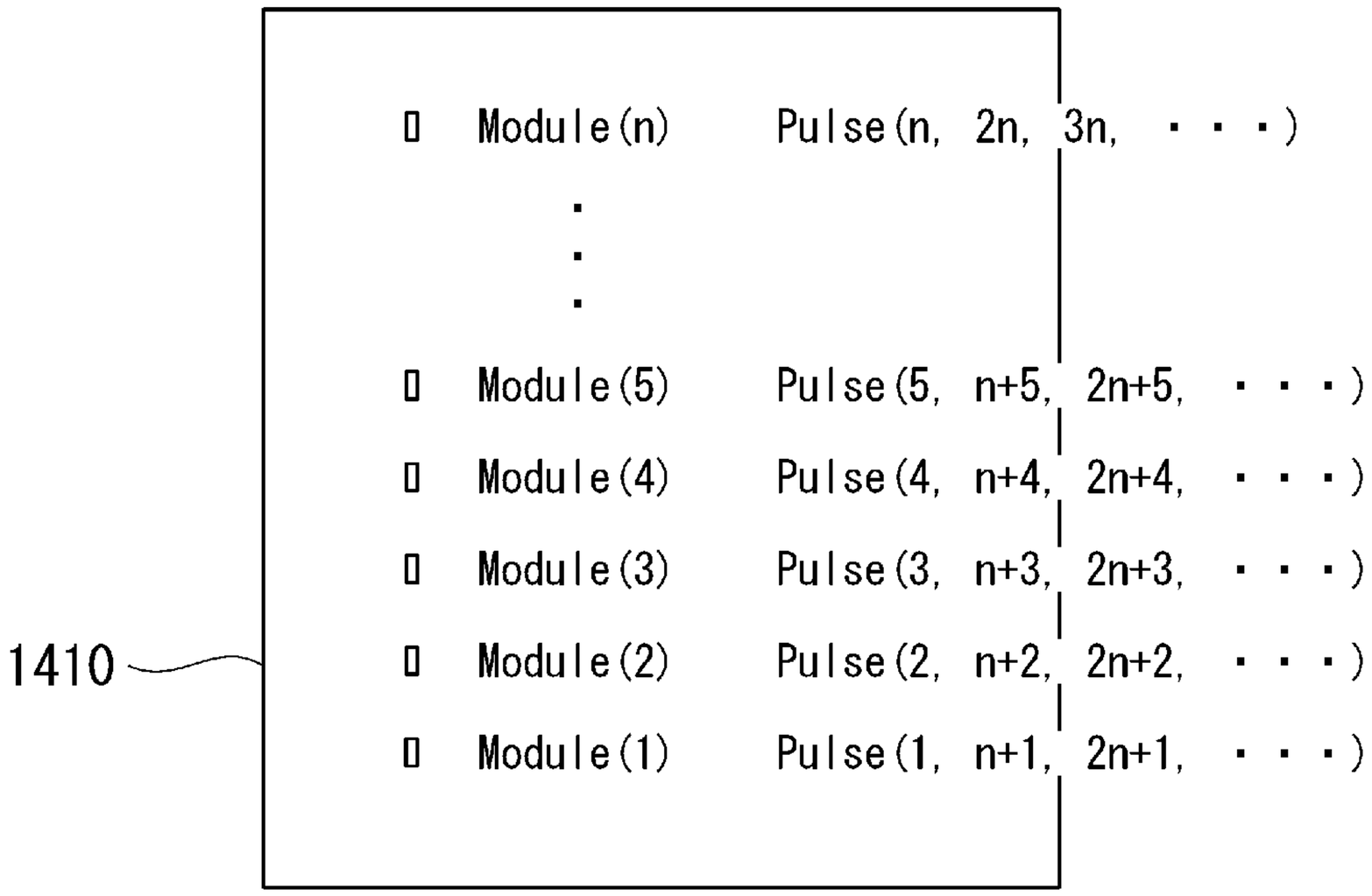
[図33]



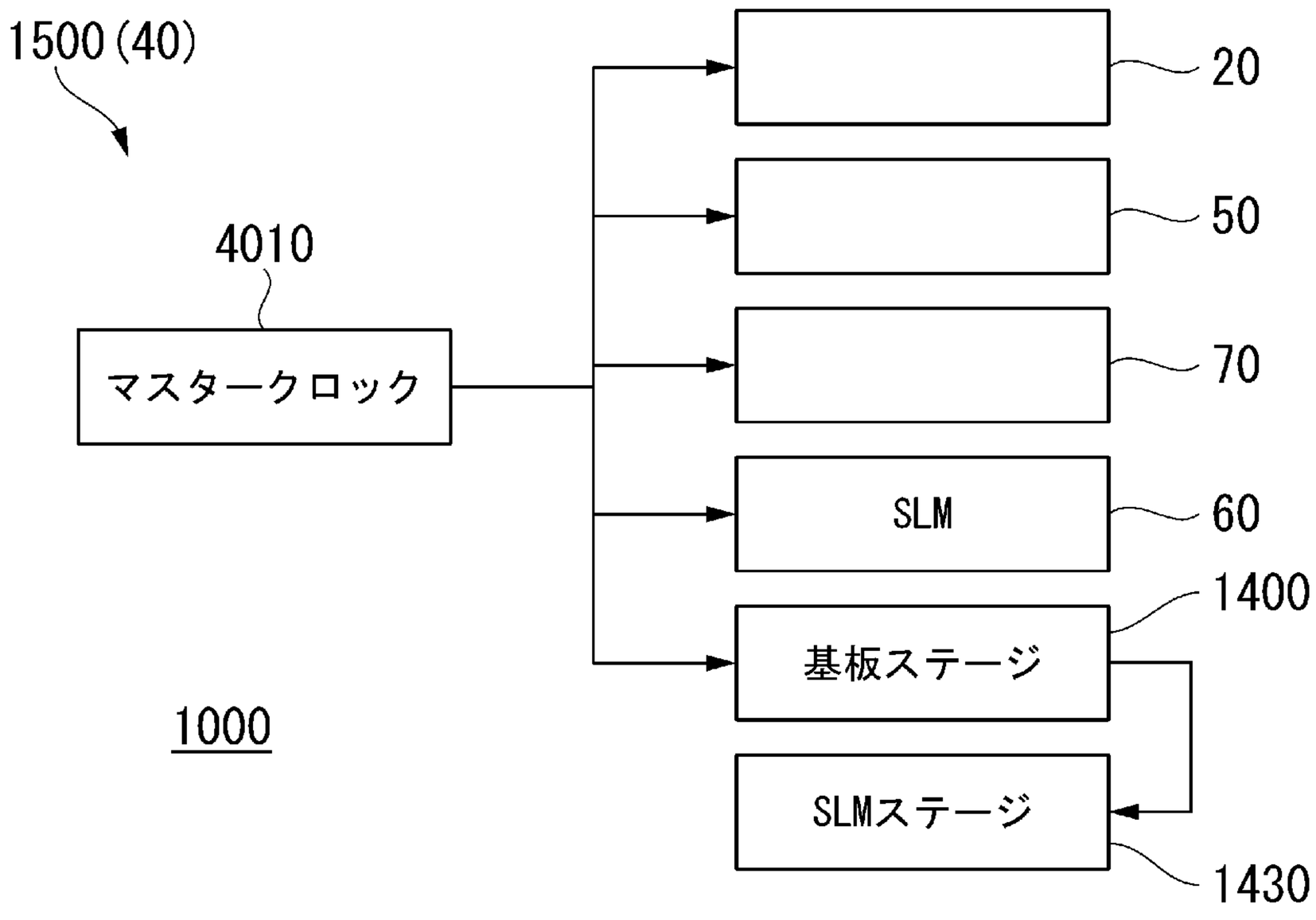
[図34]


1000
75A (70)
75B (70)
75C (70)
75D (70)
75E (70)
75F (70)
(51A)
(51B)
(51C)
51D
51E
51F
(60)
20
80

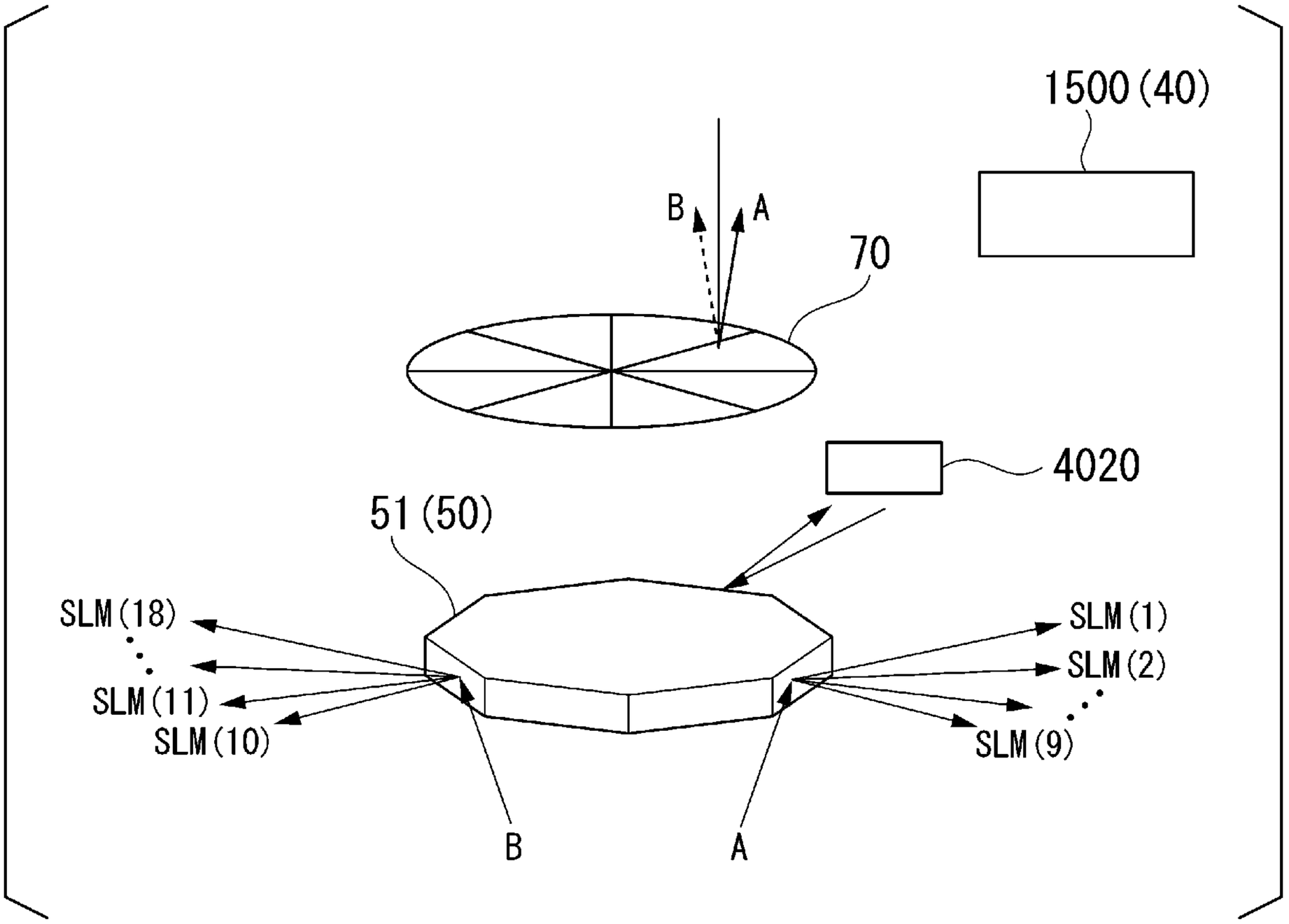
[図35]


Module(n) Pulse(n, 2n, 3n, ・・・)
Module(5) Pulse(5, n+5, 2n+5, ・・・)
Module(4) Pulse(4, n+4, 2n+4, ・・・)
Module(3) Pulse(3, n+3, 2n+3, ・・・)
Module(2) Pulse(2, n+2, 2n+2, ・・・)
Module(1) Pulse(1, n+1, 2n+1, ・・・)
1410

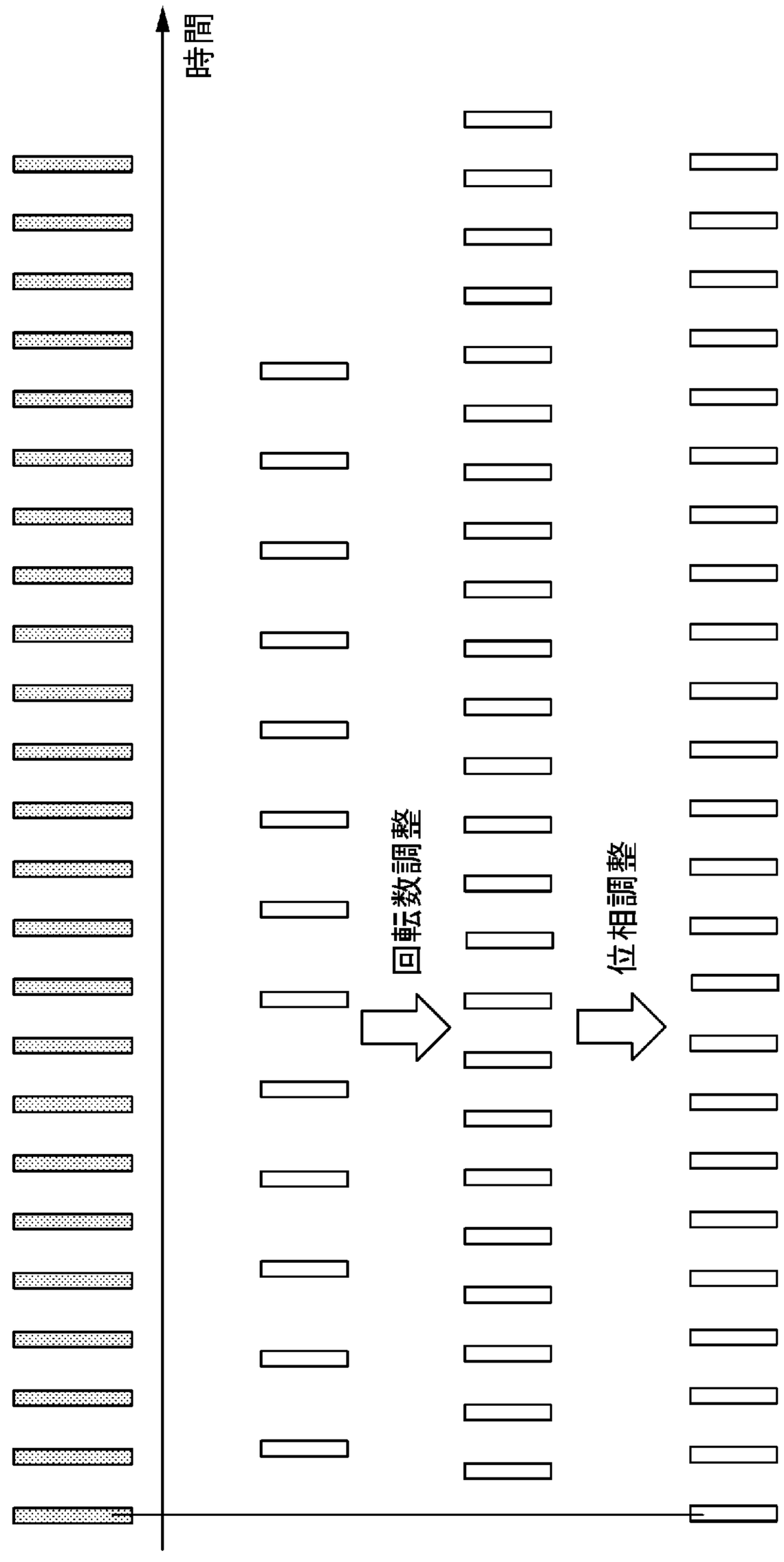
[図36]


1500(40)
4010
マスタークロック
20
50
70
SLM
60
1400
基板ステージ
SLMステージ
1430
1000

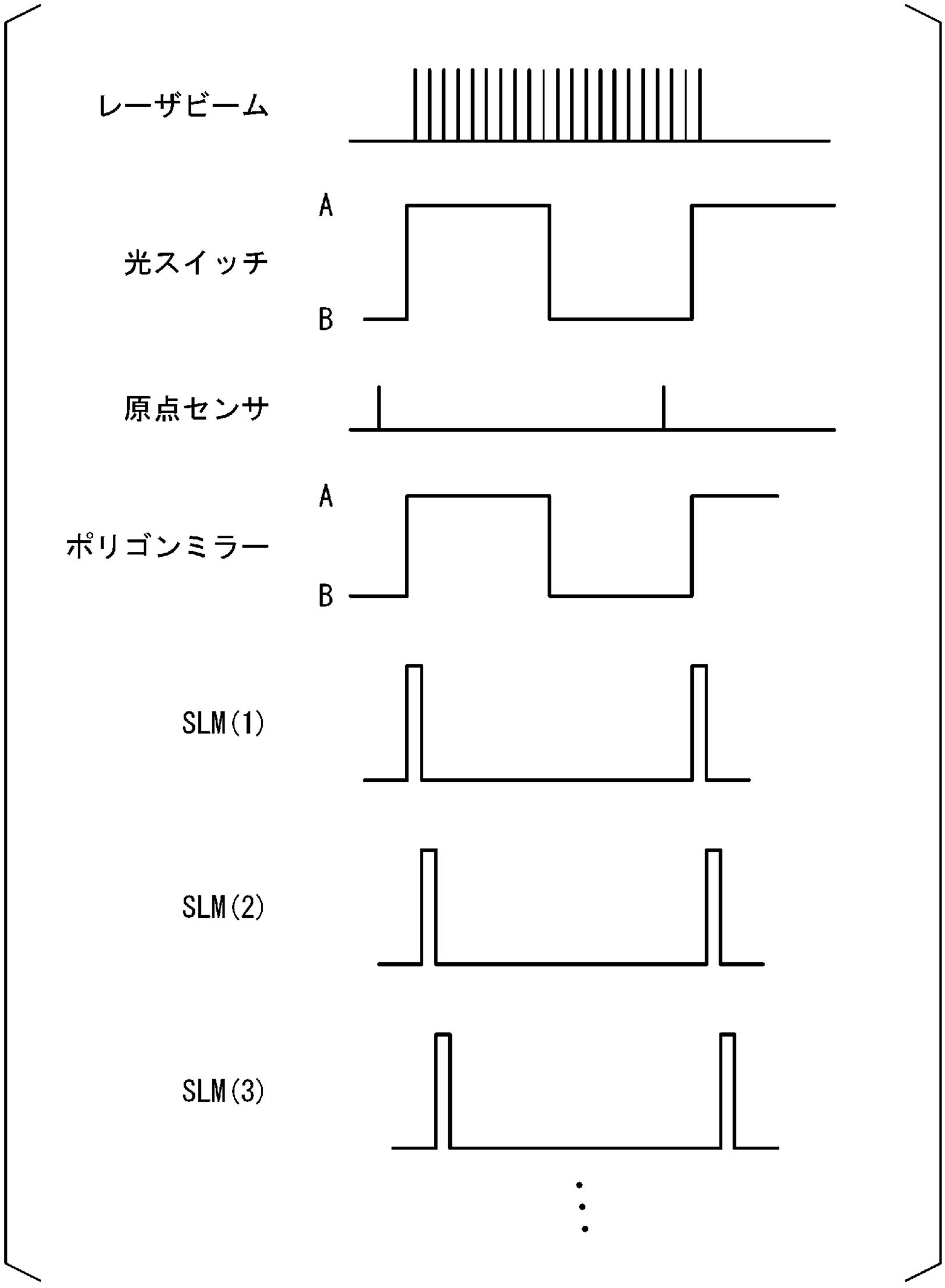
[図37]



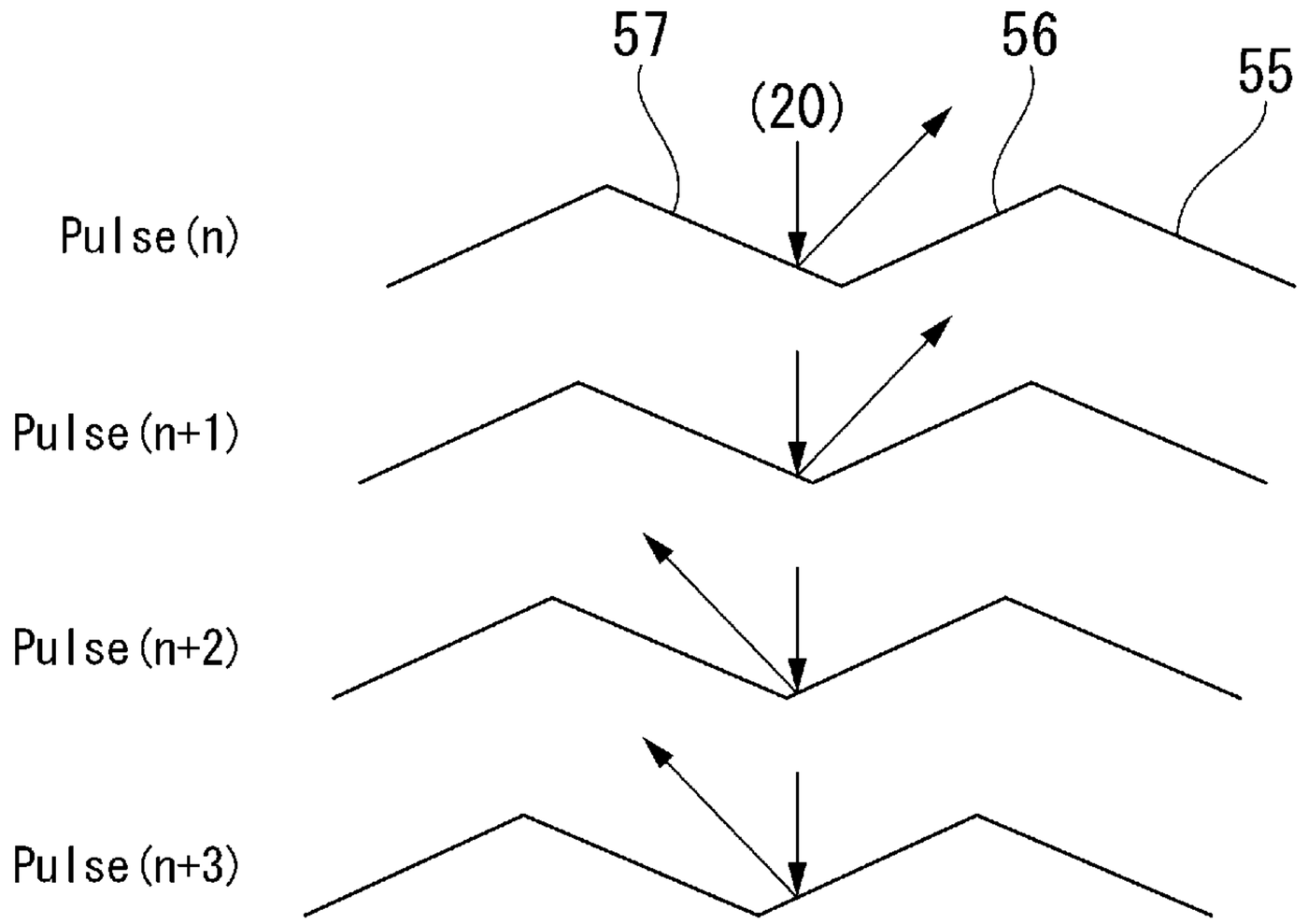
[図38]



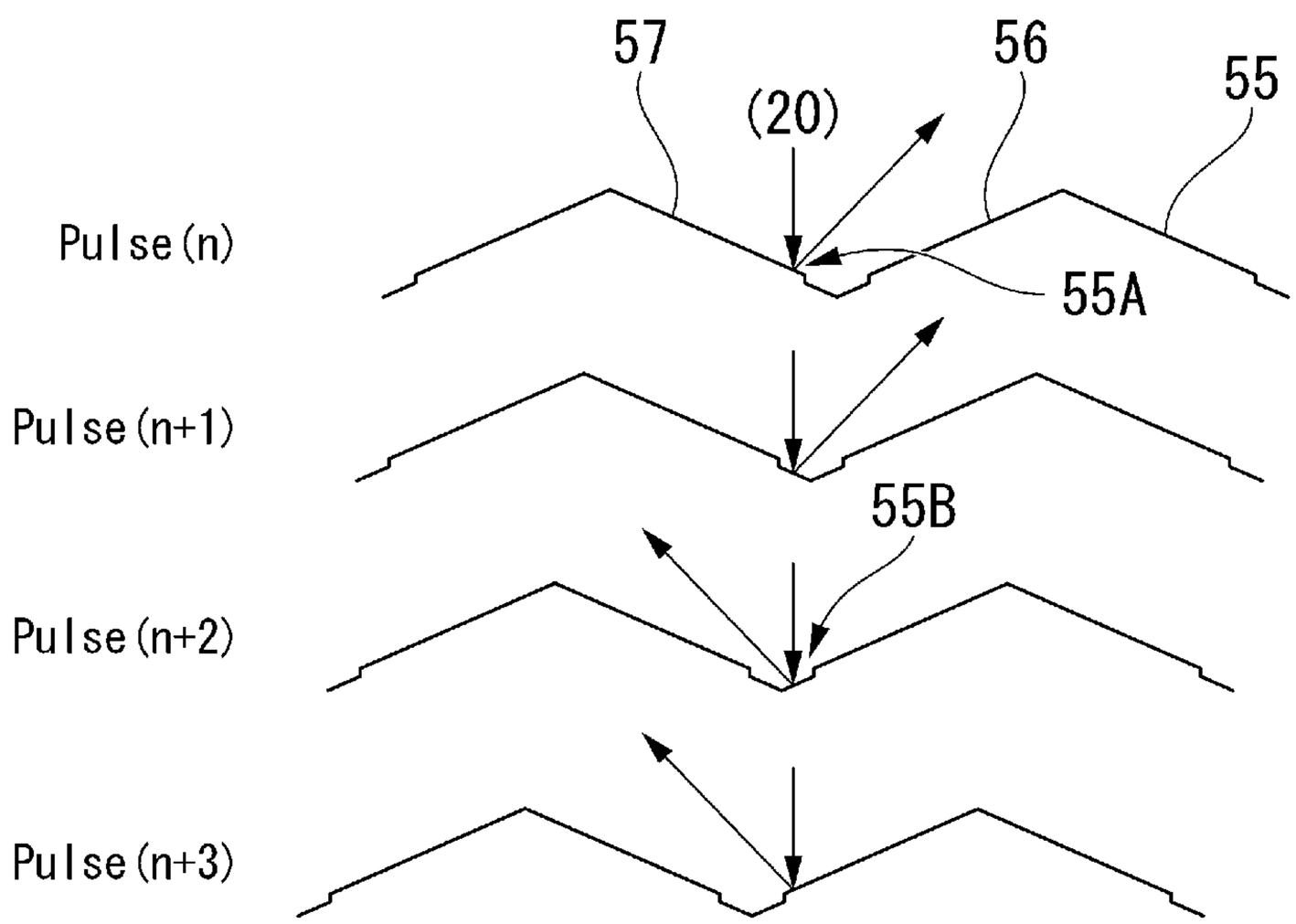
[図39]



[図40]


57
(20)
56
55
Pulse(n)
Pulse(n+1)
Pulse(n+2)
Pulse(n+3)

[図41]


57
(20)
56
55
55A
55B
Pulse(n)
Pulse(n+1)
Pulse(n+2)
Pulse(n+3)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/000578

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G03F 7/20(2006.01)i
FI: G03F7/20 501
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)
G03F7/20

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
X	JP 2009-521108 A (MICRONIC LASER SYSTEMS AB) 28 May 2009 (2009-05-28) claims 15-22, paragraphs [0019]-[0028], fig. 1-4	1-2, 4-6, 13, 26-27
Y	claims 15-22, paragraphs [0019]-[0028], fig. 1-4	3, 7-9, 10-12
Y	JP 2006-191063 A (ASML NETHERLANDS B.V.) 20 July 2006 (2006-07-20) claim 1, paragraphs [0079]-[0104], fig. 1-7	3
Y	JP 2004-245911 A (PENTAX CORP.) 02 September 2004 (2004-09-02) claim 1, paragraphs [0019]-[0023], fig. 1-2	7-9
Y	JP 2006-49635 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 16 February 2006 (2006-02-16) claims 4, 5, paragraphs [0075]-[0094], fig. 1	10-12
A	JP 2017-142526 A (ORBOTECH LTD.) 17 August 2017 (2017-08-17) paragraph [0068], fig. 1	1-27

☐ 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	Date of mailing of the international search report
25 February 2021 (25.02.2021)	16 March 2021 (16.03.2021)
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/JP2021/000578

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2009-521108 A	28 May 2009	US 2007/0139757 A1 claims 15-22, paragraphs [0026]-[0035], fig. 1-4 WO 2007/071408 A1 KR 10-2008-0086485 A CN 101384965 A	
JP 2006-191063 A	20 Jul. 2006	US 2006/0139609 A1 claim 1, paragraphs [0095]-[0120], fig. 1-7 KR 10-2006-0076228 A CN 1797217 A TW 200627087 A	
JP 2004-245911 A	02 Sep. 2004	(Family: none)	
JP 2006-49635 A	16 Feb. 2006	(Family: none)	
JP 2017-142526 A	17 Aug. 2017	US 2013/0044360 A1 paragraph [0084], fig. 1 EP 2560362 A2 CN 102955252 A KR 10-2013-0020559 A TW 201316130 A	

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2021/000578

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G03F 7/20(2006.01)i
FI: G03F7/20 501

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））

G03F7/20

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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）

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
X	JP 2009-521108 A (マイクロニック レーザー システムズ アクチボラゲット) 28.05.2009 (2009-05-28) [請求項１５]－[請求項２２]、段落[００１９]－[００２８]、図１－４	1-2,4-6,13,26-27
Y	[請求項１５]－[請求項２２]、段落[００１９]－[００２８]、図１－４	3,7-9,10-12
Y	JP 2006-191063 A (エイエスエムエル ネザランドズ ベスローテン フエンノートシャップ) 20.07.2006 (2006-07-20) [請求項１]、段落[００７９]－[０１０４]、図１－７	3
Y	JP 2004-245911 A (ペンタックス株式会社) 02.09.2004 (2004-09-02) [請求項１]、段落[００１９]－[００２３]、図１－２	7-9
Y	JP 2006-49635 A (住友重機械工業株式会社) 16.02.2006 (2006-02-16) [請求項４]、[請求項５]、段落[００７５]－[００９４]、図１	10-12
A	JP 2017-142526 A (オルボテック リミテッド) 17.08.2017 (2017-08-17) 段落[００６８],図１	1-27

☐ 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
“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	国際調査報告の発送日
25.02.2021	16.03.2021

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）
植木　隆和 2G 3706
電話番号 03-3581-1101 内線 3226

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/JP2021/000578

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2009-521108 A	28.05.2009	US 2007/0139757 A1 [請求項１５]－[請求項２２]、段落[００２６]－[００３５]、図１－４ WO 2007/071408 A1 KR 10-2008-0086485 A CN 101384965 A	
JP 2006-191063 A	20.07.2006	US 2006/0139609 A1 [請求項１]、段落[００９５]－[０１２０]、図１－７ KR 10-2006-0076228 A CN 1797217 A TW 200627087 A	
JP 2004-245911 A	02.09.2004	（ファミリーなし）	
JP 2006-49635 A	16.02.2006	（ファミリーなし）	
JP 2017-142526 A	17.08.2017	US 2013/0044360 A1 段落[００８４],図１ EP 2560362 A2 CN 102955252 A KR 10-2013-0020559 A TW 201316130 A	