

(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  
2016年11月17日(17.11.2016)

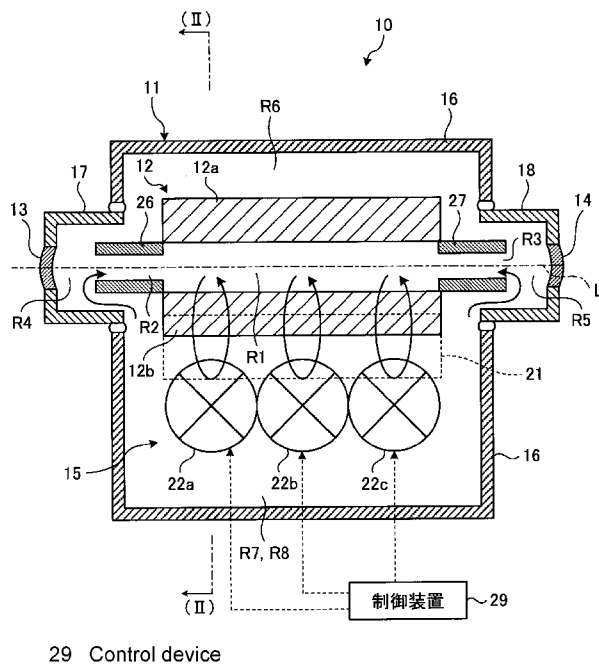


(10) 国際公開番号  
WO 2016/181511 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01S 3/036 (2006.01) H01S 3/097 (2006.01)  
H01S 3/03 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/063678
  - (22) 国際出願日: 2015年5月12日(12.05.2015)
  - (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: 黒崎 芳晴(KUROSAKI, Yoshiharu); 〒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). 海老原 成(EBIHARA, Sei); 〒1020073 東京都千代田区九段北一丁目1番5号 三菱電機エンジニアリング株式会社内 Tokyo (JP).
  - (74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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, 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:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: GAS LASER OSCILLATOR

(54) 発明の名称: ガスレーザ発振器



(57) Abstract: A gas laser oscillator 10 is provided with the following: a gas sealing means 11; a discharge excitation means 12; a partial reflecting mirror 13; a full reflecting mirror 14; a laser gas circulation means 15; ducts 26, 27; and a control device 29. The laser gas circulation means 15 has a heat exchanger 21, three blowing fans 22a, 22b, 22c for circulating the laser gas, and a guide 25, and creates a laser gas flow while cooling the laser gas passing there through. The gas laser oscillator 10 creates a flow inside the ducts 26, 27 that is directed toward a discharge excitation region R1, thereby causing an inflow of the laser gas, which has been cooled by means of non-excitation regions R2, R3, R4, and R5, and the acceleration of this flow stabilizes the laser output.

(57) 要約: ガスレーザ発振器 10 は、ガス封入手段 11 と、放電励起手段 12 と、部分反射鏡 13 と、全反射鏡 14 と、レーザガス循環手段 15 と、ダクト 26、27 と、制御装置 29 とを備える。レーザガス循環手段 15 は、熱交換器 21 と、レーザガスを循環させる 3 つの送風機 22 a、22 b、22 c と、ガイド 25 とを有し、通過するレーザガスを冷却しながらレーザガスの流れを形成する。ガスレーザ発振器 10 は、ダクト 26、27 内に、放電励起領域 R1 に向かう流れを形成することで、非励起領域 R2、R3、R4、R5 により冷却されたレーザガスを流入させ、この流れを速くすることでレーザ出力を安定

させる。

WO 2016/181511 A1

## 明 細 書

**発明の名称**：ガスレーザー発振器

### 技術分野

[0001] 本発明は、レーザーガスを放電励起してレーザーを発振するガスレーザー発振器に関する。

### 背景技術

[0002] レーザーガスを放電励起してレーザーを発振するガスレーザー発振器では、発振されるレーザーによってレーザーガスが加熱され、レーザーガスがレーザーを吸収する量が増加し、レーザーの出力が不安定になるという現象が発生する。この現象を抑える方法として、送風機を用いて熱交換器を介してレーザーガスを循環させることにより、冷却されたレーザーガスを供給するガスレーザー発振器がある。

[0003] 例えば、特許文献1には、レーザーが放電励起される領域（放電励起領域）と、レーザーが放電励起されない領域（非励起領域）のレーザーガスを循環させることにより、レーザーガスの加熱が抑制される構成が開示されている。また、特許文献2には、放電励起領域と非励起領域との中心軸をずらすことにより、非励起領域におけるレーザーガスの滞留が抑制される構成が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第99／38234号  
特許文献2：特開2011-54874号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に記載のガスレーザー発振器では、レーザーの発振に直接関係のない非励起領域に送風機が設けられているため、消費電力が大きくなってしまいうという問題があった。また、特許文献2に記載のガスレー

ザ発振器では、非励起領域におけるレーザガスが冷却されないため、レーザガスの加熱が十分に抑制されないという問題があった。

[0006] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、消費電力を抑え、レーザの出力を安定させることができるガスレーザ発振器を得ることを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、レーザの光軸上の面である両側面に開口が形成された中央筐体、前記中央筐体の開口のそれぞれに接続された一对の側面筐体を有し、前記中央筐体及び前記中央筐体に繋がった前記側面筐体が気密であり、レーザガスが封入されたガス封入手段と、前記中央筐体に設けられた一对の放電電極を有し、前記レーザガスを放電励起する放電励起手段と、前記側面筐体の、前記レーザの光軸上に設けられ、放電励起した前記レーザガスから発生するレーザを反射させる反射手段と、一对の前記放電電極の一方の端部と前記一方の端部に対面して配置された前記反射手段の間に配置され、前記光軸の周囲を覆う筒形状の第1ダクトと、一对の前記放電電極の他方の端部と前記他方の端部に対面して配置された前記反射手段の間に配置され、前記光軸の周囲を覆う筒形状の第2ダクトと、前記レーザガスを冷却する熱交換器と、一对の前記放電電極の間の領域であり、前記レーザガスを放電励起してレーザを発振する放電励起領域に前記熱交換器により冷却された前記レーザガスを送る送風機を有し、前記熱交換器と前記熱交換器との間でレーザガスを循環させて前記放電励起領域に冷却レーザガスを供給し、前記放電励起領域に隣接し、前記レーザガスを放電励起しない非励起領域よりも前記放電励起領域の流速を速くし、前記第1ダクト及び前記第2ダクトに前記非励起領域から前記放電励起領域にレーザガスを流入させる流れを形成するレーザガス循環手段と、前記放電励起手段及び前記レーザガス循環手段の動作を制御する制御装置と、を備え、前記放電励起領域において、中央部に対して、両端におけるレーザガスの流速を速めることを特徴とする。

## 発明の効果

[0008] 本発明によれば、消費電力を抑え、レーザガスの出力を安定させることができるという効果を奏する。

## 図面の簡単な説明

- [0009] [図1]本発明の実施の形態1に係るガスレーザ発振器の構成を示す断面図  
[図2]レーザガス循環手段の構成を示す、図1のII-II断面図  
[図3]本発明の実施の形態1に係るガスレーザ発振器の起動順序を説明するためのフローチャート  
[図4]本発明の実施の形態1に係るガスレーザ発振器の動作を説明するための断面図  
[図5]本発明の実施の形態1に係るガスレーザ発振器の動作を説明するための断面図  
[図6]本発明の実施の形態2に係るガスレーザ発振器の動作を説明するためのグラフ  
[図7]本発明の実施の形態3に係るガスレーザ発振器の構成を示す断面図  
[図8]本発明の実施の形態4に係るガスレーザ発振器の構成を示す断面図  
[図9]実施の形態1, 2, 3及び4にかかる放電励起領域におけるレーザガス流速の分布図

## 発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本発明の実施の形態にかかるガスレーザ発振器を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0011] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係るガスレーザ発振器の構成を示す断面図である。図2は、レーザガス循環手段の構成を示す、図1のII-II断面図である。ガスレーザ発振器10は、ガス封入手段11と、放電励起手段12と、部分反射鏡13と、全反射鏡14と、レーザガス循環手段15と、ダクト26、27と、制御装置29と、を備える。ガスレーザ発振器10は、部

分反射鏡 1 3 及び全反射鏡 1 4 が、放電励起したレーザガスから発生するレーザを反射させる反射手段となる。

[0012] ガス封入手段 1 1 は、レーザガスが封入されている。ガス封入手段 1 1 は、内部にレーザを発振させる機構が配置された容器であり、光軸 L 上をレーザが通過する。光軸 L は基本的に直線となる。ガス封入手段 1 1 は、筐体 1 6 と、第 1 ミラーケース 1 7 及び第 2 ミラーケース 1 8 と、を有する。第 1 ミラーケース 1 7 及び第 2 ミラーケース 1 8 は、レーザの光軸 L と直交する筐体 1 6 の両側面に接続された側面筐体となる。筐体 1 6 は、内部に放電励起手段 1 2 と、レーザガス循環手段 1 5 と、が配置されている。また、第 1 ミラーケース 1 7 は、筐体 1 6 のレーザガスの光軸 L 上の一方向の側面に形成された開口に挿入され、内部の空間が繋がっている。第 2 ミラーケース 1 8 は、筐体 1 6 のレーザガスの光軸 L 上の他方の側面に形成された開口に挿入され、内部の空間が繋がっている。筐体 1 6 と第 1 ミラーケース 1 7 及び第 2 ミラーケース 1 8 とは、リングなどの封止部材を介して接続されている。ガス封入手段 1 1 は、筐体 1 6 と第 1 ミラーケース 1 7 と第 2 ミラーケース 1 8 との接続部が気密となり、内部が密閉空間となる。

[0013] 放電励起手段 1 2 は、レーザガスを放電励起する。放電励起手段 1 2 は、一对の放電電極 1 2 a、1 2 b を有する。一对の放電電極 1 2 a、1 2 b は、筐体 1 6 の内部、つまりガス封入手段 1 1 の密閉空間に配置されている。一对の放電電極 1 2 a、1 2 b は、光軸 L を挟み込んで対向する位置に配置されている。放電励起手段 1 2 は、一对の放電電極 1 2 a、1 2 b に電圧を印加することで、一对の放電電極 1 2 a、1 2 b で挟まれた領域のレーザガスを放電励起してレーザを発振させる。一对の放電電極 1 2 a、1 2 b で挟まれた領域が放電励起領域 R 1 となる。ガスレーザ発振器 1 0 は、ガス封入手段 1 1 内の放電励起領域 R 1 を除く領域が、レーザガスを放電励起しない非励起領域となる。非励起領域の詳細については後述する。

[0014] 部分反射鏡 1 3 は、第 1 ミラーケース 1 7 のレーザの光軸 L 上に設けられる。部分反射鏡 1 3 は、光軸 L 上を移動し到達したレーザの一部を透過し、

一部を反射させる。全反射鏡 14 は、第 2 ミラーケース 18 のレーザの光軸 L 上に設けられる。全反射鏡 14 は、光軸 L 上を移動し到達したレーザを反射させる。部分反射鏡 13 及び全反射鏡 14 は、ガス封入手段 11 の光軸 L 方向の両端に設けられている。ガスレーザ発振器 10 は、光軸 L 上を移動するレーザを部分反射鏡 13 及び全反射鏡 14 の間で反射させながら増幅し、部分反射鏡 13 側から発振させる。

[0015] レーザガス循環手段 15 は、図 1 及び図 2 に示すように、熱交換器 21 と、ガス封入手段 11 の内部でレーザガスを循環させる 3 つの送風機 22 a, 22 b, 22 c と、ガイド 25 と、を有する。熱交換器 21 は、光軸 L に平行な方向において、放電励起手段 12 が配置されている領域と重なる領域に配置されている。熱交換器 21 は、通過するレーザガスを冷却する。熱交換器 21 は、水冷又は空冷といった、種々の熱交換機構を用いることができる。3 つの送風機 22 a, 22 b, 22 c は、光軸 L の方向に列状に配置されている。3 つの送風機 22 a, 22 b, 22 c は、光軸 L に平行な方向において、放電励起手段 12 が配置されている領域と重なる領域に配置されている。送風機 22 a, 22 b, 22 c は、ファンが回転してレーザガスに流れを発生させる機器である。送風機 22 a, 22 b, 22 c は、対面する位置が吸引口 23 と吹出口 24 になっており、吸引口 23 から熱交換器 21 により冷却されたレーザガスの一部を吸引し、吸引したレーザガスを吹出口 24 から吹き出す。ガイド 25 は、一方の端部が、放電電極 12 a, 12 b と接し、他方の端部が熱交換器 21 と接する板状の部材である。ガイド 25 は、放電電極 12 a と放電電極 12 b とで挟まれた放電励起領域 R1 と熱交換器 21 が配置された領域とを繋げている。ガイド 25 は、レーザガスの流れる経路を規制し、案内できる形状であればよく、放電電極 12 a, 12 b 及び熱交換器 21 と接していなくてもよい。

[0016] レーザガス循環手段 15 は、図 1 に示すように、光軸 L に平行な方向において、放電励起領域 R1 に含まれる領域に、熱交換器 21 と送風機 22 a, 22 b, 22 c とが配置されている。また、レーザガス循環手段 15 は、図

2に示すように、光軸Lに直交する面において、熱交換器21と送風機22a、22b、22cとが、異なる位置に配置されている。レーザガス循環手段15は、送風機22a、22b、22cを駆動することで、光軸Lに直交する面において送風機22a、22b、22cから放電励起領域R1に向かうレーザガスの流れを形成する。また、レーザガス循環手段15は、送風機22a、22b、22cを駆動することで、放電励起領域R1にあるレーザガスがガイド25を通り、熱交換器21に流入した後、送風機22a、22b、22cに流入するレーザガスの流れを形成する。

[0017] ダクト（第1ダクト）26は、放電電極12a、12bと部分反射鏡13との間に配置されている。ダクト26は、光軸Lの周囲を囲む筒形状であり、筒形状の一方の端部が放電電極12a、12bと接しており、他方の端部が開放されている。つまりダクト26は、他方の端部が、部分反射鏡13と離れており、光軸L方向において隙間が空いている。

[0018] ダクト（第2ダクト）27は、放電電極12a、12bと全反射鏡14との間に配置されている。ダクト27は、光軸Lの周囲を囲む筒形状であり、筒形状の一方の端部が放電電極12a、12bと接しており、他方の端部が開放されている。つまりダクト27は、他方の端部が、全反射鏡14と離れており、光軸L方向において隙間が空いている。

[0019] 制御装置29は、放電励起手段12及びレーザガス循環手段15の動作を制御し、レーザの発振及びレーザガスの循環を制御する。本実施の形態において、制御装置29は、システムLSI（Large Scale Integral circuit）又は複数の電子回路を組み合わせた装置であってもよい。また、制御装置29は、プロセッサと、メモリと、入出力ポート及び入出力インターフェース用の回路を有する入出力装置と、を備え、メモリに記憶された放電励起手段12及びレーザガス循環手段15の動作を制御するためのプログラムをプロセッサが実行するものであってもよい。

[0020] 図1及び図2に示すように、非励起領域を、以下のように非励起領域R2からR8として説明する。放電励起領域R1よりも第1ミラーケース17側

にあるダクト26の内側の領域を非励起領域R2とする。放電励起領域R1よりも第2ミラーケース18側にあるダクト27の内側の領域を非励起領域R3とする。第1ミラーケース17内で、ダクト26の外側の領域を非励起領域R4とする。第2ミラーケース18内でダクト27の外側の領域を非励起領域R5とする。放電電極12aと筐体16との間の領域を非励起領域R6とする。放電電極12bと筐体16との間の領域、つまり熱交換器21、送風機22a、22b、22c、ガイド25が配置されている領域のうち、放電励起領域R1と送風機22a、22b、22cとの間で、かつ、熱交換器21側の領域、つまり吸引口23側の領域を非励起領域R7とし、熱交換器21とは反対側の領域、つまり、吹出口24側の領域を非励起領域R8とする。ガスレーザ発振器10は、光軸L上に第1ミラーケース17側から第2ミラーケース18側に向かって、非励起領域R4、非励起領域R2、放電励起領域R1、非励起領域R3、非励起領域R5の順で配置される。

[0021] ガスレーザ発振器10は、放電励起手段12で放電励起領域R1のレーザガスを放電励起することでレーザを発振し、部分反射鏡13と全反射鏡14との間で往復反射させつつ、部分反射鏡13からレーザの一部を出力させることで、ガス封入手段11の外にレーザを出力する。

[0022] ガスレーザ発振器10は、レーザガス循環手段15で、ガス封入手段11内のレーザガスを循環させる。レーザガス循環手段15は、送風機22a、22b、22cを駆動させることで、放電励起領域R1、非励起領域R7、非励起領域R8の順でレーザガスが流れる。これにより、放電励起領域R1のレーザガスは、熱交換器21に流入して冷却され、その後、送風機22a、22b、22cを通過して、放電励起領域R1に流入する。これにより、放電励起領域R1でレーザにより加熱されたレーザガスは、熱交換器21で冷却される。また、放電励起領域R1に流入するレーザガスは、熱交換器21で冷却されたレーザガスとなる。また、ガスレーザ発振器10は、送風機22a、22b、22cから送り出されたレーザガスの一部が非励起領域R6にも流れる。

[0023] ガスレーザ発振器 10 は、レーザガス循環手段 15 により放電励起領域 R 1、非励起領域 R 7、非励起領域 R 8 の順でレーザガスが流れる流れを形成する。これに対して、第 1 ミラーケース 17、第 2 ミラーケース 18 には送風機が配置されていないため、非励起領域 R 4、非励起領域 R 5 に、放電励起領域 R 1、非励起領域 R 7、非励起領域 R 8 と同様の流れが形成されない。これにより、レーザガスが循環している放電励起領域 R 1 とレーザガスが循環していない非励起領域 R 4、非励起領域 R 5 との間には圧力差が生じる。ガスレーザ発振器 10 は、圧力差が生じることで、圧力が高い位置から低い位置へのレーザガスの流れが発生し、放電励起領域 R 1 と非励起領域 R 4 の間に、非励起領域 R 4、非励起領域 R 2、放電励起領域 R 1 という向きのレーザガスの流れが生じる。つまり第 1 ダクト 26 内に、非励起領域 R 4 から放電励起領域 R 1 に向かうレーザガスの流れが発生する。同様にガスレーザ発振器 10 は、放電励起領域 R 1 と非励起領域 R 5 の間に、非励起領域 R 5、非励起領域 R 3、放電励起領域 R 1 という向きのレーザガスの流れが生じる。つまり第 2 ダクト 27 内に、非励起領域 R 5 から放電励起領域 R 1 に向かうレーザガスの流れが発生する。

[0024] ガスレーザ発振器 10 は、ダクト 26、27 内に、放電励起領域 R 1 に向かう流れを形成することで、非励起領域 R 2、R 3 内のレーザが通過する経路上のレーザガスが、放電励起領域 R 1 に流入し、その後、循環するレーザガスの流れに伴って熱交換器 21 に流入する。また、ガスレーザ発振器 10 は、ダクト 26、27 内に、放電励起領域 R 1 に向かう流れを形成することで、非励起領域 R 2、R 3、R 4、R 5 により冷却されたレーザガスを流入させることができる。ガスレーザ発振器 10 は、ガイド 25 を放電励起領域 R 1 と熱交換器 21 との間を繋ぐ管路とすることで、熱交換器 21 を通過した後のレーザガスを非励起領域 R 2、R 3、R 4、R 5 により冷却されたレーザガスを流入させることができる。

[0025] ガスレーザ発振器 10 は、光軸 L 上に冷却したレーザガスを供給することができ、かつ、光軸 L 上のレーザガスを熱交換器 21 に向けて流すことができ

きる。これにより、光軸L上のレーザガスの温度上昇を抑制することができる。また、レーザを効率よく発生させることができる。また、ガスレーザ発振器10は、光軸L方向において、放電励起領域R1が配置されている領域に送風機を配置し、第1ミラーケース17、第2ミラーケース18が配置されている領域には送風機を配置せずに、ダクト26、27を設けることで、非励起領域R2、R3、R4、R5に、放電励起領域R1に向けたレーザガスの流れを形成する。これにより、送風機を少なくすることができ、送風機による風量を少なくすることができる。これにより、ガスレーザ発振器10は、消費電力を抑えつつ、レーザガスの加熱を抑制することができる。また、ガスレーザ発振器10は、レーザガスの加熱を抑制できることで、消費電力を抑え、レーザガスの出力を安定させることができる。

[0026] 図9は、実施の形態1並びに後述する実施の形態2、3及び4にかかる放電励起領域におけるレーザガス流速の分布図である。さらにレーザガスの加熱を抑制する効果を向上させる方法として、放電励起領域R1において、図9に示すような、非励起領域R2、R3に近い領域のレーザガスの流速が中央部より速い分布を作り出すことにより、圧力が高い位置から低い位置へのレーザガスの流れ、つまり、放電励起領域R1と非励起領域R4の間には、非励起領域R4、非励起領域R2、放電励起領域R1という向きの、放電励起領域R1と非励起領域R5の間には、非励起領域R5、非励起領域R3、放電励起領域R1という向きのレーザガスの流れを速くさせる方法がある。この方法により、光軸L上のレーザガスの温度上昇を抑制する効果を向上させることができる。

[0027] また、ガスレーザ発振器10は、非励起領域R4及び非励起領域R5に沿って体積の大きい送風機が設けられていないため、ガスレーザ発振器10の第1ミラーケース17及び第2ミラーケース18の箇所の体積を小さくすることができ、使い勝手を良くすることができる。

[0028] 図3は、本発明の実施の形態1に係るガスレーザ発振器10の起動順序を説明するためのフローチャートである。図4及び図5は、本発明の実施の形

態 1 に係るガスレーザ発振器の動作を説明するための断面図である。ガスレーザ発振器 10 は、制御装置 29 の制御により、送風機 22 a, 22 b, 22 c の起動タイミングを調整されることが好ましい。

[0029] 制御装置 29 は、光軸 L の方向における放電励起領域 R 1 の端部側（ダクト 26, 27 に近い側）の送風機、本実施形態では送風機 22 a, 22 c を先に起動し、光軸 L の方向における放電励起領域 R 1 の中央側の送風機、本実施形態では送風機 22 b を後で起動する。

[0030] 図 3 から図 5 を用いて説明する。制御装置 29 は、放電励起領域 R 1 の両端側にレーザガスを吹出す送風機 22 a, 22 c を起動する（ステップ S 10）。これにより、図 4 に示すように、光軸 L 方向において、送風機 22 a, 22 c が配置されている非励起領域 R 4, R 5 に近い側に、放電励起領域 R 1、非励起領域 R 7, R 8 を流れる流れが形成される。制御装置 29 は、送風機 22 a, 22 c を起動してから、設定した時間が経過した後、放電励起領域 R 1 の中央側にレーザガスを吹き出す送風機 22 b を起動する（ステップ S 12）。ここで、設定した時間は、予めオペレータが設定する。これにより、図 5 に示すように、光軸 L 方向において、送風機 22 a, 22 b, 22 c の全てでレーザガスを循環する流れが形成される。

[0031] ガスレーザ発振器 10 は、送風機 22 a, 22 b, 22 c の起動を 2 つのステップに分けることにより、光軸 L 方向において、非励起領域 R 2, R 3 を介して非励起領域 R 4, R 5 に繋がる位置側の放電励起領域 R 1 により大きいレーザガスの流れを形成することができる。そして、放電励起領域 R 1 のレーザガスの流速は、図 9 に示すような分布となる。これにより、放電励起領域 R 1 と非励起領域 R 4 との間により大きな圧力差が生じ、非励起領域 R 4 から放電励起領域 R 1 に向かうレーザガスの流れが速くなる。同様に、放電励起領域 R 1 と非励起領域 R 5 との間により大きな圧力差が生じ、非励起領域 R 5 から放電励起領域 R 1 に向かうレーザガスの流れが速くなる。そのため、レーザガスを循環させる駆動力を増加させずに、光軸 L 上に冷却されたレーザガスをより効率よく供給することができ、さらに、加熱されたレ

ーザガスを熱交換器 21 に効率よく供給することができる。以上より、消費電力を抑制しつつ、レーザの出力を安定させることができる。

[0032] このように、制御装置 29 は、送風機 22 a, 22 b, 22 c を個々に制御することにより、非励起領域 R 2 ~ R 8 から放電励起領域 R 1 へ向かうレーザガスの流れを制御するガス流制御手段として機能する。実施の形態 1 は、制御装置 29 により意図的に非励起領域 R 2 ~ R 8 から放電励起領域 R 1 へ向かうレーザガスの流れをより大きく作り出せる。

[0033] なお、実施の形態 1 では、送風機を 3 つとしたが、3 つより多くてもよい。例えば、送風機が 4 つの場合、両端の 2 つのレーザガス循環手段を両端側とし、中央の 2 つのレーザガス循環手段を中央側として、分けて起動すればよい。5 つ以上ある場合についても同様に、両端側と中央側とを分けて起動すればよい。なお、送風機の数、後述する実施の形態でも同様に、3 つより多くてもよい。

[0034] 実施の形態 2.

図 6 は、本発明の実施の形態 2 に係るガスレーザ発振器の動作を説明するためのグラフである。ガスレーザ発振器 10 は、送風機 22 a, 22 b, 22 c の起動時間に差を生じさせてもよい。

[0035] 制御装置 29 は、光軸 L の方向における放電励起領域 R 1 の端部側（ダクト 26, 27 に近い側）の送風機、本実施形態では送風機 22 a, 22 c の起動時間を、光軸 L の方向における放電励起領域 R 1 の中央側の送風機、本実施形態では送風機 22 b の起動時間よりも短くする。具体的には、図 6 に示すように、制御装置 29 は、送風機 22 a, 22 c の時間と回転数の関係を線 80 とし、送風機 22 b の時間と回転数の関係を線 82 とし、送風機 22 a, 22 c の起動時間、つまり設定した回転数に到達するまでにかかる時間を、送風機 22 b の起動時間よりも短くする。

[0036] ガスレーザ発振器 10 は、送風機 22 a, 22 b, 22 c の起動時間を異なる時間とし、送風機 22 a, 22 c の回転数を送風機 22 b よりも早く上昇させることで、光軸 L 方向において、非励起領域 R 2, R 3 を介して非励

起領域 R 4, R 5 に繋がる位置側の放電励起領域 R 1 により大きいレーザガスの流れを形成することができる。そして、放電励起領域 R 1 のレーザガスの流速は、図 9 に示すような分布となる。これにより、放電励起領域 R 1 と非励起領域 R 4 との間により大きな圧力差が生じ、非励起領域 R 4 から放電励起領域 R 1 に向かうレーザガスの流れが速くなる。同様に、放電励起領域 R 1 と非励起領域 R 5 との間により大きな圧力差が生じ、非励起領域 R 5 から放電励起領域 R 1 に向かうレーザガスの流れが速くなる。そのため、レーザガスを循環させる駆動力を増加させずに、光軸 L 上に冷却されたレーザガスをより効率よく供給することができ、さらに、加熱されたレーザガスを熱交換器 2 1 に効率よく供給することができる。以上より、消費電力を抑制しつつ、レーザの出力を安定させることができる。

[0037] ここで、上記実施の形態のガスレーザ発振器 1 0 では、制御装置 2 9 の制御により、設定した回転数に到達する起動時間に差を生じさせたが、これに限定されない。ガスレーザ発振器 1 0 では、送風機 2 2 a, 2 2 b, 2 2 c の設計値で、設定した回転数に到達する起動時間に差を生じさせるようにしてもよい。つまり、送風機 2 2 a, 2 2 c と送風機 2 2 b を異なる送風機とし、同じ制御値を入力しても、送風機 2 2 a, 2 2 c が送風機 2 2 b よりも早く設定した回転数に到達する送風機としてもよい。

[0038] 実施の形態 3.

図 7 は、本発明の実施の形態 3 に係るガスレーザ発振器の構成を示す断面図である。ガスレーザ発振器 1 0 は、送風機 2 2 a, 2 2 b, 2 2 c の回転数、定常運転時の回転数に差を生じさせてもよい。

[0039] 制御装置 2 9 は、光軸 L の方向における放電励起領域 R 1 の端部側（ダクト 2 6, 2 7 に近い側）の送風機、本実施形態では送風機 2 2 a, 2 2 c の回転数を、光軸 L の方向における放電励起領域 R 1 の中央側の送風機、本実施形態では送風機 2 2 b の回転数よりも大きくする。

[0040] ガスレーザ発振器 1 0 は、送風機 2 2 a, 2 2 b, 2 2 c の回転数を異なる値とし、送風機 2 2 a, 2 2 c の回転数を送風機 2 2 b の回転数よりも大

きくすることで、図7に示すように、光軸L方向において、非励起領域R2、R3を介して非励起領域R4、R5に繋がる位置側の放電励起領域R1により大きいレーザガスの流れを形成することができる。そして、放電励起領域R1のレーザガスの流速は、図9に示すような分布となる。これにより、放電励起領域R1と非励起領域R4との間により大きな圧力差が生じ、非励起領域R4から放電励起領域R1に向かうレーザガスの流れが速くなる。同様に、放電励起領域R1と非励起領域R5との間により大きな圧力差が生じ、非励起領域R5から放電励起領域R1に向かうレーザガスの流れが速くなる。そのため、レーザガスを循環させる駆動力を増加させずに、光軸L上に冷却されたレーザガスをより効率よく供給することができ、さらに、加熱されたレーザガスを熱交換器21に効率よく供給することができる。以上より、消費電力を抑制しつつ、レーザの出力を安定させることができる。

[0041] ここで、上記実施の形態のガスレーザ発振器10では、制御装置29の制御により、設定した回転数に差を生じさせたが、これに限定されない。ガスレーザ発振器10では、送風機22a、22b、22cの設計値で、設定した回転数差を生じさせるようにしてもよい。つまり、送風機22a、22cと送風機22bを異なる送風機とし、同じ制御値を入力しても、送風機22a、22cの回転数が送風機22bの回転数よりも大きい回転数となるようにしてもよい。

[0042] 実施の形態4.

図8は、本発明の実施の形態4に係るガスレーザ発振器の構成を示す断面図である。ガスレーザ発振器10aのレーザガス循環手段15aは、送風機22a、22c、92を有する。送風機92は、ガスレーザ発振器10の送風機22bの位置に配置されている。送風機92は、送風機22a、22cに対して、定常運転時の流量（送風量）が小さい。

[0043] ガスレーザ発振器10aは、光軸Lの方向における放電励起領域R1の端部側（ダクト26、27に近い側）の送風機22a、22cの風量が、光軸Lの方向における放電励起領域R1の中央側の送風機、本実施形態では送風

機 9 2 の風量よりも大きい。

[0044] ガスレーザ発振器 1 0 a は、送風機 2 2 a, 2 2 c, 9 2 の風量を異なる値とし、送風機 2 2 a, 2 2 c の風量を送風機 9 2 の風量よりも大きくすることで、図 8 に示すように、光軸 L 方向において、非励起領域 R 2, R 3 を介して非励起領域 R 4, R 5 に繋がる位置側の放電励起領域 R 1 により大きいレーザガスの流れを形成することができる。そして、放電励起領域 R 1 のレーザガスの流速は、図 9 に示すような分布となる。これにより、放電励起領域 R 1 と非励起領域 R 4 との間により大きな圧力差が生じ、非励起領域 R 4 から放電励起領域 R 1 に向かうレーザガスの流れが速くなる。同様に、放電励起領域 R 1 と非励起領域 R 5 との間により大きな圧力差が生じ、非励起領域 R 5 から放電励起領域 R 1 に向かうレーザガスの流れが速くなる。そのため、レーザガスを循環させる駆動力を増加させずに、光軸 L 上に冷却されたレーザガスをより効率よく供給することができ、さらに、加熱されたレーザガスを熱交換器 2 1 に効率よく供給することができる。以上より、消費電力を抑制しつつ、レーザの出力を安定させることができる。

[0045] ここで、上記実施の形態のガスレーザ発振器 1 0 a では、送風機の特性により、風量に差を生じさせたが、制御装置 2 9 の制御により風量に差を生じさせてもよい。

[0046] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、各実施の形態を組み合わせてもよいし、構成の一部を省略、変更することも可能である。

## 符号の説明

[0047] 1 0, 1 0 a ガスレーザ発振器、1 1 ガス封入手段、1 2 放電励起手段、1 2 a, 1 2 b 放電電極、1 3 部分反射鏡、1 4 全反射鏡、1 5, 1 5 a レーザガス循環手段、1 6 筐体、1 7 第 1 ミラーケース、1 8 第 2 ミラーケース、2 1 熱交換器、2 2 a, 2 2 b, 2 2 c, 9 2 送風機、2 3 吸引口、2 4 吹出口、2 5 ガイド、2 6 ダクト（第

1ダクト)、27ダクト(第2ダクト)、29制御装置、R1放電励起領域、R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8非励起領域。

## 請求の範囲

### [請求項1]

レーザの光軸上の面である両側面に開口が形成された中央筐体、前記中央筐体の開口のそれぞれに接続された一対の側面筐体を有し、前記中央筐体及び前記中央筐体に繋がった前記側面筐体が気密であり、レーザガスが封入されたガス封入手段と、

前記中央筐体に設けられた一対の放電電極を有し、前記レーザガスを放電励起する放電励起手段と、

前記側面筐体の、前記レーザの光軸上に設けられ、放電励起した前記レーザガスから発生するレーザを反射させる反射手段と、

一対の前記放電電極の一方の端部と前記一方の端部に対面して配置された前記反射手段の間に配置され、前記光軸の周囲を覆う筒形状の第1ダクトと、

一対の前記放電電極の他方の端部と前記他方の端部に対面して配置された前記反射手段の間に配置され、前記光軸の周囲を覆う筒形状の第2ダクトと、

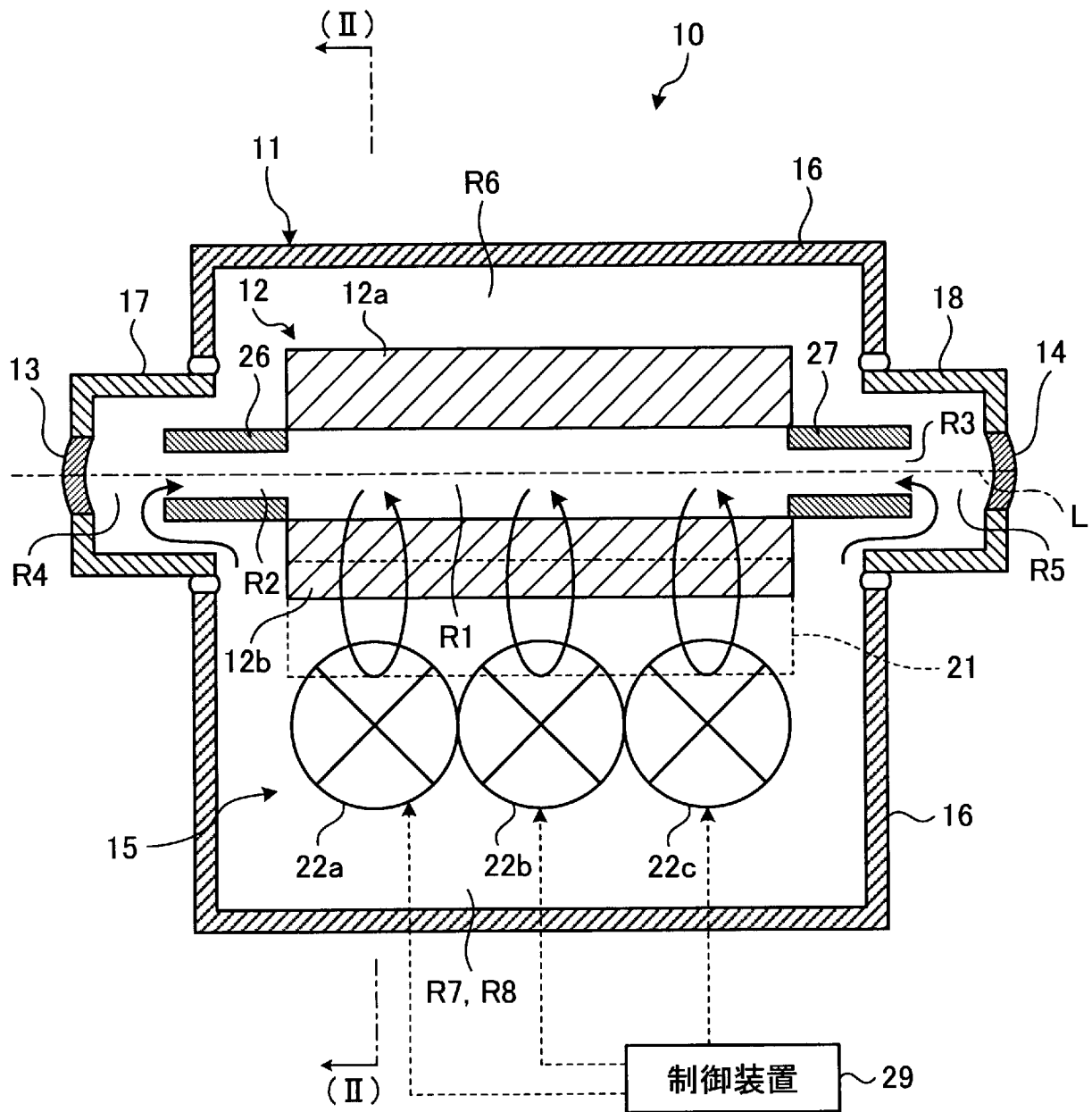
前記レーザガスを冷却する熱交換器と、

一対の前記放電電極の間の領域であり、前記レーザガスを放電励起してレーザを発振する放電励起領域に前記熱交換器により冷却された前記レーザガスを送る送風機を有し、前記熱交換器と前記熱交換器との間でレーザガスを循環させて前記放電励起領域に冷却レーザガスを供給し、前記放電励起領域に隣接し、前記レーザガスを放電励起しない非励起領域よりも前記放電励起領域の流速を速くし、前記第1ダクト及び前記第2ダクトに前記非励起領域から前記放電励起領域にレーザガスを流入させる流れを形成するレーザガス循環手段と、

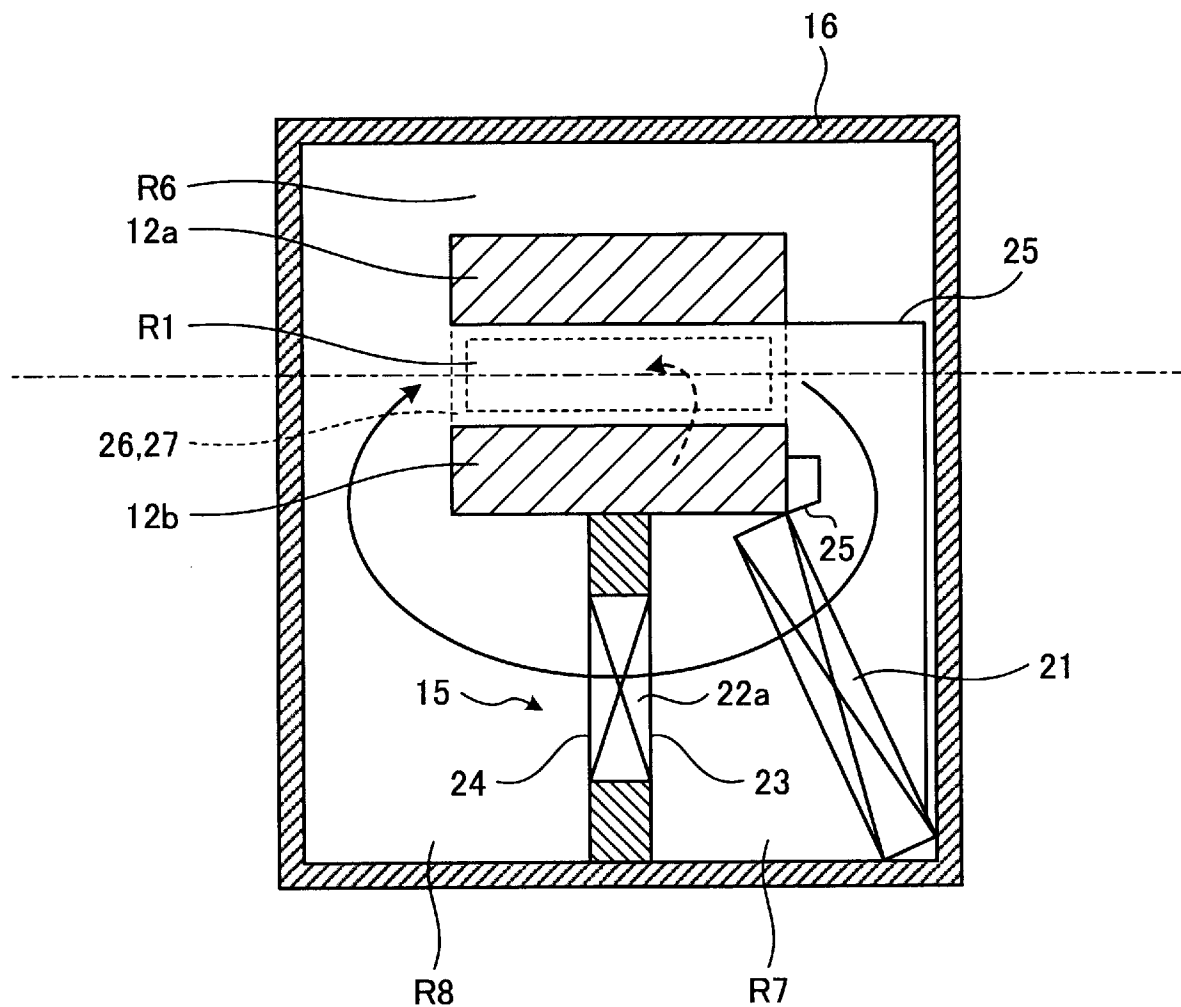
前記放電励起手段及び前記レーザガス循環手段の動作を制御する制御装置と、を備え、前記放電励起領域において、中央部に対して、両端におけるレーザガスの流速を速めることを特徴とするガスレーザ発振器。

- [請求項2] 前記レーザガス循環手段は、前記レーザの光軸方向に列状に配置された前記送風機を3つ以上備え、  
前記制御装置は、前記送風機の運転条件を個別に制御することを特徴とする請求項1に記載のガスレーザ発振器。
- [請求項3] 前記制御装置は、前記光軸方向の両端側の送風機を、当該両端側の送風機に挟まれた送風機よりも先に起動し、送風を開始することを特徴とする請求項2に記載のガスレーザ発振器。
- [請求項4] 前記制御装置は、前記光軸方向の両端側の送風機の設定した回転数までの到達時間を、当該両端側の送風機に挟まれた送風機の設定した回転数までの到達時間よりも短くすることを特徴とする請求項2に記載のガスレーザ発振器。
- [請求項5] 前記制御装置は、前記光軸方向の両端側の送風機の回転数を、当該両端側の送風機に挟まれた送風機の回転数よりも大きくすることを特徴とする請求項2または3に記載のガスレーザ発振器。
- [請求項6] 前記レーザガス循環手段は、前記光軸方向の両端側の送風機の風量が、当該両端側の送風機に挟まれた送風機の風量よりも大きいことを特徴とする請求項2から4のいずれか一項に記載のガスレーザ発振器。  
。

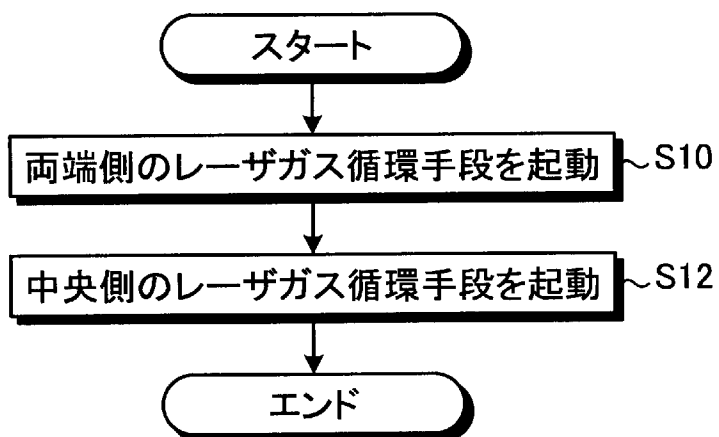
[図1]



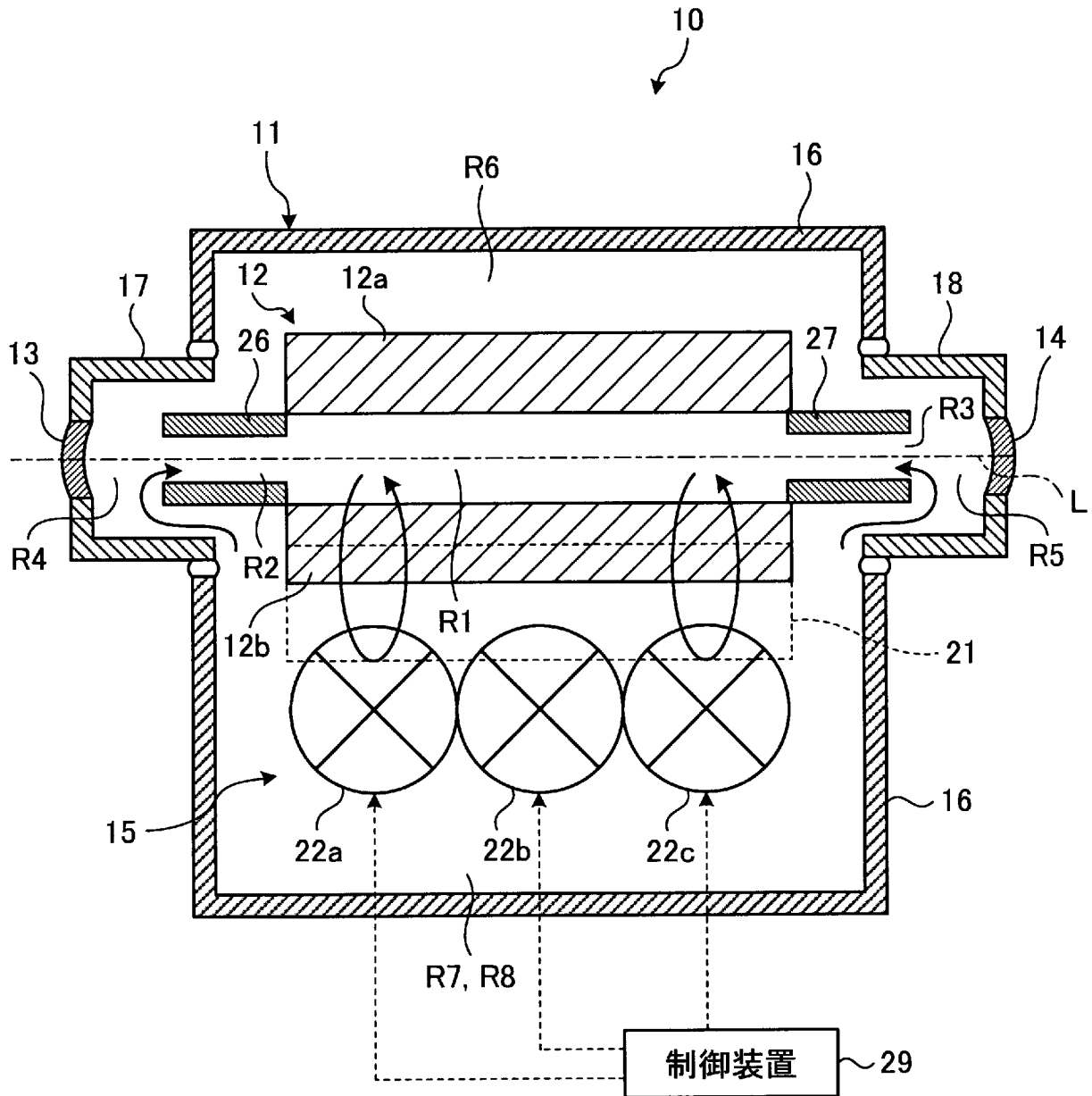
[図2]



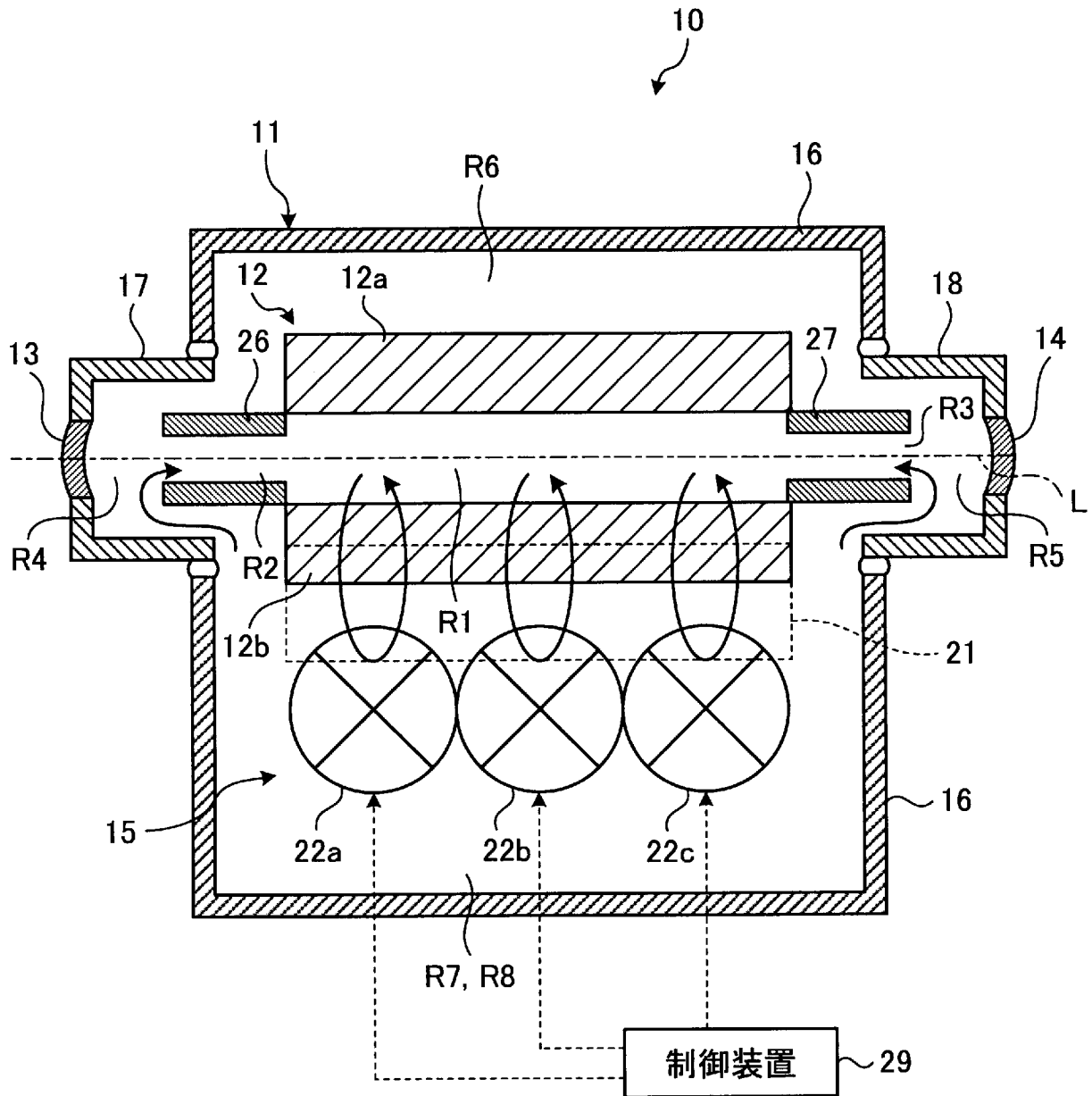
[図3]



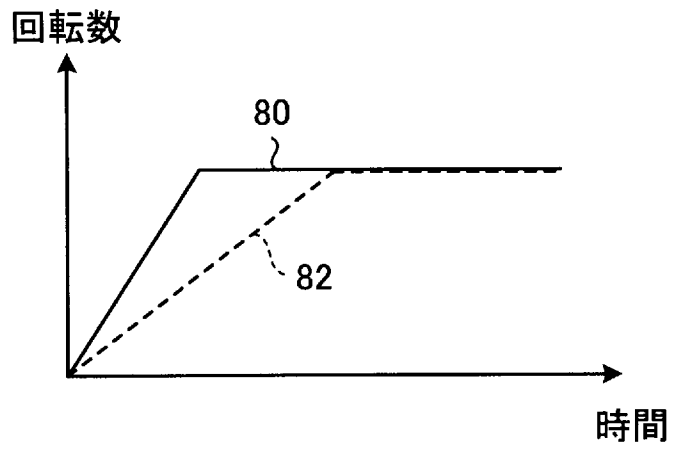
[図4]



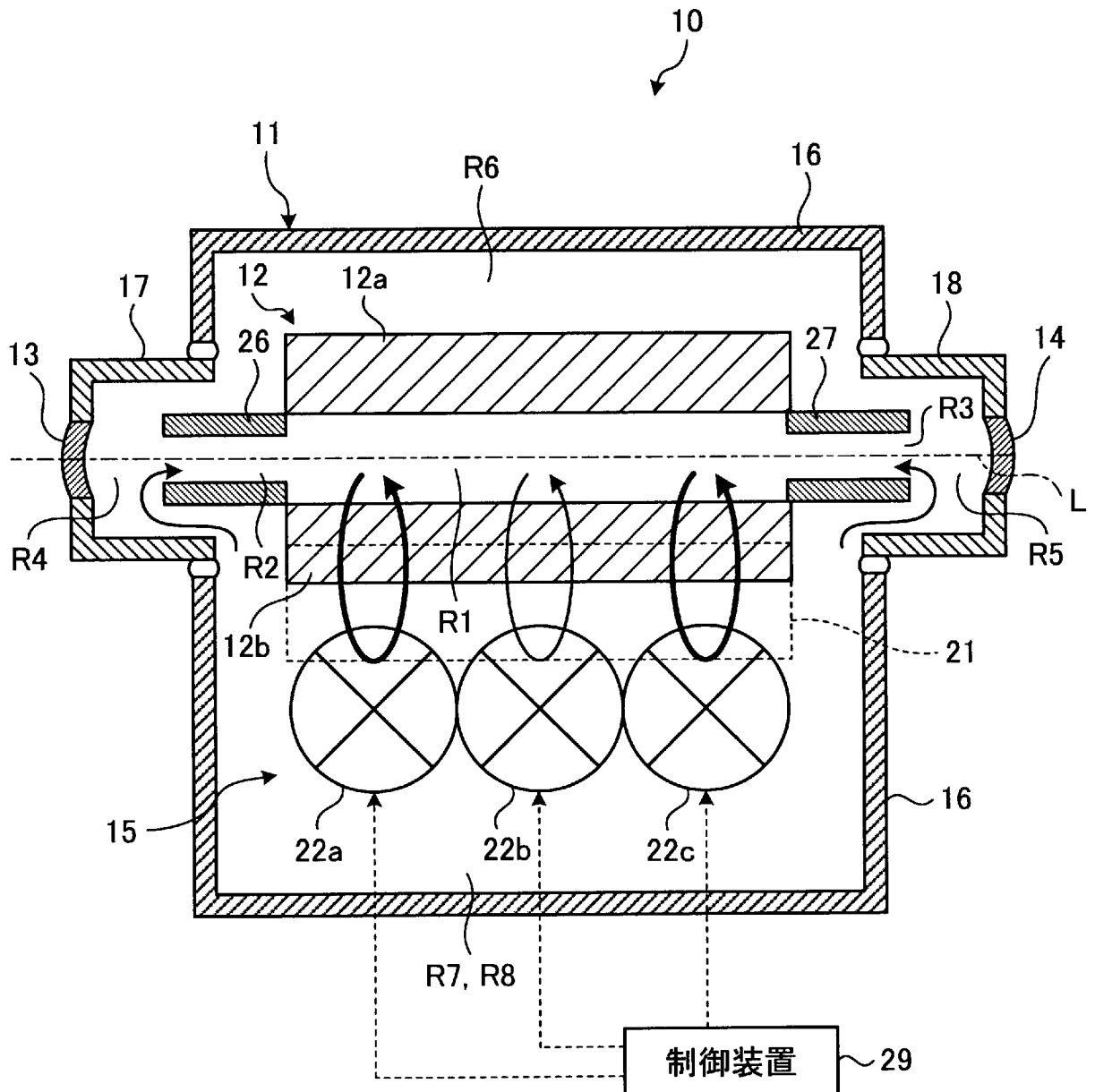
[図5]



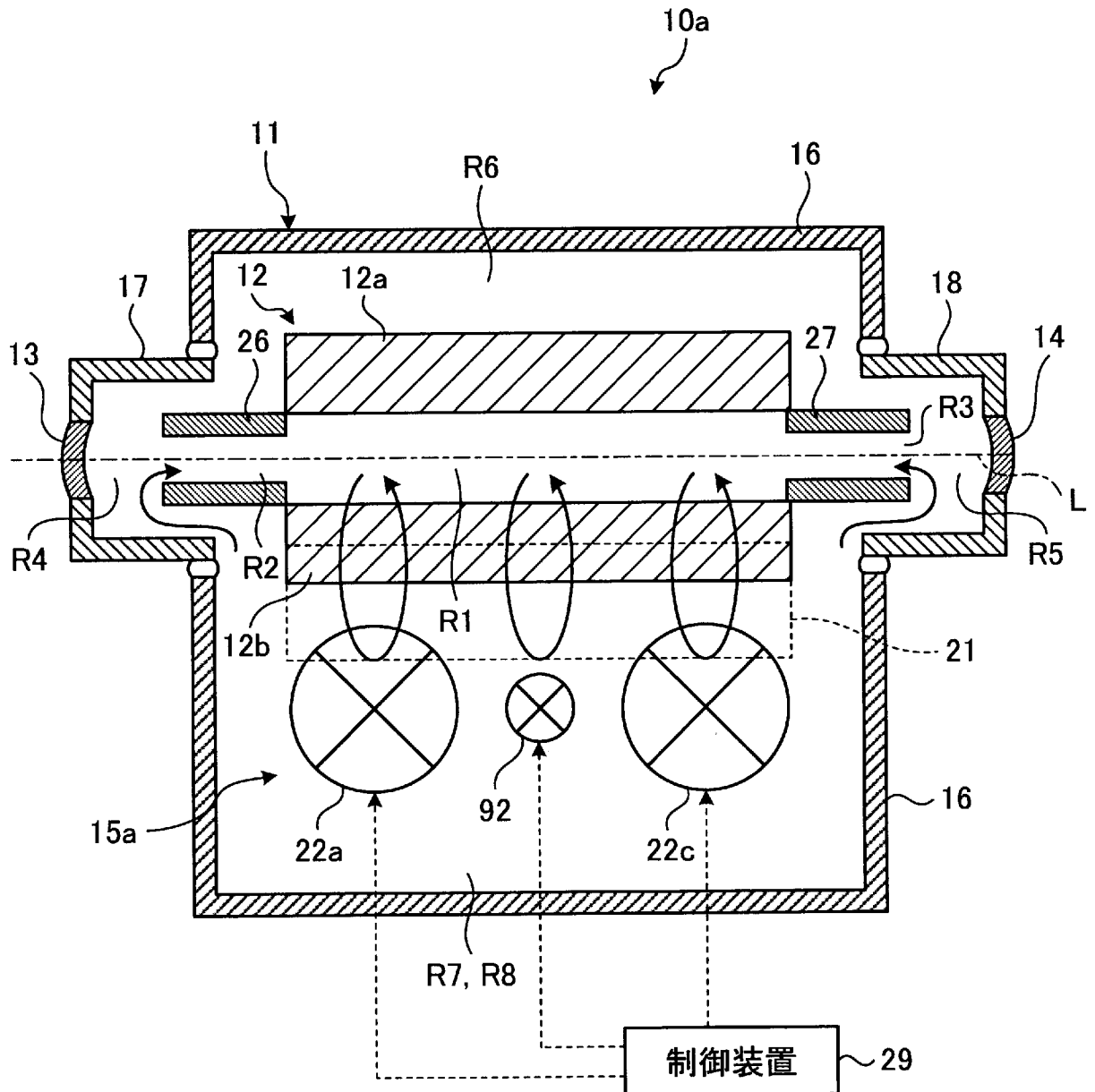
[図6]



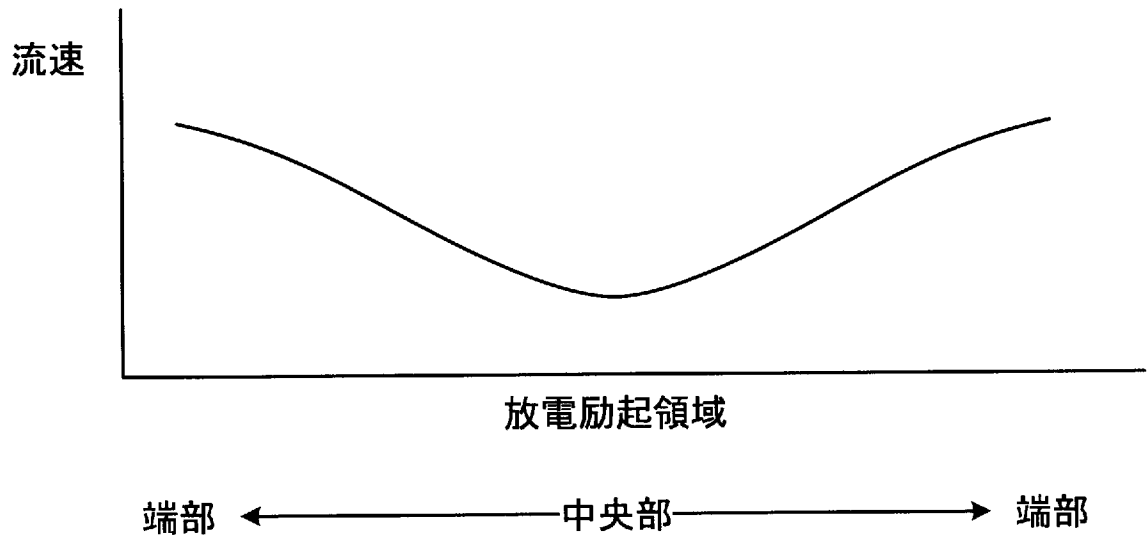
[図7]



[図8]



[図9]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/063678

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H01S3/036(2006.01)i, H01S3/03(2006.01)i, H01S3/097(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)  
H01S3/00-3/30

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 Y	JP 2-192782 A (Mitsubishi Electric Corp.), 30 July 1990 (30.07.1990), specification, page 1, lower left column, line 19 to page 2, upper right column, line 2; page 2, lower left column, line 13 to upper right column, line 5; fig. 1, 5, 6 (Family: none)	1 2-6
Y	JP 60-254683 A (Mitsubishi Electric Corp.), 16 December 1985 (16.12.1985), specification, page 1, lower right column, line 13 to page 3, upper left column, line 19; fig. 2, 4 (Family: none)	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 05 August 2015 (05.08.15)	Date of mailing of the international search report 18 August 2015 (18.08.15)
--	---

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

International application No.

PCT/JP2015/063678

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 63-2393 A (Toshiba Corp.), 07 January 1988 (07.01.1988), specification, page 2, upper left column, line 18 to upper right column, line 4; lower left column, lines 11 to 16; fig. 1, 2 (Family: none)	1-6
Y	JP 7-131090 A (Toshiba Corp.), 19 May 1995 (19.05.1995), paragraph [0012]; fig. 1 (Family: none)	2-6
A	JP 6-140692 A (Mitsubishi Electric Corp.), 20 May 1994 (20.05.1994), paragraphs [0002] to [0009]; fig. 6 to 8 & US 5416791 A & EP 595335 A1 & DE 69304857 T2 & HK 1006341 A1 & TW 232101 B	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. H01S3/036(2006.01)i, H01S3/03(2006.01)i, H01S3/097(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（IPC））  
 Int.Cl. 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  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2015年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2015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 2-192782 A（三菱電機株式会社）	1
Y	1990.07.30, 明細書第1頁左下欄第19行-第2頁右上欄第2行, 第2頁左下欄第13行-右上欄第5行, 第1図, 第5図, 第6図 (ファミリーなし)	2-6
Y	JP 60-254683 A（三菱電機株式会社） 1985.12.16, 明細書第1頁右下欄第13行-第3頁左上欄第19行, 第2図, 第4図 (ファミリーなし)	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。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 05.08.2015	国際調査報告の発送日 18.08.2015
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 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） 廣崎 拓登 電話番号 03-3581-1101 内線 3294

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 63-2393 A (株式会社東芝) 1988.01.07, 明細書第2頁左上欄第18行-右上欄第4行, 左下欄第11行-第16行, 第1図, 第2図 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 7-131090 A (株式会社東芝) 1995.05.19, 段落【0012】, 図1 (ファミリーなし)	2-6
A	JP 6-140692 A (三菱電機株式会社) 1994.05.20, 段落【0002】 - 【0009】, 図6-図8 & US 5416791 A & EP 595335 A1 & DE 69304857 T2 & HK 1006341 A1 & TW 232101 B	1-6