

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-194415  
(P2014-194415A)

(43) 公開日 平成26年10月9日(2014.10.9)

(51) Int.Cl.

G O 1 R 31/26 (2014.01)

F 1

G O 1 R 31/26

H

テーマコード(参考)

2 G O O 3

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2014-49579 (P2014-49579)  
 (22) 出願日 平成26年3月13日 (2014.3.13)  
 (31) 優先権主張番号 61/789, 203  
 (32) 優先日 平成25年3月15日 (2013.3.15)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 508205349  
 センサーナ テクノロジーズ マサチュー  
 セツ インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国 マサチューセツ州 O  
 2703 アテルボロ プレザント スト  
 リート 529  
 (74) 代理人 100098497  
 弁理士 片寄 恒三  
 (72) 発明者 クリストファー エー ロペス  
 アメリカ合衆国 85086 アリゾナ州  
 フェニックス 第30ドライブ 355  
 14 エヌ

最終頁に続く

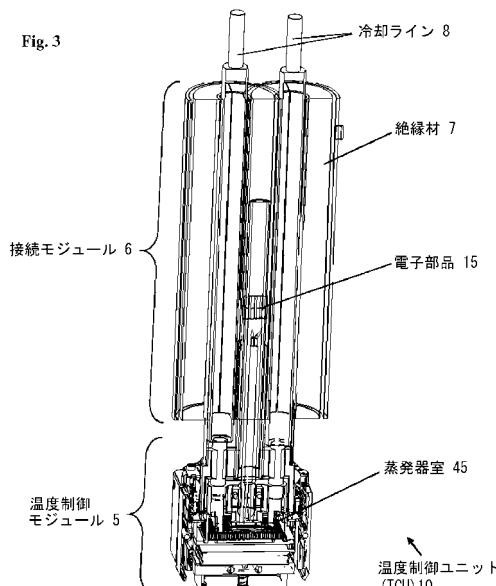
(54) 【発明の名称】直接噴射相転移温度制御システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】被測定装置の適切な温度制御を実現する温度制御ユニットを提供する。

【解決手段】被測定装置(D U T)の温度を制御するための温度制御ユニット(T C U)10は、冷媒入口および冷媒出口を有して構成される、温度制御ユニット(T C U)10に配置された密封の蒸発器室(気化チャンバー)45と、被測定装置と熱的に結合され、かつ熱を蒸発器室(気化チャンバー)45に伝導するように構成された少なくとも1つの面を含む。

【選択図】図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

被測定装置（DUT）の温度を制御する温度制御ユニット（TCU）であって、  
冷媒入口および冷媒出口を有して構成された密封の蒸発室と、  
前記被測定装置と熱的係合のため、かつ前記蒸発室に熱を伝導するように構成された少なくとも1つの面と、を含む温度制御ユニット。

**【請求項 2】**

前記蒸発室は、冷却板アセンブリの中に配置される、請求項1に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 3】**

前記冷却板アセンブリは、ボディと、当該ボディに搭載された伝達板とを含む、請求項2に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 4】**

前記冷却板アセンブリは、前記ボディと前記伝達板との間に配置されるシールを含む、請求項3に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 5】**

前記伝達板は、熱を前記試験装置から冷媒に伝達するように構成される、請求項3に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 6】**

前記伝達板は、前記伝達板と冷媒との間に効率的な熱交換を提供するための特徴を含む、請求項5に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 7】**

温度制御ユニットはさらに、少なくとも1つの熱電気クーラー（TEC）を含む、請求項1に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 8】**

温度制御ユニットはさらに少なくとも1つの台座搭載板を含む、請求項1に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 9】**

前記少なくとも1つの台座搭載板はセンサアセンブリのための搭載を含む、請求項1に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 10】**

前記センサアセンブリは、デバイスアダプタのための搭載をさらに含む、請求項1に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 11】**

前記デバイスアダプタは、前記被測定装置からの熱伝達のために構成される、請求項10に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 12】**

少なくとも1つのヒーターをさらに含む、請求項1に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 13】**

前記少なくとも1つのヒーターは、抵抗素子を含む、請求項12に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 14】**

温度制御ユニットは、R404aおよびR134a冷媒のうちの少なくとも1つと共に使用するために構成される、請求項1に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 15】**

温度制御ユニットはさらに、伝達板、熱電気クーラー、台座搭載板およびセンサアセンブリのうちの少なくとも1つの表面に配置される熱伝達材料を含む、請求項1に記載の温度制御ユニット（TCU）。

**【請求項 16】**

10

20

30

40

50

温度制御ユニットはさらに、少なくとも1つの温度センサを含む、請求項1に記載の温度制御ユニット(ＴＣＵ)。

【請求項17】

温度制御ユニットはさらに、少なくとも1つの湿度センサを含む、請求項1に記載の温度制御ユニット(ＴＣＵ)。

【請求項18】

半導体装置の熱応答を試験する試験システムであって、

半導体の温度を制御する温度制御ユニット(ＴＣＵ)であって、当該ユニットは、配置された密封の気化チャンバーを含み、当該気化チャンバーは、冷媒入口および冷媒出口をもって構成され、前記ユニットは、半導体装置の熱的に係合しかつ前記気化チャンバーに熱を伝導するように構成された少なくとも1つの面を含む、前記温度制御ユニット(ＴＣＵ)と、

制御信号を受け取り、前記制御信号に従って前記温度制御ユニット(ＴＣＵ)の動作を制御するコントローラと、を含む試験システム。

【請求項19】

前記制御信号は、ユーザーインターフェイスおよび温度制御ユニット(ＴＣＵ)のセンサのうちの1つによって提供される、請求項18に記載の試験システム。

【請求項20】

前記コントローラは、機械可読媒体に記憶された機械実行可能な命令を実行するように構成され、前記命令は、前記動作を制御する、請求項18に記載の試験システム。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

ここで開示される発明は、半導体試験ハードウェアに関し、特に、半導体装置を試験するための冷却システムに関する

【関連技術】

【0002】

世界がますます半導体テクノロジーに依存するにつれ、半導体構成部品の故障が大きな懸念である。半導体装置の試験は、ますます重要である。より具体的には、新しい設計が効率良く欠陥を克服できるように、半導体装置の故障モードを学習することが特に望ましい。残念ながら、多くの試験装置は、被測定装置の適切な温度制御を提供せず、それゆえ、現在の試験プロトコルは効果が限られている。

【0003】

このように、必要とされるのは、半導体装置の試験を向上させるための方法および装置である。

【発明の概要】

【0004】

ひとつの実施例では、被測定装置(ＤＵＴ)の温度を制御するための温度制御ユニット(ＴＣＵ)が開示される。装置は、冷媒入口および冷媒出口を有して構成される、ユニット内に配置される封止された蒸発室(気化チャンバー)と、被測定装置の熱係合のためのかつ蒸発室に熱を伝導するために構成される少なくとも1つの表面とを含む。

【0005】

ひとつの実施例では、蒸発室は冷却板アセンブリの中に配置され、冷却板アセンブリはボディおよびボディに搭載された伝達板を含むことができ、冷却板アセンブリは、ボディと伝達板の間に配置された封止を含むことができ、伝達板は試験装置から冷媒へ熱を伝達するように構成され得る。いくつかの実施例では、ＴＣＵは少なくとも1つの熱電気クーラー(ＴＥＣ)を含む。いくつかの実施例では、ＴＣＵは少なくとも1つの台座搭載板を含み、少なくとも1つの台座搭載板は、センサアセンブリのための搭載(マウント)を含むことができる。いくつかの実施例では、センサアセンブリはさらにデバイスアダプタの

ための搭載（マウント）を含む。いくつかの実施例では、センサアセンブリはさらにデバイスアダプタのマウントを含み、デバイスアダプタは、被測定装置からの熱伝導のために構成され得る。いくつかの実施例では、TCUは少なくとも1つのヒーターを含み、少なくとも1つのヒーターは抵抗素子を含むことができる。いくつかの実施例では、TCUは、R404aおよびR134aの冷媒のうちの少なくとも1つと共に使用するために構成される。いくつかの実施例では、TCUは、伝達板、熱電気クーラー、台座搭載板およびセンサアセンブリのうちの少なくとも1つの表面上に配置される熱伝達材料を含む。いくつかの実施例では、TCUは、少なくとも1つの温度センサおよび／または少なくとも1つの湿度センサを含む。

## 【0006】

10

別の実施例では、半導体装置の熱応答を試験するための試験システムが提供される。試験システムは、半導体装置の温度を制御するための温度制御ユニットであって、当該ユニットは、その内部に配置される、冷媒入口および冷媒出口を有して構成される蒸発チャンバーを含み、前記ユニットは、半導体装置の熱係合のための、かつ熱を前記蒸発チャンバーに伝えるよう構成される少なくともひとつの表面を含む、温度制御ユニットと、制御信号を受け取り、当該信号に応じて温度制御ユニット（TCU）の動作を制御するためのコントローラとを含む。

## 【0007】

20

試験システムのいくつかの例では、制御信号は、ユーザーインターフェイスおよび温度制御ユニット（TCU）のセンサのうちの1つによって提供される。試験システムのいくつかの例では、コントローラは、機械可読媒体に記憶される機械実行可能命令であって、動作を制御するための命令を実行するために構成される。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0008】

本発明の特徴および利点は、添付図面と併せて以下の説明から明らかになる。

## 【0009】

【図1】図1は、小型の装置の熱試験のための温度制御ユニット（TCU）を示す概要図である。

## 【0010】

30

【図2A】図2Aは、ここではまとめて図2として呼ばれ、図1の温度制御ユニット（TCU）の斜視図である。

【図2B】図2Bは、ここではまとめて図2として呼ばれ、図1の温度制御ユニット（TCU）の斜視図である。

## 【0011】

【図3】図3は、図1および図2の温度制御ユニット（TCU）の切取斜視図である。

## 【0012】

【図4】図4は、図1、図2および図3の温度制御ユニット（TCU）用の温度制御組み立てユニットの切取斜視図である。

【図5】図5は、図1、図2および図3の温度制御ユニット（TCU）用の温度制御組み立てユニットの切取斜視図である。

## 【0013】

40

【図6】図6は、図4および図5の温度制御組み立てユニットで使用される温度制御頭部の分解立体図である。

## 【0014】

【図7】図7は、図6の温度制御頭部用のハウジングの分解立体図である。

## 【0015】

【図8A】図8Aは、ここでは総称して図8として呼ばれ、図6の温度コントロールヘッドの底面斜視図である。

【図8B】図8Bは、ここでは総称して図8として呼ばれ、図6の温度コントロールヘッドの底面斜視図である。

50

## 【0016】

【図9】図9は、図1、図2および図3の温度制御ユニット(TCU)用のコントローラの例示的な実施例を示す。

## 【0017】

【図10】図10は、図1、図2および図3の温度制御ユニット(TCU)を使用するためのシステムの構成要素に関するフローチャートである。

## 【0018】

【図11】図11は、図10のシステムの性能を示すグラフである。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0019】

10

ここで開示されるのは、試験装置の温度を制御するための方法および装置である。特に、ここで開示される方法および装置は、試験中に半導体装置の温度(すなわち、熱的な状態)を制御することに特に有用である。従って、ここで論じられる例示的な実施例は、半導体装置に関して示される。しかしながら、これは、ここでの教示を限定するものと解釈されるべきではない。すなわち、ここで開示される技術は、温度条件の制御が望まれる、あらゆるタイプの小型装置に同じように良く適応され得る。

## 【0020】

20

ここで、温度制御ユニット(TCU)10の態様が示される図1を参照されたい。使用中、温度制御ユニット(TCU)10は、冷却ループ9内の構成要素とのインターフェイスを保持する。冷却ループ9は、凝縮器や圧縮機等の構成要素を含む。冷却ループ9の他の構成要素は、熱制御ユニット(TCU)10の外部または内部に含まれ得る。加えて、温度制御ユニット(TCU)10は、被測定装置(DUT)12とのインターフェイスを保持する。同様に、被測定装置(DUT)12は、ソケット14および/またはプリント回路基板(PCB)16に結合され得る。ソケット14および/またはプリント回路基板(PCB)16は、概して、被測定装置(DUT)12から外部試験装置(図10に以下で示される)への通信を提供する。例示的な外部試験装置は、オシロスコープ、電源供給、電圧計などの試験装置を含む。

## 【0021】

30

“冷却ループ”という用語は、概ね、温度制御ユニット(TCU)10の外側にあり、かつ、気体冷却サイクルを支える構成要素を指すものと認識される。より具体的に言えば、従来の“冷却ループ”的少なくともいくつかの構成要素は、温度制御ユニット(TCU)10の内部に配置され得る。従って、冷却ループという用語は、冷却を引き起こす全ての構成要素が温度制御ユニット(TCU10)の外側にあることを必要とすると解釈されるべきではない。

## 【0022】

40

概して、被測定装置(DUT)12は、試験に適したあらゆるタイプの装置を含む。被測定装置(DUT)12の例示的な実施例は、全ての種類の集積回路を含む。概して、被測定装置(DUT)12の試験のための温度制御ユニット(TCU)10の使用は、伝達の態様によってのみ限定される。より具体的には、一例ではあるが、温度制御ユニット(TCU)10の使用は、その能力により、温度制御ユニット(TCU)10を被測定装置(DUT)12に熱的にインターフェイスすることに限定され得るのみである。

## 【0023】

ここで、温度制御ユニット(TCU)10の実施例の斜視図である、図2Aおよび図2Bを参照されたい。この例では、温度制御ユニット(TCU)10は、概して、縦軸Aを中心とした長楕円形の装置である。任意に、温度制御ユニット(TCU)10は、2つの構成要素に分割されるものとして考えられ得る。第1の構成要素は、接続モジュール6として参照される。第2の構成要素は、温度制御モジュール5として参照される。

## 【0024】

50

概して、接続モジュール6は、冷却ライン8(入口ラインおよび出口ライン)を含む。さらに、温度制御ユニット(TCU)10は、少なくとも1つの空気ライン11を含むこ

とができる。図3にも示されるように、接続モジュール6は、絶縁材7を含むことができる。絶縁材7は、冷却ライン8を取り囲むように配向され、熱的な性能を維持することができる。接続モジュール6は、電子部品15を含むことができる。概して、電子部品15は、温度制御モジュール5と通信する。

#### 【0025】

概して、温度制御モジュール5は、被測定装置(DUT)12を加熱するための構成要素と、被測定装置(DUT)12を冷却するための構成要素とを含む。温度制御モジュール5はさらに、被測定装置(DUT)12の温度を感知するための感知構成要素を含む。

#### 【0026】

ここで、温度制御モジュール5の例示的な実施例の断面が示される図4および図5も参考されたい。例示的な実施例の構成要素は、入口46および出口47を含む。入口46は、冷却ループ9から圧縮された冷媒を受け取り、かつ、蒸発室45(ここでは蒸発器とも呼ばれる)へ冷媒を分配する。入口46は、冷媒を分配するための少なくとも1つのノズル(図示せず)を含むことができる。

#### 【0027】

液体および蒸気は、蒸発室45から出口47を介して熱を運び去る。通常、蒸発器室45は伝達板56を含む。伝達板56は、入口46からの冷媒が大きな表面積上に分配されるような特徴を含み、結果として効率の良い熱交換を生じさせる。例示的な特徴は、複数の上方へ延在するフィンガー(図の通り)、フィン、リッジ、ワイヤ、または他の熱伝導性の構成要素を含む。

#### 【0028】

また、温度制御モジュール5は、バージ空気入口51を含むことができる。バージ空気入口51には、空気ライン11を介して乾燥した空気の供給が供給され得る。概して、バージガス(例えば、空気、または窒素等)が、凝結を制限するために温度制御ユニット(TCU)10へ供給され得る。凝結(霜の集合)を防ぐのに使用されるとき、バージガスは、通常、バージガスに晒される最も冷たい表面の露点より低い露点を維持する。いくつかの実施例では、露点は、およそ摂氏-40度から摂氏-55度より低く維持され、これは、台座末端への冷却板のための動作温度である。

#### 【0029】

概して、バージガスは、バージガスが自由に流れる方法でこれらの冷たい表面上を通過するように供給される。バージガスへ過度な熱伝達を引き起こさずに最小の圧力降下が生じるように、流れが供給され得る。いくつかの実施例では、バージガスは、閉ループ内を循環される。いくつかの実施例では、バージガスは、より低い位置(例えば、下方のソケットの結合部におけるすき間等)で放出される。概して、バージガスの態様はコントローラ(例えば、図9に示されるコントローラ)によって制御される。

#### 【0030】

システム設計者は、システム設計の他の態様を検討する場合にバージガスの使用を説明してもよい。例えば、バージガスの熱伝達は、使用される絶縁材7の量の削減を提供することができる。従って、バージガスの使用は、温度制御ユニット(TCU)10のためのより小さな設計に役立つ。

#### 【0031】

概して、冷却板アセンブリ55は、実質的に封止された蒸発器室45の実施例を提供するためには必要な、伝達板56およびその他の構成要素を含むアセンブリである。冷却板アセンブリ55は、伝達板56が搭載されるボディ52を含む。ガスケット、封止リングまたはその他のタイプの封止がボディ52と伝達板56との間に配置され、蒸発器室が実質的に密封された状態であることを保証する。

#### 【0032】

温度制御モジュール5はさらに、熱電気クーラー(TEC)43を含むことができる。ここに示される実施例では、熱電気クーラー(TEC)43は平面的な形態である。この例では、熱電気クーラー(TEC)43は、冷却板アセンブリ55の伝達板56と熱的に

10

20

30

40

50

接触する。同様に、熱電気クーラー(TEC)43は、台座搭載板57と熱的に接触する。いくつかの実施例では、熱電気クーラー(TEC)43は、温度制御モジュール5に含まれない。その他の実施例では、熱電気クーラー(TEC)43の更なる例は、温度制御モジュール5に含まれる。

#### 【0033】

ここに示される実施例では、台座搭載板57は、二重の目的を果たす。つまり、台座搭載板57は、冷却板55を取り囲むハウジングに対するベースを提供する。さらに、台座搭載板57は、少なくとも1つのヒーター42を含む。少なくとも1つのヒーター42は、抵抗素子を含むことができる。加熱を提供するためのその他の構成要素が抵抗素子の代わりに含まれ、または提供され得る。いくつかのその他の実施例では、少なくとも1つのヒーター42は含まれない。いくつかのさらなる実施例では、少なくとも1つのヒーター42は、台座搭載板57から分離して組み入れられるか、図示されるものと異なる構成で組み入れられる。

10

#### 【0034】

台座搭載板57は、貫通経路(図示せず)を含むことができる。貫通経路は、センサーセンブリ59との電気的な接続を提供するために含まれ得る。概して、センサーセンブリ59は、被測定装置(DUT)12と熱的に接触し、かつ被測定装置(DUT)12の温度を感知するように構成される。感知装置に加えて、センサーセンブリ59は、被測定装置(DUT)12に効率的な熱伝達を提供する材料から成る構成要素を含むことができる。

20

#### 【0035】

ここで説明される通り、“上(above)”または“下(below)”等の配向についての用語は、比較的任意であることが留意されるべきである。概して、ここでの説明は、温度制御ユニット(TCU)10の温度制御モジュール5が接続モジュール6の“下”に配向される図1、図2および図3に示される配向に関連する。しかしながら、そのような用語は、単に慣習および説明のために使用される。例えば、温度制御ユニット(TCU)10が、横向きで、反転されて、または適切だと思われるようなその他の配向で動作され得ることが認識されるべきである。

#### 【0036】

ここで、図6を参照すると、温度制御モジュール5の構成要素がより詳細に示されている。この図では、温度コントロールヘッド60が分解立体図で示される。概して、温度コントロールヘッド60は、温度制御を提供する温度制御ユニット(TCU)10の構成要素を含む。より具体的には、温度コントロールヘッド60は、冷却板アセンブリ55、熱電気クーラー(TEC)43および台座搭載板57(台座搭載板57の中に配置される少なくとも1つのヒーター42を含む)を含む。さらに温度コントロールヘッド60は、少なくとも1つのセンサを含むことができる。例えば、温度コントロールヘッド60は、冷却板サーモスタッフ61を含むことができる。

30

#### 【0037】

図7を参照すると、これはハウジング70の分解立体図を描いている。概して、ハウジング70は、一体型のケースおよびネジアセンブリ72を含む。ケースおよびネジアセンブリ72は、ハードストップ73を含むことができる。一旦、温度コントロールヘッド60がケースおよびネジアセンブリ72内で配向されると、調整ハンドル54が、温度コントロールヘッド60の周りで下方にネジ回しされ、ケースおよびネジアセンブリ72へネジ止めされ得る。それゆえ、組み立てられたとき、温度コントロールヘッド60は、ハウジング70内で機械的に固定される。調整ハンドル54は、調整可能なハードストップ75の付加によって適切な場所にロックされ得る。概して、調整可能なハードストップ75は、調整ハンドル54をケースおよびネジアセンブリ72にロックするための、少なくとも1つのブラケットおよび少なくとも1つのボルトを含み得る。この例では、少なくとも1つのボルトは、調整ハンドル54の周辺のボルト孔を貫通して、ハードストップ73の中へ固定される。

40

50

## 【0038】

図8を参照すると、温度制御モジュール5の底面が示される。図8Aに見られ得るよう に、台座搭載板57は、デバイスアダプタ81を搭載するための複数の搭載の特徴を含むことができる。概して、温度制御ユニット(TCU)10には、複数のデバイスアダプタ81が用意され得る。例えば、デバイスアダプタ81の各1つは、特定の被測定装置(DUT)12との効率的な熱交換のために構成され得る。

## 【0039】

概して、各デバイスアダプタ81(および、温度コントロールヘッド60の他の構成要素)は、熱容量(温度の動作範囲にわたるもの)、剛性、入手性、耐久性、コスト等に配慮する材料から構成される。いくつかの実施例では、アルミニウムが、温度コントロールヘッド60およびデバイスアダプタ81の各自での使用を目的とした適切な材料として選択される。

10

## 【0040】

熱ペーストなどの熱伝達媒体は、適切と思われる所にどこでも配置され得る。熱伝達媒体の他の実施例が使用されても良い。例えば、熱インターフェイス媒体が使用され得る。ある実施例では、熱ペーストは、温度コントロールヘッド60の中の構成要素の1つ1つの間に配置される。熱ペーストは、デバイスアダプタ81と台座搭載板57とセンサーアセンブリ59との間に配置され得る。熱伝達媒体は、性能(熱伝導性)、入手性、適用の容易さ、長寿命、メンテナンスの必要性、ユーザー性能を考慮して、その他の類似基準に従い、選択され得る。

20

## 【0041】

図9を参照すると、コントローラ100の例示が提供される。この例示的な実施例では、コントローラ100は、ラックに取り付けられた装置(ラックマウントユニット)として構成され得る。コントローラ100は、冷却ループ9の残りの構成要素を含むことができる。例えば、コントローラ100は、複数のファン、コンプレッサ、凝縮装置、および他のそのような構成要素を含むことができる。加えて、コントローラ100は、適切な電源供給と、センサーアセンブリ59の出力を監視するための監視装置とを含むことができる。それに応じて、コントローラ100は、少なくとも1つのインターフェイス(図示せず)を含むことができる。少なくとも1つのインターフェイスは、例えば、パーソナルコンピュータ、ネットワーク等とのインターフェイスであり得る。コントローラ100は、乾燥空気の供給のような他の構成要素との接続を含むことができる。

30

## 【0042】

図10を参照すると、例示的な試験システム500を描くフローチャートが提供される。試験システム500では、コントローラ100は、ユーザーインターフェイス101を介してユーザーによって命令される。それに応じて、コントローラ100は、冷却ループ9、乾燥空気供給105および温度制御ユニット(TCU)10を制御する。温度制御ユニット(TCU)10は、被測定装置(DUT)12と熱的に結合される。加えて、この実施例では、コントローラ100は、試験装置106とインターフェイスされる。試験装置106は、試験中に、被測定装置(DUT)12の性能の監視および制御のうちの少なくとも1つのために使用される。つまり、試験装置106は、被測定装置(DUT)12の出力信号の監視を提供し、さらに被測定装置(DUT)12への入力信号の制御を提供することができる。

40

## 【0043】

従って、コントローラ100およびユーザーインターフェイス101のうちの少なくとも1つは、被測定装置(DUT)12の試験を実施するための命令を含むことができる。命令は、機械可読媒体に記憶される機械実行可能な命令を含むコンピュータプログラム製品として提供され得る。機械可読媒体は、例えば、ハードドライブ、光学ドライブ等の不揮発性ストレージを含むことができる。命令は、遠隔システム(図示せず)から、コントローラ100および/またはユーザーインターフェイス101のメモリへロードされ得る。慣習上、試験を実施するための命令は、ここでは、“ソフトウェア”として参照され、

50

かつ、必要または適切と思われる更なる命令を含み得る。例えば、ソフトウェアは、ユーザーインターフェイス、出力、伝達および試験を実施することに関連するその他のタスクを提供するための命令を含み得る。

#### 【0044】

概して、ソフトウェアは、試験され得る装置の構成のための選択された性能パラメータの所望の値を含むテーブルのようなデータテーブルを含むことができる。ソフトウェアは、データロギングの特徴を含むことができる。例えば、ソフトウェアは、複数の温度制御ユニット（TCU）10、各々のデバイスアダプタ81等の性能を監視するために構成され得る。

#### 【0045】

ソフトウェアは、必要に応じてロジックを含むことができる。例えば、ソフトウェアは、装置性能の結果として与えられた試験手順を開始することができる。さらに、ソフトウェアは、予め決められた試験手順に従い、または試験中に収集された性能データの結果を受けて、加熱、冷却、印加電圧等の調整を提供することができる。

#### 【0046】

図11は、試験システム500の例示的な動作領域を示す。提供されたグラフでは、達成可能な目標温度領域が、右の最大冷却限界曲線および左の最大加熱曲線に示される。

#### 【0047】

温度制御システム（TCU）10と、コントローラ100と、コントローラ100に温度制御システム（TCU）10を実行させるための試験システム500との態様をこのように記載してきたが、さらなる実施例の態様がここで紹介される。

20

#### 【0048】

概して、温度制御ユニット（TCU）10、コントローラ100および試験システム500に含まれる構成要素の物理的な大きさは、性能だけでなくユーザーのニーズによっても制限される。あらゆる特定の構成要素が前述の記載で述べられた通りに提供される必要はない。例えば、コンプレッサはコントローラ100に含まれる必要はない。実際は、冷却ループ9の構成要素（つまり、温度制御ユニット（TCU）10に含まれない冷却構成要素）は、完全に、コントローラ100から分離され得る。

#### 【0049】

さらに、冷却ループ9は、適切と判断される追加の構成要素を含むことができる。例えば、追加のコンプレッサ、ファン、蒸発器、ホース、バルブ、線乾燥器、フィルタ等が含まれ得る。概して、冷却ループ9は、容易に入手できる冷媒で動作している。例えば、冷却ループ9は、R404a、R134aまたはその他のタイプの冷媒で動作され得る。冷却ループ9の動作は、独立した制御システムまたはコントローラ100によって監視および制御され得る。

30

#### 【0050】

概して、温度制御モジュール5（すなわち、ハウジング70とその中の温度コントロールヘッド60）は、容易に、組み立てられまたは分解され得る。簡単な設計および構造は、構造的な分解をせずに、個々の構成要素のメンテナンスを容易にする。

40

#### 【0051】

温度制御モジュール5は、適切と判断される追加のセンサおよび制御（図示せず）を含むことができる。例えば、追加の温度センサが、温度制御モジュール5内に含まれ得る。追加の温度センサは、例えば、温度制御ユニット（TCU）10の性能に関する追加の情報を提供することができ、それによって、被測定装置（DUT）12とのインターフェイスでの温度プロファイルの制御を高めることができる。他の例としては、ヒーター42の抵抗素子の電気的性能が監視され得る。冷媒の流速は、流れ制御バルブ等によって制御され得る。温度制御モジュール5は、少なくとも1つのファン、空気の通気孔等のような追加の構成要素を含むことができる。湿度センサが周囲の湿気を監視するために含まれても良い。

#### 【0052】

50

例えば、温度センサおよび湿度センサのようなセンサは、蒸発器へ展開されてもよい。温度センサ（例えば、R T D、サーミスタ、熱電対）は、被測定装置（D U T）1 2の表面温度を測定するために使用され得る。ハウジング7 0は、温度センサを含むことができる。予備のヒーターがハウジング7 0の中に含まれ得る。追加の熱電気装置または同様の他の（例えば、熱イオン）装置が含まれても良い。

#### 【0 0 5 3】

ハウジング7 0は、適切な電気部品を含むことができる。例えば、熱電気クーラー（T E C）4 3および／またはヒーター4 2がハウジング7 0に搭載されるときにプラグインできるように、ハウジングは、電気的接続を含むことができる。

#### 【0 0 5 4】

温度制御ユニット（T C U）1 0は、高度な性能および制御を提供するよう調整され得る。例えば、被測定装置（D U T）1 2を冷却する（温度を下げる）ために、熱交換経路が被測定装置（D U T）1 2から蒸発室4 5へ引かれる。同様に、被測定装置（D U T）1 2を加熱する（温度を上げる）ために、熱交換は、ヒーター4 2から被測定装置（D U T）1 2へ流れなくてはいけない。これらの特定の構成要素の後者の機能性によって位相変化サブシステムは、主にD U Tの冷却モードの動作中間に、使用ポイントへの冷えた冷媒供給を提供することのみで入り込むことができる。加熱動作中には、位相変化サブシステムは最小限で動作するように調整されることがある。

#### 【0 0 5 5】

従って、T C Uは、ユーザーに装置の熱的な試験をするシステムを提供する。熱的な試験の能力は、被測定装置（D U T）1 2を、特定の装置のサイズおよび定格にとって望ましい設定目標温度、望ましい温度の傾斜率、望ましい熱流速にさらすことを含む。

#### 【0 0 5 6】

本技術は、半導体テストハードウェアのために典型的に実施される冷却システムの複雑さを直接的に簡単にする。従来の冷却システムと比べると、ここで開示される技術は、一次冷却剤のための典型的な冷却、廃熱ならびに温度制御をするであろう二次冷却剤の必要性（すなわち、冷蔵室や冷却装置等）を排除する。これらのシステムは冷たいおよび熱い冷却剤の双方の温度制御を提供できるのに対し、冷媒のみの冷却剤は、冷却のレベルを提供するだけである。

#### 【0 0 5 7】

ここでの教示はまた、特殊な熱伝達流体や関連する特定の冷却装置および構成要素の手段を使用せずに、最も標準的な冷却剤を用いて実現され得るよりもはるかに低い冷却剤の温度を提供する。

#### 【0 0 5 8】

また、蒸発器での、冷媒と熱的負荷の間で発生する直接的に濡れたインターフェイスは、たいていの流体を用いて実現され得るよりもはるかに高い熱伝達係数を提供する。このため、熱抵抗が著しく減少され、これにより小型化された構成要素（すなわち、フィン付き熱交換表面）の効果的な使用がさらに可能となり、それによって、半導体試験産業に関連するソケットが搭載されたP C Bのアプリケーションのための、よりいっそう魅力的なコンパクトな試験手段の形成因子が可能である。

#### 【0 0 5 9】

概して、ここで開示される方法および装置は、半導体試験のための直接的な二相の冷却システムを使用し、同様に、非常に低い温温（すなわち、おおよそ摂氏マイナス4 0度）の冷却剤を使用する。

#### 【0 0 6 0】

システムは小型化を提供し、かつ、非常に小型のコンプレッサおよび蒸発器要素を含む。システムは実質的なコンパクト性を示し、かつ、2 - 3 Uの標準のラックケースの形成因子に適合できる。小型の蒸発器の設計は、頭部の外形寸法が6 0 m m × 6 0 m mおよび4 0 m m × 4 0 m mである、標準的な半導体テストソケットの固定器具に適合された。

#### 【0 0 6 1】

10

20

30

40

50

システムは、正確な蒸発器 D U T インターフェイス温度制御を含み、コンプレッサコントローラおよび冷媒循環が主制御システムに直接的に連結される。さらに、システムは、流体システム組み立てに伴う標準的な試験装置に関連する冷却剤漏れのリスクを取り除く。

#### 【 0 0 6 2 】

システムは、迅速なシステム起動領域が可能である。システムは、外部の冷却ユニットを必要とせずに、自給式の熱システムコントローラも含む。熱制御の方法は、加熱中にヒーターの電力の予め決められたパーセンテージまで T E C の電力を減らして、動作中の T E C の寿命を劇的に改善する。さらに、T E C 保持方法の機械的な改善が、T E C の寿命を改善する。

10

#### 【 0 0 6 3 】

半導体試験産業における最先端の温度制御システムは、空気、水、エチレングリコール混合物、およびその他の特殊な熱伝達流体等の冷却剤システムを利用してきました。これらのシステムのほとんどでは、一次冷却流体の温度を二次的に制御するために、冷却装置ユニットが必要とされる。この二次システムを取り除くこと、および一次冷却剤を主な流体として直接的に使用することによって、システムの複雑さは減少されることができ、冷却性能はより効率的に実現することができ、費用の節約が得られることができる。特に、使用される冷却剤は、特殊な二次ハードウェア（すなわち、冷却装置）を用いずに、水、エチレングリコール混合物および同様の熱伝達流体を用いて達せられることができるものより、はるかに低い（すなわち、より冷たい）温度を単独で達成することができる。

20

#### 【 0 0 6 4 】

局所的な温度制御システムを用いる冷媒システムは、蒸発器で結合されたとき、半導体チップ等のデバイスを冷却または加熱するために使用されることがある。標準的な半導体試験状況では、このシステムは、ソケットおよび P C B 環境に直接的に接続される。

#### 【 0 0 6 5 】

冷却システムは、被測定装置（“ D U T ”と呼ばれる）に関連する熱的負荷を受け取る蒸発器へ低温の冷媒を循環させて、小型の空冷式凝縮装置を介してこの負荷を取り除く。

#### 【 0 0 6 6 】

冷却システムは直接的に監視および制御され、かつ、加熱状況（すなわち、D U T の温度の上昇）のために冷媒循環が減少され得、より容易な高温ランプアップを可能にする。

30

#### 【 0 0 6 7 】

ここでの教示の態様を提供するために、様々な他の構成要素は含まれることができ、また、求められることがある。例えば、追加素材、素材の組み合わせおよび／または素材の省略は、ここで教示の範囲内にある別の実施例を提供するために使用され得る。

#### 【 0 0 6 8 】

本発明の要素または本発明の実施例を紹介する際の、冠詞 “ a、 ” “ an、 ” および “ the ” は、ひとつまたは複数の要素があることを意味すると意図される。同様に、形容詞 “ another ” は、要素を紹介するために使用される際には、ひとつまたは複数の要素を意味すると意図される。用語 “ including ” および “ having ” は包括的であることが意図され、列挙された要素以外の追加要素があり得る。

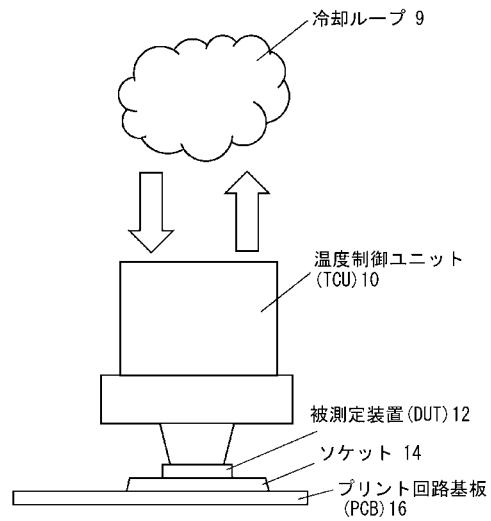
40

#### 【 0 0 6 9 】

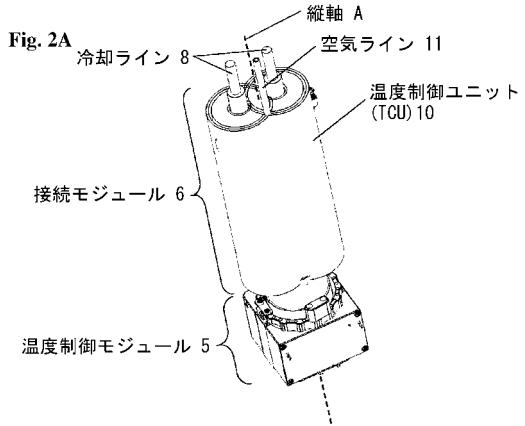
本発明は例示的な実施例を参照して説明されたが、本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更がなされ、また、同等物が本発明の要素の代わりに用いられ得ることが当業者によって理解されるであろう。加えて、多くの改修が、本発明の不可欠な範囲から逸脱することなく、特定の機器、状況または素材を本発明の教示に適応させるために当業者によって理解されるであろう。それゆえ、本発明は、この発明を実施するために熟考された最良の態様として開示される特定の実施例に限定されるのではなく、本願は添付の特許請求の範囲に属する全ての実施例を含むことが意図される。

## 【図1】

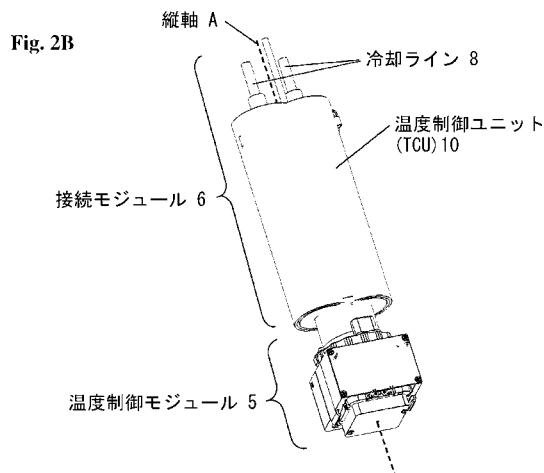
Fig. 1



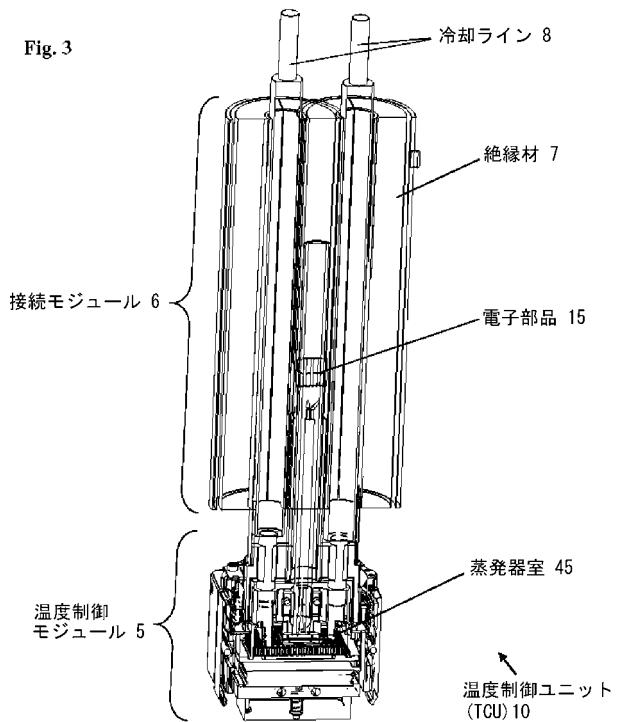
## 【図2A】



## 【図2B】

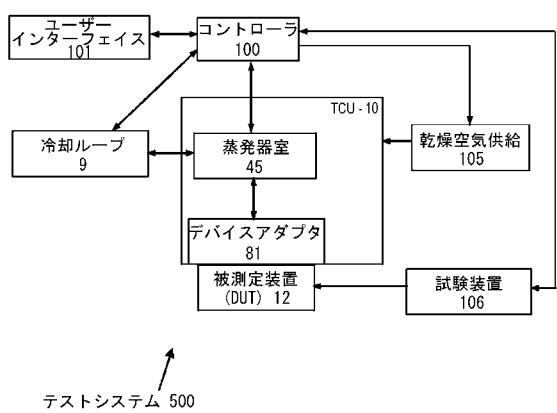


## 【図3】



【図 10】

Fig. 10



【図 11】

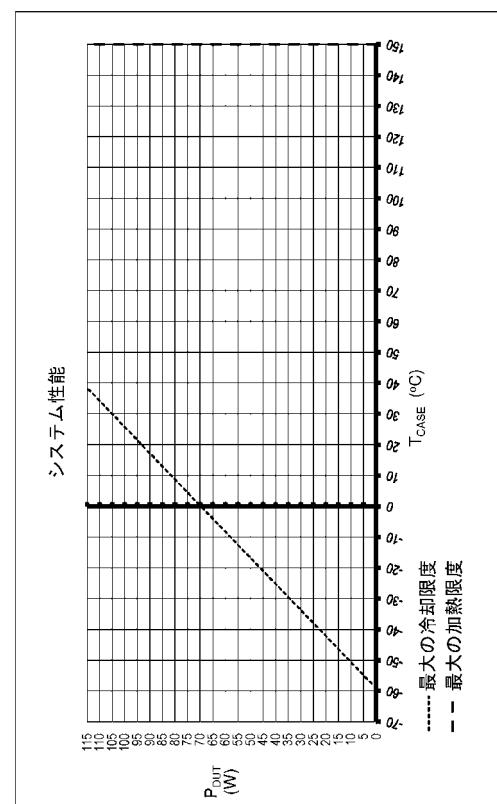
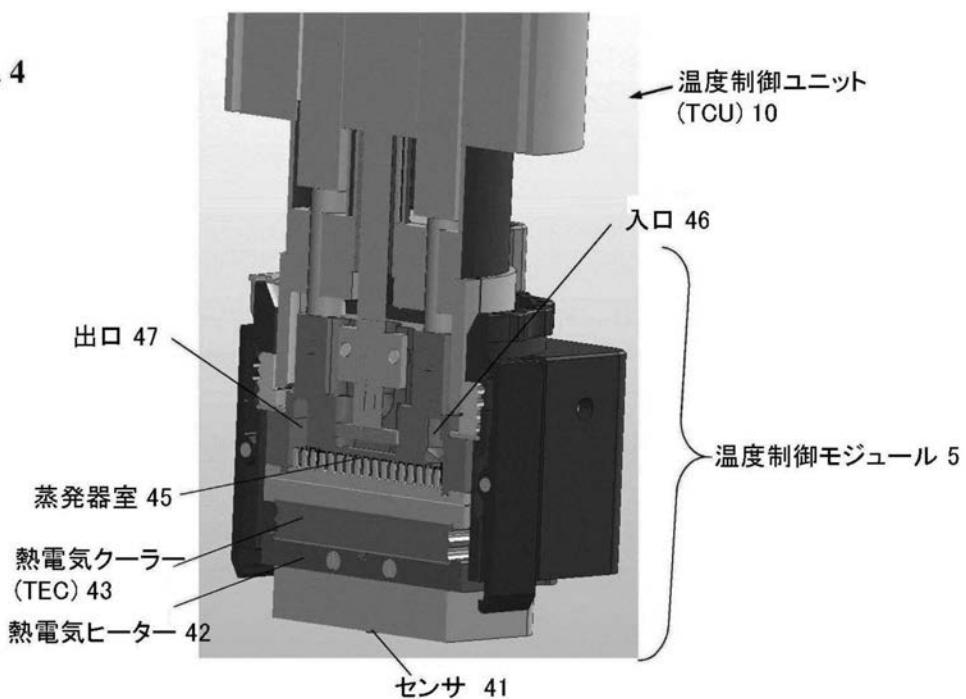


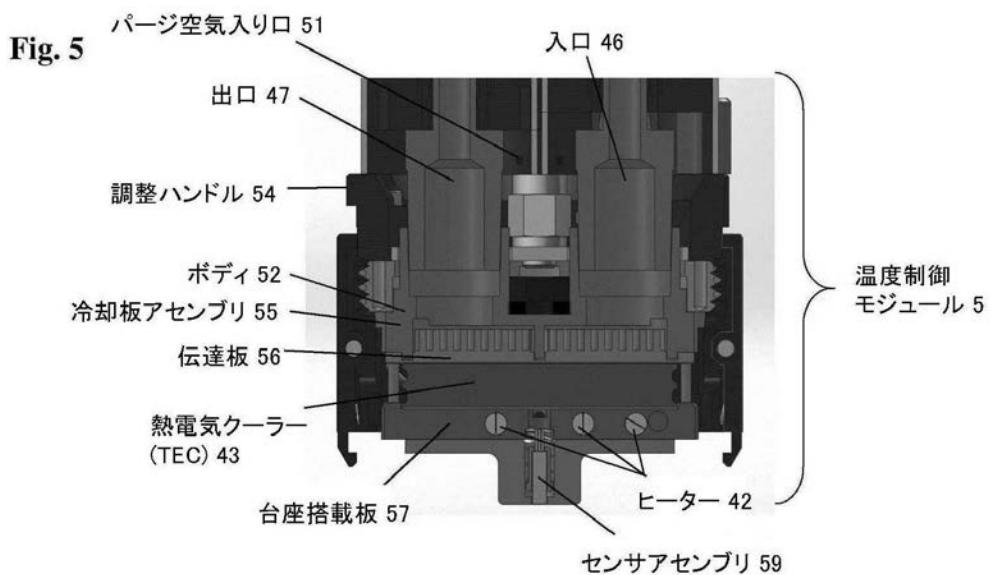
Fig. 11

【図 4】

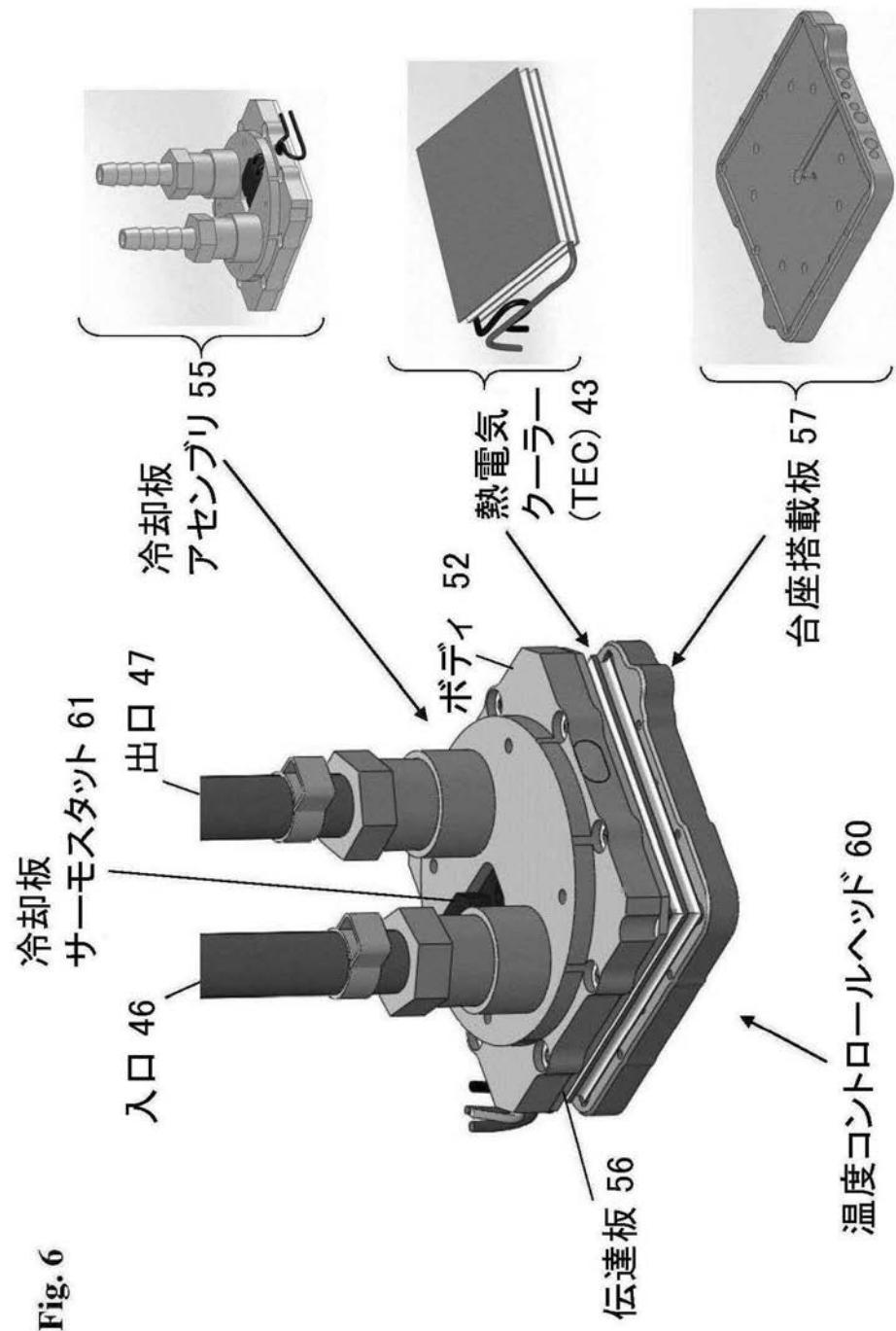
Fig. 4



【図5】



【図6】



【図7】

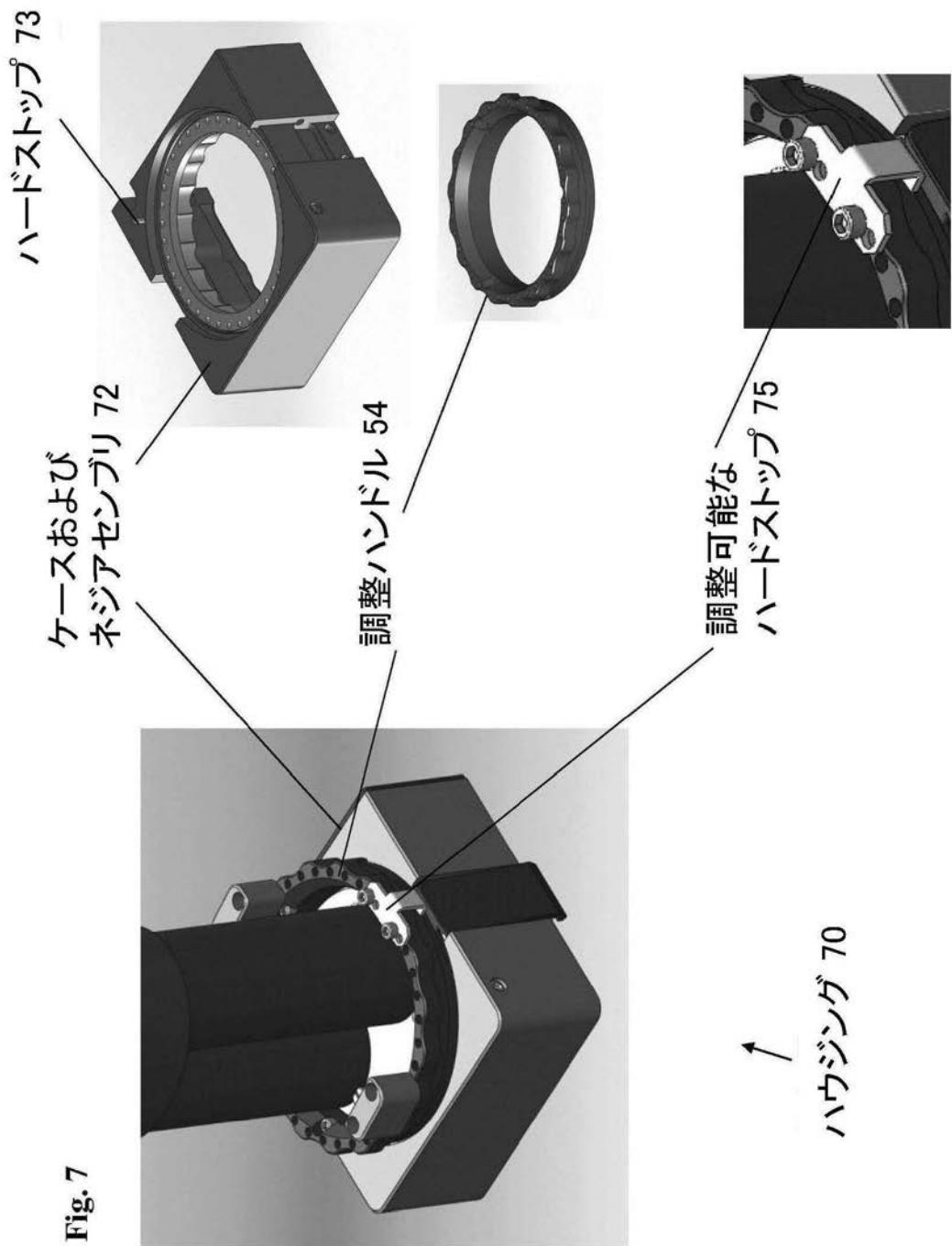


Fig.7

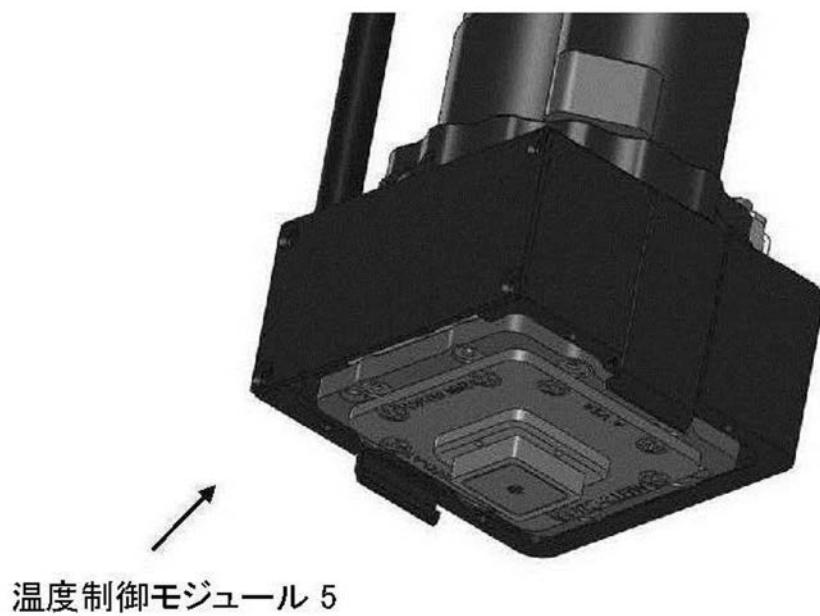
【図 8 A】

Fig. 8A



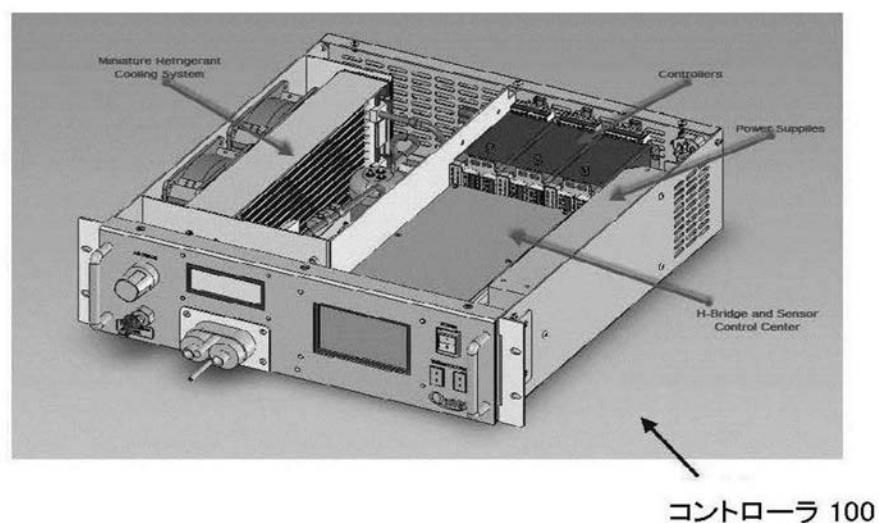
【図 8 B】

Fig. 8B



【図9】

Fig. 9



---

フロントページの続き

(72)発明者 トーマス エフ レムジーク  
アメリカ合衆国 85085 アリゾナ州 フェニックス ヴィア ドナ ロード 2455 ダ  
ブリュー

(72)発明者 リック エー デーヴィス  
アメリカ合衆国 85383 アリゾナ州 ペオリア ローン ツリー トレイル 7034 ダ  
ブリュー

F ターム(参考) 2G003 AA07 AC03 AD03

【外國語明細書】

2014194415000001.pdf