

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4828684号
(P4828684)

(45) 発行日 平成23年11月30日(2011.11.30)

(24) 登録日 平成23年9月22日(2011.9.22)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 26/08 (2006.01)
G02B 6/12 (2006.01)G02B 26/08
G02B 6/12H
H

請求項の数 12 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2000-207417 (P2000-207417)
 (22) 出願日 平成12年7月7日 (2000.7.7)
 (65) 公開番号 特開2001-42235 (P2001-42235A)
 (43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)
 審査請求日 平成19年5月30日 (2007.5.30)
 (31) 優先権主張番号 348979
 (32) 優先日 平成11年7月7日 (1999.7.7)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 506098789
 アバゴ・テクノロジーズ・ファイバー・ア
 イピー(シンガポール)プライベート・リ
 ミテッド
 シンガポール国シンガポール768923
 , イーシュン・アベニュー・7・ナンバー
 1
 (74) 代理人 100087642
 弁理士 古谷 聰
 (74) 代理人 100076680
 弁理士 溝部 幸彦
 (74) 代理人 100121061
 弁理士 西山 清春

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光スイッチ及び光信号を切換えるための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光スイッチであって、

第1の導波路区画と、

第2の導波路区画と、

房を画定する基板であって、該基板は、前記第1及び第2の導波路区画に結合されており、前記房は、前記第1の導波路区画を前記第2の導波路区画から分離させていることからなる、基板と、

前記房内において前記導波路区画の交差点に配置された第1の加熱素子と、

前記房内に配置された液体であって、前記第1の加熱素子により加熱される、液体と

10

、
 前記房内の圧力を所定範囲内に維持するよう制御するための手段
 とを備え、

前記制御するための手段が前記圧力を所定範囲内に維持するよう制御することが、それにより、前記第1の加熱素子の温度が第1の温度の時には、前記第1の導波路区画を介して伝達された光信号が、前記房を通過して、前記第2の導波路区画内へと送り込まれることとなるようにし、及び、前記第1の加熱素子の前記温度が、第2の温度を超えるように上昇した時に限っては、前記液体内に気泡が形成されて、前記第1の導波路区画を介して伝達された光信号が該気泡により反射させられこととなるようにすることを含み、

前記制御するための手段が、第2の加熱素子を含み、

20

前記房が、第1の隔室と第2の隔室とを備え、該第1の隔室と該第2の隔室との間に通路を有し、及び、

前記第2の加熱素子が、前記第2の隔室内の前記液体を加熱させて、前記圧力を上昇させることからなる、光スイッチ。

【請求項2】

前記制御するための手段は、前記第1の導波路区画によって伝達された光信号が、前記第2の導波路区画によって受け取られることを示す通知信号を受け取るための、及び前記通知信号に基づいて前記圧力を所定範囲内に維持するよう調整するための手段を含む、請求項1に記載の光スイッチ。

【請求項3】

前記制御するための手段が、ピストンを備える、請求項1に記載の光スイッチ。

【請求項4】

前記制御するための手段が、インジェクタを備える、請求項1に記載の光スイッチ。

【請求項5】

第1の導波路区画と、

第2の導波路区画と、

圧力制御機構と、

房を備えた基板であって、該基板は、前記圧力制御機構と、前記第1の導波路区画と、前記第2の導波路区画とに結合されており、前記房は、前記第1の導波路区画を前記第2の導波路区画から分離させており、前記圧力制御機構によって、前記房内の圧力が所定範囲内に維持されるよう制御されることからなる、基板と、

前記房内において前記導波路区画の交差点に配置された第1の加熱素子と、

前記房内に配置された液体であって、前記第1の加熱素子により加熱される、液体とを備え、

前記圧力制御機構が前記圧力を所定範囲内に維持するよう制御することが、それにより、前記第1の加熱素子の温度が第1の温度の時には、前記第1の導波路区画を介して伝達された光信号が、前記房を通過して、前記第2の導波路区画内へと送り込まれることとなるようにし、及び、前記第1の加熱素子の前記温度が、第2の温度を超えるように上昇した時に限っては、前記液体に気泡が形成されて、前記第1の導波路区画を介して伝達された光信号が該気泡により反射させられることとなるようにすることを含み、

前記圧力制御機構が、第2の加熱素子を備え、

前記房が、第1の隔室と第2の隔室とによって画定され、該第1の隔室と該第2の隔室との間に通路を有し、及び、

前記第2の加熱素子が、前記第2の隔室内の前記液体を加熱させて、前記圧力を上昇させることからなる、光スイッチ。

【請求項6】

前記第1の導波路区画によって伝達された光信号が、前記第2の導波路区画によって受け取られることを示す通知信号を、前記圧力制御機構が受け取り、及び、

前記圧力制御機構が、前記通知信号に基づいて前記圧力を所定範囲内に維持するよう調整することからなる、請求項5に記載の光スイッチ。

【請求項7】

前記圧力制御機構が、ピストンを備える、請求項5に記載の光スイッチ。

【請求項8】

前記圧力制御機構が、インジェクタを備える、請求項5に記載の光スイッチ。

【請求項9】

光信号を切り換えるための方法であって、

第1の導波路区画、第2の導波路区画、及び第3の導波路区画を提供し、

基板を提供し、前記基板は、液体によって満たされた房を備え、前記房は、前記第1の導波路区画を前記第2の導波路区画から分離させており、

加熱素子を提供し、

10

20

30

40

50

前記第1の導波路区画を介して光信号を伝達し、及び、

前記房内の圧力を所定範囲内に維持するよう調整し、それにより、前記加熱素子の温度が第1の温度の時には、前記第1の導波路区画を介して伝達された光信号が、前記房を通過して、前記第2の導波路区画内へと送り込まれることとなるようにし、及び、前記加熱素子の前記温度が、第2の温度を超えるように上昇した時に限っては、前記液体内に気泡が形成されて、前記第1の導波路区画を介して伝達された光信号が該気泡により反射させられて、前記第3の導波路区画内へと送り込まれることとなるようにすることを含み、

前記房が、第1の隔室と第2の隔室とによって構成され、該第1の隔室と該第2の隔室との間に通路を有し、及び、

前記調整することが、前記第2の隔室内の前記液体を加熱することを含むことからなる、方法。

【請求項10】

前記調整することが、前記房内に、ある物質を注入することを含むことからなる、請求項9に記載の方法。

【請求項11】

ピストンを提供することを更に含み、及び、

前記調整することが、前記ピストンを移動させることを含むことからなる、請求項9に記載の方法。

【請求項12】

前記調整することが、前記液体を加熱することを含むことからなる、請求項9に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般に、光スイッチに関するものであり、とりわけ、光スイッチ内における流体圧を制御して、切換特性を向上させる、全反射に基づく光スイッチに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

内面反射光スイッチには、それぞれの導波路区画の交差点に配置された液体内に気泡を形成することによって、状態を変化させるものもある。例えば、参考までに援用されている、「Total Internal Reflection Optical Switches Employing Thermal Activation」と題する米国特許第5,699,462号(対応する特開平10-90735号:「光スイッチ素子および光スイッチ方法」参照)には、気泡を利用して、状態を変化させる光スイッチの記載がある。

【0003】

図1に示すように、上記特許に記載の光スイッチ15は、クラッド材料27によって包囲されたコア材料の導波路区画22~25を備えている。導波路区画22及び23は、液体34が充填されたトレーナ32によって導波路区画24及び25から分離されている(図2)。液体34の屈折率は、導波路区画22~24の屈折率に近いか、または、同じである。従って、光スイッチ15の第1の状態において、導波路区画22を通過する光信号は、トレーナ32への到達時に、ほとんど反射または屈折を生じない。代わりに、導波路区画22からの光信号は、液体34を通過して、導波路区画24に入射する。

【0004】

トレーナ32には、光スイッチ15の状態を切換えるために利用可能な、基板上に配置された加熱素子35(図2)も含まれている。加熱素子35には、加熱素子35によって発生する熱量を選択的に増/減するための制御回路要素が含まれている。光スイッチ15の状態を切換えるため、加熱素子35の温度が液体34の沸点を超えるまで、加熱素子35

10

20

30

40

50

の温度を上昇させることによって、図3に示すように、液体34内に気泡41が形成させられる。気泡41は、液体34及び導波路区画22～25とは屈折率が大きく異なり、導波路区画22から導波路区画24まで延びている。従って、導波路区画22を通過する光信号は、導波路区画22と気泡41の界面において反射される。従って、導波路区画22によって伝送される光信号は、導波路区画22と気泡41の界面において反射され、導波路区画24ではなく、導波路区画23に沿って進行する。

【0005】

光スイッチ15をもとの状態に戻すため、気泡41が崩壊するまで、加熱素子35の温度が低下させられる。換言すれば、加熱素子35の温度は、液体34の沸点またはそれ未満にまで低下させられる。気泡41が崩壊すると、導波路区画22に沿って進行する光信号は、もはや、導波路区画22の端部において反射されず、光信号は、従って、導波路区画23ではなく、導波路区画24に送り込まれる。

10

【0006】

しかし、気泡42(図4)が偶然トレンチ32内に形成されると、光スイッチ15に関する問題が生じる。こうした条件下では、加熱素子35が液体34の沸点未満であっても、気泡42が期せずしてトレンチ32内に形成されることがある。こうした状態になると、導波路区画22に沿って進行する信号は、加熱素子35の温度に関係なく導波路区画23に向かって反射される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

20

従って、本発明の目的は、光スイッチにおける気泡の形成を制御して、不慮の気泡がトレンチ内に形成されて、光スイッチの働きを妨げることがないようにする方法と、そのように動作する装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、上述の先行技術に関する不足及び欠点が克服される。一般に、本発明によれば、光スイッチにおける気泡の偶発的な形成を防止するための装置及び方法が得られる。

【0009】

本発明には、基板、第1の導波路区画、第2の導波路区画、加熱素子、液体、及び、圧力制御機構が含まれている。基板は、第1の導波路区画及び第2の導波路区画に結合され、第1の導波路区画を第2の導波路区画から分離する房を含んでいる。液体は、房内に納められており、加熱素子に反応する。圧力制御機構によって、房内の圧力が制御され、第1の導波路区画と第2の導波路区画間における不測の気泡形成が阻止される。

30

【0010】

本発明のもう1つの特徴によれば、房は、第1の隔室(コンパートメント)と第2の隔室から構成される。2つの隔室は、第1の隔室から第2の隔室に延びる通路を介して相互接続されている。房内の圧力を制御するため、圧力制御機構によって、第2の隔室内で液体の温度が制御される。

【0011】

本発明のもう1つの特徴によれば、圧力制御機構は、ピストンとアクチュエータから構成される。アクチュエータは、房内の圧力を高めるため、ピストンのある方向に移動させ、房内の圧力を低下させるため、ピストンを逆方向に移動させる。

40

【0012】

本発明のもう1つの特徴によれば、圧力制御機構は、ある物質を、房内に注入する、及び
/又は、房から取り除くことによって、房内における圧力を制御する。

【0013】

本発明は、また、光信号を切換えるための方法を提供するものとみなすことも可能である。この方法には、第1の導波路、第2の導波路、及び、第3の導波路を設けるステップと、液体が充填された房を含んでおり、房によって、第1の導波路区画が第2の導波路区画

50

から分離されるようになっている、基板を設けるステップと、加熱素子を設けるステップと、第1の導波路区画を介して光信号を伝送するステップと、第1の温度から第2の温度に加熱素子の温度を上昇させることによって、液体内に気泡を形成するステップと、房内の圧力を調整し、加熱素子の温度が第1の温度の場合には、第1の導波路区画を介して伝送される光信号が、房を通って、第2の導波路区画に送り込まれるようにし、加熱素子の温度が、第2の温度になると、第1の導波路区画を介して伝送される光信号が、前記気泡の境界において反射され、第3の導波路区画を介して伝送されるようにするステップが含まれている。

【0014】

本発明の他の特徴及び利点については、添付の図面と関連づけて読み取れば、下記の詳細な説明を検討することにより、当該技術者には明らかなになるであろう。こうした特徴及び利点は、全て、本発明に包含されるものとする。

10

【0015】

【発明の実施の形態】

発明者の発見によれば、従来の技術に関して上記し、図4に示すように、内面反射光スイッチ15のトレーナ内における偶発的な気泡42の形成は、通常、加熱素子35から基板38を介して拡散する熱によって誘発される。これに関して、基板38の温度は、加熱素子35が繰り返し熱を発生すると、次第に上昇する場合が多い。光スイッチ15が、同様のスイッチ・アレイの1つである場合、他の光スイッチに関連した近くの加熱素子によって発生する熱のために、基板38の温度が次第に上昇する可能性がある。

20

【0016】

結果として、基板38は、図4に示すように、トレーナ32内に不測の気泡42の形成を誘導するのに十分な高温になる可能性がある。換言すれば、さまざまな位置における基板38の温度が、液体34の沸点を超え、そのため、液体34内における不測の気泡42の形成を誘導することになる可能性がある。この気泡42によって、光スイッチ15は、加熱素子35の状態（すなわち、温度）に関係なく、反射状態になる。さらに、基板38の温度のために、導波路区画22によって伝送される光信号を反射するのに十分なサイズの不測の気泡42が誘発される限りにおいて、導波路区画22によって伝送される各信号は、導波路区画23に沿って反射され、加熱素子35の温度制御では、光スイッチ15の状態を制御するのに効果がない。

30

【0017】

一般に、本発明によれば、図1～3に示す従来の光スイッチ15と同様の改良された光スイッチ50（図5）が得られる。しかし、従来の光スイッチ15とは異なり、本発明の光スイッチ50には、液体34に加えられる圧力を制御する圧力制御機構52（図6）が含まれている。圧力制御機構52によって、この圧力は十分な高さに保たれるので、基板38からの熱によって、液体内に不測の気泡形成が誘発されることはない。従って、光スイッチ50の切換特性は、基板38の温度によってあまり影響される異はない。

【0018】

図5及び図6を参照すると、光スイッチ50のクラッド材料27によって、導波路区画22～25が結合される基板が形成される。クラッド材料27による基板には、導波路区画22及び23を、それぞれ、導波路区画24及び25から分離する房54が含まれている。房54は、液体34が充填されており、房54には気密密閉を施し、液体34には脱ガスを施すのが望ましいが、脱ガスが施されていない液体34を利用することも可能である。房54内には、加熱素子35が結合される基板38が配置されている。

40

【0019】

光スイッチ50の第1の状態において、加熱素子35の温度は、液体34の沸点以下の第1の温度である。従って、導波路区画22及び24における液体内には、気泡は存在しない。液体34の屈折率は、光が液体に入射し、あまり方向を変化させずに、通過するように、導波路区画22～25の屈折率に対して十分にうまく整合することが望ましい。従って、光スイッチ50の第1の状態において、導波路区画22を介して光スイッチ50に

50

入力される光信号は、液体34を通過して、導波路区画24に入射する。

【0020】

光スイッチ50の第2の状態において、加熱素子35の温度は、液体34の沸点である第2の温度まで上昇する。この状態において、加熱素子35からの熱によって、図3に示すように、液体34内に気泡41が形成される。気泡41は、導波路区画22の端部から導波路区画24の端部まで延びるのが望ましい。従って、導波路区画22を介して光スイッチ50に入力される光信号は、導波路区画22と気泡41の界面において反射され、導波路区画23を介して光スイッチ50から出射する。

【0021】

図6に示すように、光スイッチ50には、房54内の圧力を制御する圧力制御機構が含まれている。圧力制御機構52によって、房54内の圧力は、不測の気泡形成を阻止する範囲内に維持されるが、光スイッチ50がその第2の状態にある場合、加熱素子35からの熱によって、房54内に気泡を形成することは可能である。

10

【0022】

これに関して、房54内の圧力が上昇するにつれて、液体34の沸点が上昇し、房54内の圧力が低下するにつれて、液体34の沸点が低下する。さらに、基板38の加熱は、主として、加熱素子35を第2の温度まで加熱するか、または、近くの同様の加熱素子を第2の温度まで加熱することによって生じるので、基板38の温度は、一貫して、上述の第2の温度より低いことが望ましい。

【0023】

液体34の沸点は、房54の圧力とともに変化し、基板38の温度は、一貫して第2の温度より低いことが望ましいので、液体34の沸点を基板38の温度と第2の温度との間の範囲内の温度にする、房54内における圧力範囲が存在する。房54内の圧力がこの圧力範囲内に維持される限りにおいて、その圧力によって、基板38からの熱が、液体34内において偶発的な気泡42の形成を誘発するのが阻止され、加熱素子35からの熱だけに反応して、液体34内に気泡41を形成することが可能になる。

20

【0024】

しかし、房54内の圧力が、この上述の圧力範囲の最低値未満になると、基板38からの熱によって、液体34内に不測の気泡42が形成される可能性がある。この結果、スイッチ50が図らずも反射状態(すなわち、第2の状態)になる。房54内の圧力が、この上述の圧力範囲より高くなると、加熱素子35の温度が第2の温度である場合、加熱素子35からの熱では、液体34内に気泡の形成を誘発するのに不十分である。従って、光スイッチ50が、加熱素子35だけに応答して機能することを保証するため、圧力制御機構52によって、房54内の圧力が上述の圧力範囲内に維持される。

30

【0025】

さまざまな方法及び装置を用いて、房54内の圧力を制御することが可能である。望ましい実施例の場合、房54内の圧力は、液体34の一部の温度を制御することによって制御される。図5及び図6によって示されるように、望ましい実施例の房54は、2つの隔壁55及び58と、通路62から構成される。通路62は、隔壁55から隔壁58まで延びており、隔壁55及び58のいずれか一方からの液体34が、通路62を通って、隔壁55及び58のもう一方に流入することが可能である。

40

【0026】

図6によって示される構成の場合、圧力制御機構52には、熱を発生して、隔壁58内における液体34の温度を制御する加熱素子が含まれている。隔壁58は、一部が液体34によって、また、一部が、蒸気によって充填されており、液体34は蒸気と平衡がとれている。当該技術において既知のように、密閉された房内における液相/気相の2相系の圧力は、温度に比例して変動する。従って、圧力制御機構52は、隔壁58内の温度を制御することによって、房54全体の圧力を制御する。

【0027】

圧力制御機構52が、隔壁58内の液体34の温度に作用して、房54内における適正な

50

温度範囲を維持することができるのが望ましいが、一般には、圧力制御機構 5 2 によって、隔室 5 5 内における液体 3 4 の温度がかなりの影響を受けるのは望ましくない。これに関して、液体 3 4 の温度を変化させると、液体 3 4 の屈折率が影響される。導波路区画 2 2 ~ 2 5 からの光信号は、隔室 5 5 内の液体を通過するので、光信号の減衰を最小限に抑えるには、隔室 5 5 内の液体 3 4 の屈折率は一定であることが望ましい。従って、隔室 5 5 内における液体 3 4 の温度は、隔室 5 5 内における液体 3 4 の屈折率の変動を最小限に抑えるため、一定に保たれるべきである。

【 0 0 2 8 】

図 6 に示されるように、液体 3 4 を 2 つの隔室 5 5 及び 5 8 内に分離するのは、隔室 5 5 内における液体 3 4 の温度を一定に保つのに役立つ。これに関して、通路 6 2 の比較的小さい断面積によって、2 つの隔室 5 5 及び 5 8 の液体 3 4 間における熱伝達が妨げられる。しかし、通路 6 2 によって、隔室 5 8 内の圧力は房全体に通じている。従って、隔室 5 8 内における液体 3 4 の温度が変化しても、隔室 5 5 内における液体 3 4 の温度にはあまり影響がないが、房 5 4 全体の圧力は急速に変化する。従って、房 5 4 を 2 つの隔室 5 5 及び 5 8 に分割することは、圧力制御機構 5 2 の房 5 4 全体の圧力を決定する能力をあまり損なうことなく、隔室 5 5 内の液体 3 4 を一定の温度に維持するのに役立つことになる。

【 0 0 2 9 】

留意すべきは、液体 3 4 の温度が隔室 5 8 の温度変化によって受ける影響は、通路 6 2 の断面積をより小さくすると、低下するという点である。従って、通路 6 2 の断面積は、2 つの隔室 5 5 及び 5 8 間における圧力変化の伝達能力と両立、できるだけ小さいことが望ましい。

【 0 0 3 0 】

図 7 は、スイッチ 5 0 の動作方法を示すフローチャートである。動作時、図 7 のブロック 6 5 及び 6 7 によって示されるように、スイッチ 5 0 をモニタすることが可能で、加熱素子 3 5 の温度が、液体 3 4 の沸点未満が望ましい第 1 の温度でありえる。これに関して、図 7 のブロック 6 9 及び 7 1 によって示されるように、導波路区画 2 2 を介したスイッチ 5 0 に対する光信号の入力が、導波路区画 2 4 と導波路区画 2 3 のいずれを介して出力されるかの決定がなされる。信号が、導波路区画 2 4 を介して出力される場合、房 5 4 内の圧力は十分に高く、隔室 5 8 内における液体 3 4 の温度を上昇させる必要がない。従って、圧力制御機構 5 2 は、図 7 のブロック 7 3 によって示されるように、隔室 5 8 内の液体 3 4 の温度を維持することによって、房 5 4 内の圧力を維持する。しかし、光信号が導波路区画 2 3 を介して出力される場合、液体 3 4 内に、不測の気泡 4 2 が形成されていることがある。この場合、図 7 のブロック 7 4 によって示されるように、房 5 4 内の圧力を上昇させて、不測の気泡 4 2 を崩壊させることが望ましい。

【 0 0 3 1 】

ブロック 6 9、7 1、及び、7 4 を実施する場合、導波路区画 2 2 を介して光スイッチ 5 0 に入力される光信号が、導波路区画 2 4 を介して出力されるまで、圧力制御機構 5 2 によって発生する熱が上昇させられる。圧力制御機構 5 2 からの熱によって、隔室 5 8 内の液体 3 4 の温度が上昇するにつれて、房 5 4 内の圧力が高まり、不測の気泡 4 2 のサイズが収縮する。導波路区画 2 2 を介して入力される光信号が、導波路区画 2 4 を介して出力されると、基板 3 8 からの熱では、光スイッチ 5 0 の動作にかなりの影響を与えるのは不十分になり、さらに、隔室 5 8 の温度を上昇させる必要がなくなる。従って、図 7 のブロック 7 3 によって示されるように、圧力制御機構 5 2 は、隔室 5 5 内の圧力を維持するため、必要に応じて、隔室 5 8 内の液体 3 4 に対する加熱を続行する。

【 0 0 3 2 】

図 7 のブロック 7 7 によって示されるように、加熱素子 3 5 の温度が、液体 3 4 の沸点を超えることが望ましい第 2 の温度である場合には、光スイッチ 5 0 のモニタも実施される。加熱素子 3 5 の温度が、第 2 の温度である場合、加熱素子 3 5 によって生じる熱のために、房 5 4 内に気泡 4 1 が形成されるはずである。従って、導波路区画 2 2 を介して入力

10

20

30

40

50

される光信号は、気泡41と導波路区画22の端部との界面において反射されるはずであり、従って、光信号は、導波路区画23を介して出力されるはずである。光信号が、実際に、導波路区画23を介して出力される場合、房54内の圧力は、加熱素子35による気泡41の発生を可能にするのに十分な程に低い。従って、圧力制御機構52は、図7のブロック73、78、及び、79によって示されるように、隔室58内の液体34の温度を維持することによって、房54内の圧力を維持する。しかし、光信号が、代わりに、導波路区画24を介して出力される場合、房54内の圧力が、高すぎるため、加熱素子35によって生じる熱に応答して気泡41を形成することができない。従って、図7のブロック78、79、及び、80によって示されるように、光信号が、導波路区画24を介してスイッチ50から出力されるまで、隔室58の温度は、圧力制御機構52によって低下させられる。

10

【0033】

ブロック78、79、及び、80を実施する場合、導波路区画22を介して光スイッチ50に入力される光信号が、導波路区画24を介してもはや出力されなくまるまで、圧力制御機構52によって生じる熱が低下させられる。圧力制御機構52からの熱の低下によって、隔室58内の液体34の温度が低下するにつれて、房54内の圧力も低下し、加熱素子35からの熱によって誘発される気泡のサイズが拡張する。ブロック79において、導波路区画22を介して入力される光信号が、導波路区画24を介してもはや出力されていないということになると、房54内の圧力は、気泡41の形成を可能にするのに十分なほど低く、隔室58内の液体34の温度をそれ以上低下させる必要がなくなる。従って、図7のブロック73によって示されるように、圧力制御機構52は、隔室58内における液体34の温度を維持するため、必要に応じて、隔室58内の液体34に対する加熱を続行する。

20

【0034】

上記モニタ及び制御を実施することによって、房54内の圧力が適正な圧力範囲内に維持されるという保証が得られる。所望に応じて、モニタ及び制御を繰り返すことによって、スイッチ50が、加熱素子35だけに応答して、動作し続けるという保証を得ることが可能になる。

【0035】

圧力制御機構52の動作を制御するため、圧力制御機構52には、図8によって示されるように、コントローラ85を含むのが望ましい。望ましい実施例の場合、コントローラ85は、電気回路要素及び/または機械コンポーネントを含むハードウェアによって実施されるが、所望であれば、ソフトウェアまたはハードウェアとソフトウェアの組み合わせによって実施することも可能である。コントローラ85は、データ・インターフェイス86から、導波路区画22を介して光スイッチ50に入力される信号を出力するのが、導波路区画23と24のどちらであるかを指示する通知信号を受信する。望ましい実施例の場合、データ・インターフェイス86には、通知信号を自動的に発生して、コントローラ85に伝送することができるよう、光が導波路区画23及び24のいずれを通って進行しているかを検出するセンサが含まれている。

30

【0036】

コントローラ85は、図7のブロック74及び80において、上述の通知信号に基づき、圧力制御機構52によって発生する熱を上昇させるべきか、あるいは、低下させるべきかの判定を行い、圧力制御機構52によって発生する熱を制御するための制御信号を加熱素子87に送る。一例として、加熱素子87は、抵抗器とすることが可能である。コントローラ85は、圧力制御機構52によって発生する熱量を増大させるため、加熱素子87に印加する電圧を高くし、圧力制御機構52によって発生する熱量を減少させるため、加熱素子87に印加する電圧を低くする。代わりに、コントローラ85は、加熱素子87に伝送される加熱パルスのデューティ・サイクルを変更するといった、他の技法によって加熱素子87を制御することも可能である。コントローラ85は、さらに、図7のブロック73において、それが房54内の圧力を維持するのを助けるため、房54内に配置された温

40

50

度センサ 8 8 及び / または圧力センサ 8 9 から入力を受信することが可能である。

【 0 0 3 7 】

望ましい実施例には、2つの隔室 5 5 及び 5 8 を備えた房 5 4 が含まれているが、留意すべきは、任意の数の（1つ以上の）隔室を利用して、本発明を実施することが可能であるという点である。例えば、圧力制御機構 5 2 は、所望の場合、隔室 5 5 内の液体 3 4 を直接加熱することが可能であり、隔室 5 8 及び通路 6 2 は不要になる。しかし、前述のように、一般には、隔室 5 5 内の液体 3 4 の温度に対する影響は最小限にするのが望ましく、従って、望ましい実施例に基づいて隔室 5 8 内の液体 3 4 を加熱するのが望ましい。

【 0 0 3 8 】

さらに、房 5 4 内の液体 3 4 を加熱する以外の技法を用いて、房 5 4 内の圧力を制御することも可能である。例えば、図 9 には、圧力制御機構 5 2 がピストン 8 1 とアクチュエータ 8 4 から構成された実施例が示されている。アクチュエータ 8 4 は、房 5 4 内の圧力を高めるために、ピストンを y 方向に移動させ、房 5 4 内の圧力を下げるため、ピストン 8 1 を逆方向に移動させる。図 9 によって示された実施例の働きは、房 5 4 内の圧力が、流体 3 4 の温度を変化させる代わりに、ピストン 8 1 を移動させることによって制御されるという点を除けば、図 6 によって示された実施例の働きと同じである。

【 0 0 3 9 】

図 10 によって示されるように、アクチュエータ 8 4 は、房 5 4 内の圧力を増 / 減させるため、いつ、どの方向にピストン 8 1 を移動させるべきかを判定する、コントローラ 9 0 に結合されるのが望ましい。コントローラ 8 5（図 8 ）と同様に、コントローラ 9 0 も、データ・インターフェイス及び / または圧力センサ 8 9 から入力を受信して、房 5 4 内の圧力を高める必要があるか、または、低下させる必要があるかの判定を行うことが可能である。さらに、コントローラ 9 0 は、電気回路要素及び / または機械コンポーネントを含むハードウェアによって実施するのが望ましいが、所望であれば、ソフトウェアまたはハードウェアとソフトウェアの組み合わせによって実施することも可能である。

【 0 0 4 0 】

図 11 によって示されるもう1つの実施例の場合、圧力制御機構 5 2 は、液体または蒸気のような物質を密閉房 5 4 内に注入することによって、房 5 4 内の圧力を高めるインジェクタ 9 1 から構成することが可能である。解放弁 9 4 を用いて、房 5 4 内の液体 3 4 または蒸気の一部が脱出して、リザーバ 9 7 に流入できるようにすることによって、房 5 4 内の圧力を低下させることができある。図 11 によって示される実施例の働きは、房 5 4 内の圧力が、それぞれ、房 5 4 内にある物質を注入し、房 5 4 内からその物質を放出することによって制御されるという点を除けば、図 6 によって示された実施例の働きと同じである。

【 0 0 4 1 】

図 12 によって示されるように、上述の実施例の圧力制御機構 5 2 には、インジェクタ 9 1 の及び解放弁 9 4 の動作を制御し、インジェクタ 9 1 を介して、房 5 4 内にある物質を注入すべき時機、または、解放弁 9 4 を介して、房 5 4 内からその物質を解放すべき時機を判定するためのコントローラ 9 9 が含まれているのが望ましい。コントローラ 8 5（図 8 ）と同様、コントローラ 9 9 は、データ・インターフェイス 8 6 及び / または圧力センサ 8 9 から入力を受信して、房 5 4 内の圧力を高める必要があるか、または、低下させる必要があるかの判定を行なうことが可能である。さらに、コントローラ 9 9 は、電気回路要素及び / または機械コンポーネントを含むハードウェアによって実施するのが望ましいが、所望であれば、ソフトウェアまたはハードウェアとソフトウェアの組み合わせによって実施することも可能である。

【 0 0 4 2 】

留意すべきは、とりわけ、スイッチ 5 0 が交換網に用いられている場合、同じ房 5 4 及び圧力制御機構 5 2 を利用する、複数のスイッチ 5 0 を設計することが可能であるという点である。従って、複数の加熱素子 3 5 が房 5 4 内に存在する可能性がある。この状況の場合、他の加熱素子による気泡の形成が、房 5 4 内の圧力に影響する、従って、スイッチ 5

10

20

30

40

50

0の切換特性に影響する可能性がある。しかし、上述のように、房54の圧力をモニタして、適正な範囲内に維持することによって、圧力制御機構52は、他の加熱素子及び/または基板に関連した気泡の形成によって誘発される追加圧力を補償する。

【0043】

上述の実施例の場合、液体34内における気泡41または42の存在が、導波路区画22を介して入力される光信号が、導波路区画23と24のどちらを介して出力されるかを確かめることによって検出される。しかし、他の方法を利用して、気泡41または42の存在を検出することもできるし、液体34内における気泡41または42の存在を検出するための任意の技法を用いて、本発明を実施することも可能である。

【0044】

強調しておくべきは、本発明の上述の実施例、すなわち、どの「望ましい」実施例も、本発明について可能性のある単なる実施例にすぎない。上述の実施例に対して、多くの変更及び修正を施すことが可能である。従って、こうした修正及び変更は、全て、本発明の範囲内に含まれるものとする。

以下に本発明の広汎な応用のための実施態様の数例をかかげる。

【0045】

(実施態様1)

光スイッチ(50)であって、

第1の導波路区画(22)と、

第2の導波路区画(24)と、

房(54)を形成し、前記第1と第2の導波路区画(22、24)に結合されており、前記房(54)によって、前記第1の導波路区画(22)を前記第2の導波路区画(24)から分離するようになっている、基板(27)と、

前記房(54)内において前記導波路区画(22、24)の交差点に配置されている加熱素子(35)と、

前記房(54)内に配置されて、前記加熱素子(35)に反応する液体(34)と、

前記房(54)内の圧力を制御するための手段(52)が含まれている、

光スイッチ(50)。

【0046】

(実施態様2)

前記制御手段(52)に、ピストン(81)が含まれていることを特徴とする、実施態様1に記載の光スイッチ(50)。

(実施態様3)

前記制御手段(52)に、インジェクタ(91)が含まれていることを特徴とする、実施態様1に記載の光スイッチ(50)。

【0047】

(実施態様4)

前記加熱素子(35)が、第1の状態において第1の温度を有し、第2の状態において第2の温度を有することと、前記制御手段(52)によって、前記液体(34)の沸点を前記第1の温度と前記第2の温度の間の温度に設定する圧力範囲内に前記圧力が維持されることを特徴とする、実施態様1に記載の光スイッチ(50)。

【0048】

(実施態様5)

前記制御手段(52)に加熱素子(87)が含まれることを特徴とする、実施態様1に記載の光スイッチ(50)。

【0049】

(実施態様6)

前記房(54)に、間に通路(62)を備えた第1の隔室(55)と第2の隔室(58)が含まれていることと、前記加熱素子(87)によって、前記第2の隔室(58)内の前記液体(34)が加熱されると、前記圧力が上昇することを特徴とする、実施態様5に記

10

20

30

40

50

載の光スイッチ(50)。

【0050】

(実施態様7)

光信号を切換えるための方法であって、

第1の導波路区画(22)、第2の導波路区画(24)、及び、第3の導波路区画(23)を設けるステップと、

液体(34)が充填された房(54)を含んでおり、前記房(54)によって、前記第1の導波路区画(22)が前記第2の導波路区画(24)から分離されるようになっている、基板(27)を設けるステップと、

加熱素子(35)を設けるステップと、

前記第1の導波路区画を介して光信号を伝送するステップと、

前記房(54)内の圧力を調整し、前記加熱素子(35)の温度が第1の温度の場合には、前記第1の導波路区画(22)を介して伝送される光信号が、前記房(54)を通って、前記第2の導波路区画(24)に送り込まれるようにし、前記加熱素子(35)の前記温度が、上昇して、第2の温度を超える場合に限って、前記液体(34)内に気泡(41)が形成され、前記第1の導波路区画(22)を介して伝送される光信号が反射されて、前記第3の導波路区画(23)内に送り込まれるようにするステップが含まれている、切換方法。

【0051】

(実施態様8)前記調整ステップに、ある物質を前記房(54)内に注入するステップが含まれることを特徴とする、実施態様7に記載の方法。

【0052】

(実施態様9)

さらに、ピストン(81)を設けるステップが含まれることと、前記調整ステップに、前記ピストン(81)を移動させるステップが含まれることを特徴とする、実施態様7に記載の方法。

【0053】

(実施態様10)

前記調整ステップに、前記液体(34)を加熱するステップが含まれることを特徴とする、実施態様7に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の光スイッチの平面図である。

【図2】図1によって示されたスイッチの断面図である。

【図3】少なくとも2つの導波路区画を分離する液体内に、気泡が適正に形成された場合の、図2のスイッチを表した断面図である。

【図4】少なくとも2つの導波路区画を分離する液体内に、気泡が偶発的に形成された場合の、図2のスイッチを表した断面図である。

【図5】本発明の光スイッチの平面図である。

【図6】図5によって示されたスイッチの断面図である。

【図7】図6の圧力制御機構の構成及び機能性を表したフローチャートである。

【図8】図6の圧力制御機構を例示したブロック図である。

【図9】圧力制御機構がアクチュエータとピストンから構成される場合の、図6のスイッチを表した断面図である。

【図10】図9の圧力制御機構を例示したブロック図である。

【図11】圧力制御機構にインジェクタが含まれる場合の、図6の房及び圧力制御機構を表した側面図である。

【図12】図11の圧力制御機構を例示したブロック図である。

【符号の説明】

22 第1の導波路区画

23 第3の導波路区画

10

20

30

40

50

2 4 第2の導波路区画

2 7 基板

3 4 液体

3 5 加熱素子

4 1 気泡

5 0 光スイッチ

5 2 圧力制御手段

5 4 房

5 5 第1の隔室

5 8 第2の隔室

6 2 通路

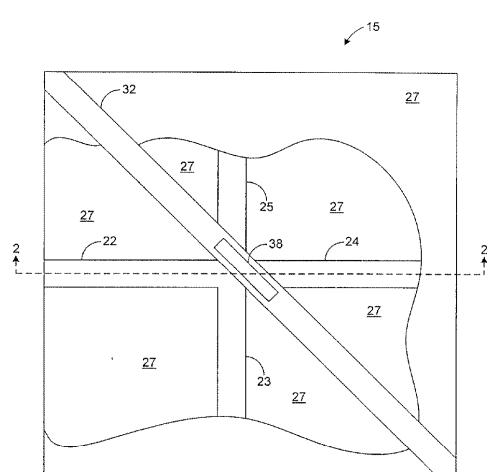
8 1 ピストン

8 7 加熱素子

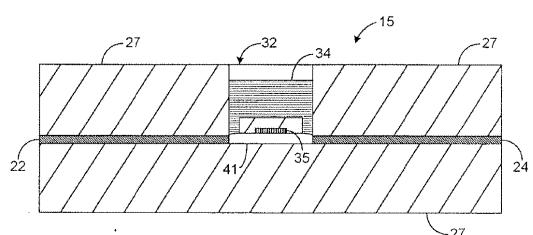
9 1 インジェクタ

10

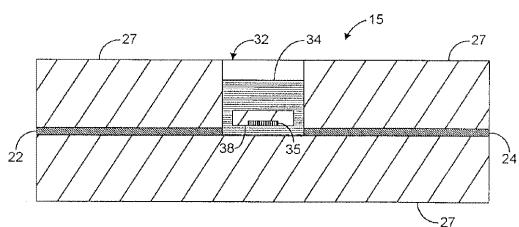
【図1】



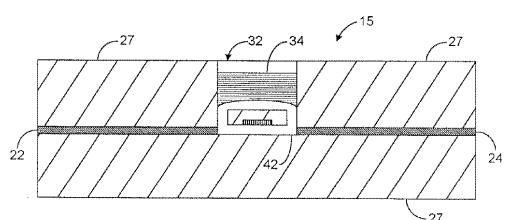
【図3】



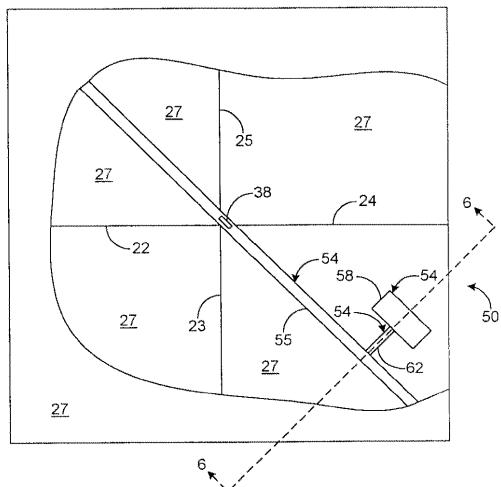
【図2】



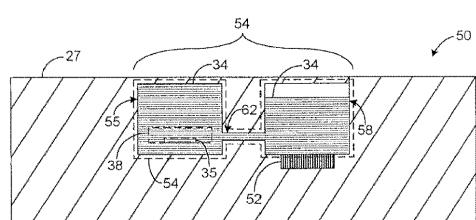
【図4】



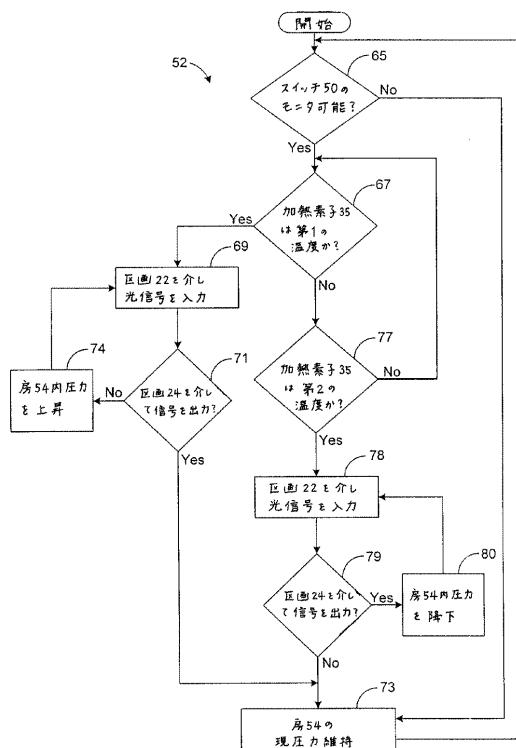
【図5】



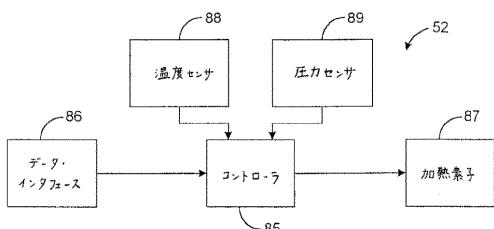
【図6】



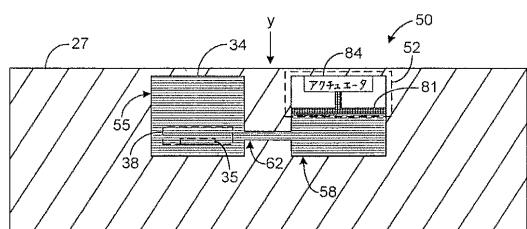
【図7】



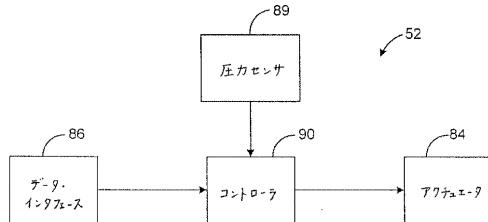
【図8】



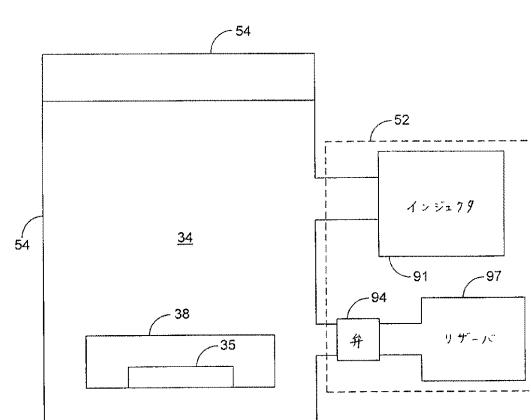
【図9】



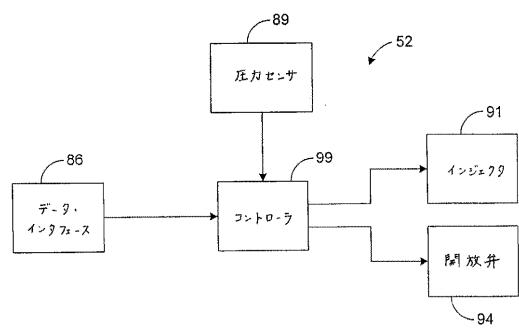
【図10】



【図11】



【図 1 2】



フロントページの続き

(72)発明者 ステファノ・スチアフィーノ
アメリカ合衆国カリフォルニア州メンロパーク チェスター ストリート227
(72)発明者 マーク・トロール
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト マグノリア ドライブ3881
(72)発明者 デール・ダブリュ・スクローダー
アメリカ合衆国カリフォルニア州スコットヴァレイ タッカー ロード1555

審査官 山本 貴一

(56)参考文献 特開平04-264415(JP,A)
特開昭61-209415(JP,A)
特開平05-289006(JP,A)
米国特許第5732168(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/12, 26/00, 26/08

B81B 3/00

B81C 1/00

JSTPlus(JDreamII)

JST7580(JDreamII)