

(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2005-69706

(P2005-69706A)

(43) 公開日 平成17年3月17日(2005.3.17)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 13/00	GO 1 N 13/00	2 F 0 6 5
GO 1 B 11/26	GO 1 B 11/26 H	5 E 3 1 9
HO 5 K 3/34	HO 5 K 3/34 5 1 2 B	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2003-208762 (P2003-208762)	(71) 出願人	000005234 富士電機ホールディングス株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(22) 出願日	平成15年8月26日 (2003.8.26)	(74) 代理人	100088339 弁理士 篠部 正治
		(72) 発明者	渡邊 裕彦 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
		Fターム(参考)	2F065 AA31 BB05 CC26 FF02 FF04 GG02 HH02 HH15 HH17 JJ03 JJ09 SS13 UU01 UU05 5E319 BB05 CC33 CD26 CD53 GG03

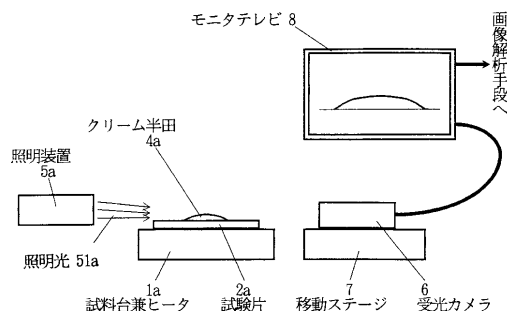
(54) 【発明の名称】 クリーム半田の接触角測定方法及びクリーム半田の接触角測定装置

(57) 【要約】

【課題】 半田の濡れ挙動だけでなくフラックスの濡れ挙動をも観測することができるクリーム半田の接触角測定方法及びその装置を提供する。

【解決手段】 クリーム半田4 aを印刷された試験片2 aを載せられて加熱する試料台兼ヒータ1 aと、クリーム半田4 aとその周辺を照明する集光状態調節可能な照明装置5 aと、移動ステージ7上に搭載されてクリーム半田4 aの状態を撮影する受光カメラ6と、その映像を映し出すモニタテレビ8と、モニタテレビ8の画像から接触角を求める不図示の手段(例えば画像解析手段)と、で構成され、照明装置5 aからの照明光5 1 aの集光状態を調節して、不透明な半田の像と透明または半透明なフラックスの像とを区別させる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

半田粒子及び液状フラックスがペースト状に混合されたクリーム半田を印刷された試験片の熱処理過程における半田及びフラックスの試験片に対する濡れ状態を表す接触角を測定するためのクリーム半田の接触角測定方法であって、  
集光状態の調節が可能な照明手段によってクリーム半田への照明光の集光状態を調節して、不透明な半田の画像と透明または半透明なフラックスの画像とを分離し、半田及びフラックスのそれぞれの接触角を測定することを特徴とするクリーム半田の接触角測定方法。

## 【請求項 2】

半田粒子及び液状フラックスがペースト状に混合されたクリーム半田を印刷された試験片の熱処理工程における半田及びフラックスの試験片に対する濡れ状態を表す接触角を測定するためのクリーム半田の接触角測定装置であって、  
前記試験片を加熱する加熱手段と、  
前記試験片に印刷されたクリーム半田及びその周辺を照明する集光状態の調節可能な照明手段と、  
クリーム半田の熱処理過程における半田及びフラックスの状態を撮像する撮像手段と、  
撮像手段が撮像した画像を映し出すモニタテレビと、  
モニタテレビの画像から接触角を求める接触角測定手段と、  
を備えている  
ことを特徴とするクリーム半田の接触角測定装置。

## 【請求項 3】

前記加熱手段が、線膨張係数が小さく且つ高耐熱性である材料からなる加熱ステージにパルスヒータを組み込んだものである  
ことを特徴とする請求項 2 に記載のクリーム半田の接触角測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

この発明は、電子機器の半田接合プロセスのメカニズムを解明して最適化するために、基板に対する半田及びフラックスの濡れ状態を表す接触角を測定する技術に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

液体の接触角は、一般的には、図 4 に示すような構成の装置を用いて、通常の大気雰囲気内で常温で測定される。

接触角測定装置は、試験片 2 を載せる測定ステージ 1 と、試験片 2 の表面に平行な延長線上の両側に配置された照明装置 5 及び受光カメラ 6 と、受光カメラ 6 の位置を前記延長線上で調節する移動ステージ 7 と、受光カメラ 6 が撮像した画像を映し出し、その画像から接触角を測定するモニタテレビ 8 と、で構成されている。

接触角は以下のようにして測定される。

- 1) 測定ステージ 1 上に試験片 2 を置き、
- 2) 上部からシリンジ 3 を用いて一定量の試料液 4 を試験片 2 上に滴下し、
- 3) 滴下されてティアドロップ状になった試料液 4 に、一方から（図 4 では左側から）照明装置 5 によって照明光 5 1 を照射して、試料液 4 の影を反対側の受光カメラ 6 で撮像し、
- 4) その影の画像をモニタテレビ 8 に映し出して、その画像形状から接触角を求める。

## 【0003】

接触角  $\theta$  と、試験片 2 の表面張力  $\sigma_s$  と、試料液 4 の表面張力  $\sigma_l$  と、試験片 2 及び試料液 4 の界面張力  $\sigma_{s1}$  とは、図 5 に示した関係にあるので、接触角  $\theta$  を求めることによって、試験片と試料液との界面張力等の物性値を算出することができ、シミュレーション等の解析が可能となる。

10

20

30

40

50

しかし、上記のような接触角測定装置の場合には、半田粒子及び液状フラックスがペースト状に混合されたクリーム半田の半田接合過程における接触角を測定することはできない。その理由は、クリーム半田の粘度が高い（ $170 \sim 250 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ）ので、シリンジを用いてクリーム半田を試験片上へ供給することができず、更に、加熱手段をもたないので、半田接合に必要な熱処理過程を模擬することもできないからである。

#### 【0004】

熱処理過程における半田の濡れ挙動を観測するものとしては、特許文献1に開示されている「はんだ濡れ挙動観測方法及びその装置」がある。これは、試験片上に半田粒子を置いて、熱処理する過程で半田がどのように広がるかを上面から観測し、接触角がどのように変わるかを側面から観測する。所定の雰囲気内での挙動を観察する場合には、フラックスや溶剤の蒸気による観測窓の汚染を防止する対策も示されている。

10

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

特開平5-126715号公報

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上記の特許文献1によれば、試験片上に印刷されたクリーム半田の濡れ挙動を観測することはできる。しかし、最近の半田接合技術においては、鉛フリー化の流れによって、共晶組成ではない半田による半田接合技術の開発が必要であり、各種組成の半田粒子と各種組成のフラックスとをペースト状に混合したクリーム半田を試験片上に印刷して、その熱処理過程における濡れ挙動、特に接触角、を観測することが必要となってきた。この場合には、半田の濡れ挙動だけではなく、フラックスの濡れ挙動も重要な情報となる。その理由は、従来の鉛-錫共晶半田の場合には、フラックスが濡れ広がった後で半田が共晶点で溶融して濡れ広がるという単純な濡れ挙動であったが、各種の半田及びフラックスを組み合わせて、所望の半田及びフラックスの組み合わせを見つけ出す過程においては、その組み合わせによって、従来の鉛-錫共晶半田のような単純な挙動を示さず、フラックスの濡れ挙動と半田の濡れ挙動とが全く異なる挙動を示す場合もある。したがって、半田の濡れ挙動だけではなく、フラックスの濡れ挙動をも観測することが必要となってきたのである。

20

#### 【0007】

試験片上に印刷されたクリーム半田の熱処理過程は、図6に示すように、4つの領域に分けることができる。図7は、それぞれの領域におけるクリーム半田の状態の一例をモデル的に示し、(a)は領域I（初期状態）の状態を示す側面図であり、(b)は領域II（溶剤蒸散）の状態を示す側面図であり、(c)は領域III（フラックス濡れ）の状態を示す側面図であり、(d)は領域IV（半田溶融・濡れ）の状態を示す側面図である。

30

領域I（初期状態）は、温度が低く、印刷されたままの状態が維持される領域で、クリーム半田4aが試験片2a上に印刷されたままの状態にある。

#### 【0008】

領域II（溶剤蒸散）は、領域Iより温度が上昇することによって、クリーム半田4a中の溶剤41が蒸発していく領域であるが、形状は殆ど変化しない領域である。温度範囲としては $70 \sim 150$ である。

40

領域III（フラックス濡れ）は、フラックス42が試験片2a上に濡れ広がっていく領域であるが、半田粒子43は固体のままである領域である。この領域から試験片2aに対するフラックス42の濡れ状態を示すフラックス42の接触角の測定が必要となる。図7(c)の状態は、従来の鉛-錫共晶半田のクリーム半田の場合には、この領域の初期状態に近い。

#### 【0009】

領域IV（半田溶融・濡れ）は、フラックス42の濡れ広がりに加えて、半田粒子43が溶融して試験片2a上に濡れ広がっていく領域であり、フラックス42の接触角の測定に

50

加えて、試験片 2 a に対する溶融半田 4 3 a の濡れ状態を示す溶融半田 4 3 a の接触角の測定も必要となる。図 7 ( d ) の状態は、従来の鉛 - 錫共晶半田のクリーム半田の場合には、この領域の初期状態に近く、最終段階には、フラックス 4 2 ははるかに広く濡れ広がり、溶融半田 4 3 a の接触角は図 7 ( d ) の状態よりずっと小さくなる。共晶半田でない場合には、半田の溶融が一定温度では完了せず、ある温度幅を経て完了し、その間に溶融半田 4 3 a の組成が変化するので、溶融半田 4 3 a の濡れ広がり方はいろいろな様相を呈する。

#### 【 0 0 1 0 】

上記の説明から明らかなように、所望の半田接合を得るためには、半田の濡れ挙動だけでなくフラックスの濡れ挙動をも正確に把握して、半田及びフラックスの最適な組み合わせとその熱処理条件とを見つけ出すことが必要である。この発明の課題は、半田接合のための熱処理過程における半田の濡れ挙動に加えてフラックスの濡れ挙動をも観測できるクリーム半田の接触角測定方法及びクリーム半田の接触角測定装置を提供することである。

10

#### 【 0 0 1 1 】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明は、半田粒子及び液状フラックスがペースト状に混合されたクリーム半田を印刷された試験片の熱処理過程における半田及びフラックスの試験片に対する濡れ状態を表す接触角を測定するためのクリーム半田の接触角測定方法であって、集光状態の調節が可能な照明手段によってクリーム半田への照明光の集光状態を調節して、不透明な半田の画像と透明または半透明なフラックスの画像とを分離し、半田及びフラックスのそれぞれの接触角を測定する。

20

熱処理されて半田粒子が溶融して溶融半田とフラックスとに分離したクリーム半田に、集光された高輝度の照明光を照射すれば、透明または半透明なフラックスを透過した光によって半田の像を明確に捉えることができる。逆に、それほど集光しない照明光を全体的に照射すると、フラックスの像の方が明確に捉えられる。勿論、半田及びフラックスの像が同時に捉えられることもあり得るが、集光状態を調節した照明光を照射することによって、半田あるいはフラックスの個々の像をより鮮明に捉えることができる。

#### 【 0 0 1 2 】

請求項 2 の発明は、半田粒子及び液状フラックスがペースト状に混合されたクリーム半田を印刷された試験片の熱処理過程における半田及びフラックスの試験片に対する濡れ状態を表す接触角を測定するためのクリーム半田の接触角測定装置であって、前記試験片を加熱する加熱手段と、前記試験片に印刷されたクリーム半田及びその周辺を照明する集光状態の調節可能な照明手段と、クリーム半田の熱処理過程における半田及びフラックスの状態を撮像する撮像手段と、撮像手段が撮像した画像を映し出すモニタテレビと、モニタテレビの画像から接触角を求める接触角測定手段と、を備えている。

30

集光状態の調節可能な照明手段を備えているので、請求項 1 の発明で説明したように、試験片に印刷されたクリーム半田を熱処理する過程において、半田あるいはフラックスの個々の像をより鮮明に捉えることができる。

#### 【 0 0 1 3 】

請求項 3 の発明は、請求項 2 の発明において、前記加熱手段が、線膨張係数が小さく且つ高耐熱性である材料からなる加熱ステージにパルスヒータを組み込んだものである。パルスヒータを組み込んだ加熱手段を用いることによって、試験片の温度を十分急速に上昇させることができるので、実際の半田接合工程の加熱温度プロファイルを模擬することができ、且つステップ加熱によってステップ毎の半田及びフラックスの濡れ状態を観測することができる。

40

#### 【 0 0 1 4 】

##### 【発明の実施の形態】

この発明によるクリーム半田の接触角測定方法及びクリーム半田の接触角測定装置は、試験片に印刷されたクリーム半田の熱処理過程における試験片への濡れ挙動を把握するために、集光状態の調節可能な照明手段の集光状態を調節することによって、フラックス及び

50

溶融した半田の試験片に対する濡れ状態を鮮明に画像化して、フラックス及び溶融した半田のそれぞれの接触角を確実に測定できるようにしていること、及び半田接合工程の熱処理過程が模擬できるように、加熱手段にパルスヒータを組み込んでいること、を特徴とする。

以下に、実施例を用いて、この発明の実施の形態をより詳しく説明する。

なお、従来技術と同じ機能の部分には同じ符号を付ける。

#### 【0015】

図1は、この発明によるクリーム半田の接触角測定装置の実施例を示す構成図であり、図2は、実施例の機能を説明するための溶融状態にあるクリーム半田の形状を示し、(a)は溶融状態にあるクリーム半田全体の側面図、(b)は溶融半田のみの側面図、(c)は

10

フラックスのみの側面図である。  
この実施例の場合には、ステンレス鋼等からなるメタルマスクを用いて試験片2a上にクリーム半田4aを印刷したものが測定対象のサンプルとなる。このサンプルは測定ステージとヒータとを兼ねる試料台兼ヒータ1a上に載せられる。この試料台兼ヒータ1aの表面に平行な平面上で、試料台兼ヒータ1aを挟む両側に、照明装置5a及び受光カメラ6が配置されている。照明装置5aは、集光状態を調節する機能を備えたものであって、所望の集光状態の照明光51aをクリーム半田4a及びその周辺に照射する。照明装置5aの光源としては、ハロゲンランプ等が使用される。受光カメラ6は、移動ステージ7上に搭載されており、クリーム半田4aの所望の位置の画像を鮮明に撮像するために、試料台兼ヒータ1aの表面に平行な平面上で位置調節される。受光カメラ6が撮像した画像は、

20

#### 【0016】

上記の試料台兼ヒータ1aは、ステンレス鋼またはインコネルのような線膨張係数が小さく且つ高耐熱性である材料で作成された測定ステージ内に、1秒間に50程度の昇温が可能な熱源、例えばセラミックコレットを使用したパルスヒータ、が組み込まれている。線膨張係数が小さい材料で測定ステージを作成するのは、測定ステージの熱変形を少なくして、試験片2aへの熱伝導を安定させるためである。昇温速度の速い熱源が用いられるのは、ステップ加熱することによって、実際の半田接合工程の加熱温度プロファイルに近い状態で接触角を測定するためである。

30

半田粒子が溶融した状態のクリーム半田4aは、透明または黄色半透明なフラックス42と不透明な溶融半田43aとに分かれ、例えば図2(a)に示すように、溶融半田43aの表面をフラックス42が覆った状態になる。しかし、受光カメラ6が撮像する画像では、フラックス42と溶融半田43aとがこのように明確には分離されなくて、それぞれの接触角を共に正確に測定することは難しい。この難しさは、フラックス42が透明または黄色半透明であるためその形状を明確に撮影しにくいことに加えて、溶融半田43aの接触角を測定する部分をフラックス42が覆っていることによる。したがって、フラックス42の接触角を測定する場合と、溶融半田43aの接触角を測定する場合とで、照明光51aの集光状態を変えて、それぞれの画像を別々に撮像することが必要となる。例えば、あまり集光していない少ない光量の照明光51aを照射する場合には、

40

#### 【0017】

以上の実施例においては、特別な雰囲気制御を実施していないが、雰囲気制御ボックス等と組み合わせることによって、例えば窒素雰囲気等の不活性ガス雰囲気中での接触角測定が可能となる。図3は、雰囲気制御部の一例を示し、(a)は雰囲気制御ボックスの正面図を含めた全体構成図、(b)は雰囲気制御ボックスの平面断面図である。

この雰囲気制御部9は、クリーム半田4aを印刷された試験片2aを熱処理するヒータ埋

50

め込み台板 9 1 1 ( 図 1 における試料台兼ヒータ 1 a に相当 ) を内蔵する雰囲気制御ボックス 9 1 と、不活性ガスを循環するためのポンプ 9 2 と、循環する不活性ガス中のフラックス蒸気を除去するための水槽 9 3 と、不活性ガスである窒素を供給する窒素供給部 9 4 と、で構成されている。

#### 【 0 0 1 8 】

雰囲気制御ボックス 9 1 には、右面下部両側に不活性ガスを供給する 2 つの給気口 9 1 2 と、右面上部中央に不活性ガスを排出する排気口 9 1 3 と、上面に冷却板 9 1 4 と、前後両面に照明光照射用及び観測・撮像用のそれぞれのガラス窓 9 1 5 及び 9 1 6 と、内部下部の前後両側に給気口 9 1 2 から供給された不活性ガスを雰囲気制御ボックス 9 1 内に噴出する複数の噴気口 9 1 7 と、左面に不図示のサンプル出し入れ用の扉と、が備えられている。

10

このような雰囲気制御ボックス 9 1 を用いて接触角を測定する場合には、フラックス等の蒸気がガラス窓 9 1 5 及び 9 1 6 に凝結してこれらを曇らせると測定ができなくなるので、給気口 9 1 2 から供給された不活性ガスを噴気口 9 1 7 から噴き出させてこれを防止している。噴気口 9 1 7 から噴き出された不活性ガスは、クリーム半田 4 a から蒸発したフラックス等の蒸気を上部へ運んで冷却板 9 1 4 にその大部分を凝結させる。残ったフラックス等の蒸気を含んだ不活性ガスは、排気口 9 1 3 からポンプ 9 2 によって排気され、水槽 9 3 で残った蒸気を完全に除去されて、再び給気口 9 1 2 から雰囲気制御ボックス 9 1 に供給される。

#### 【 0 0 1 9 】

20

この雰囲気制御ボックス 9 1 を、時計方向に 9 0 度回転させた状態で図 1 の試料台兼ヒータ 1 a の位置に置き換えると、雰囲気制御された状態における接触角を測定することができる。

#### 【 0 0 2 0 】

##### 【 発明の効果 】

請求項 1 の発明においては、集光状態の調節が可能な照明手段によってクリーム半田への照明光の集光状態を調節して、不透明な半田の画像と透明または半透明なフラックスの画像とを分離し、半田及びフラックスのそれぞれの接触角を測定する。熱処理されて半田粒子が溶融して溶融半田とフラックスとに分離したクリーム半田に、集光された高輝度の照明光を照射すれば、透明または半透明なフラックスを透過した光によって半田の像を明確に捉えることができる。逆に、それほど集光しない照明光を全体的に照射すると、フラックスの像の方が明確に捉えられる。勿論、半田及びフラックスの像が同時に捉えられることもあり得るが、集光状態を調節された照明光を照射することによって、半田あるいはフラックスの個々の像をより鮮明に捉えることができる。したがって、この発明によれば、半田の濡れ挙動に加えてフラックスの濡れ挙動をも観測できるクリーム半田の接触角測定方法を提供することができる。

30

#### 【 0 0 2 1 】

請求項 2 の発明においては、集光状態の調節可能な照明手段を備えているので、請求項 1 の発明で説明したように、試験片に印刷されたクリーム半田を熱処理する過程において、半田あるいはフラックスの個々の像をより鮮明に捉えることができる。したがって、この発明によれば、半田の濡れ挙動に加えてフラックスの濡れ挙動をも観測できるクリーム半田の接触角測定装置を提供することができる。

40

請求項 3 の発明は、請求項 2 の発明において、前記加熱手段が、線膨張係数が小さく且つ高耐熱性である材料からなる加熱ステージにパルスヒータを組み込んだものである。パルスヒータを組み込んだ加熱手段を用いることによって、試験片の温度を十分急速に上昇させることができるので、実際の半田接合工程の加熱温度プロファイルを模擬することができる。且つステップ加熱によってステップ毎の半田及びフラックスの濡れ状態を観測することができる。

#### 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 この発明によるクリーム半田の接触角測定装置の実施例を示す構成図

50

【図 2】実施例の機能を説明するための溶融状態にあるクリーム半田の形状を示し、( a ) は溶融状態にあるクリーム半田全体の側面図、( b ) は溶融半田のみの側面図、( c ) はフラックスのみの側面図

【図 3】雰囲気制御部の一例を示し、( a ) は雰囲気制御ボックスの正面図を含めた全体構成図、( b ) は雰囲気制御ボックスの平面断面図

【図 4】従来技術による液体の接触角測定装置の一例を示す構成図

【図 5】接触角の説明図

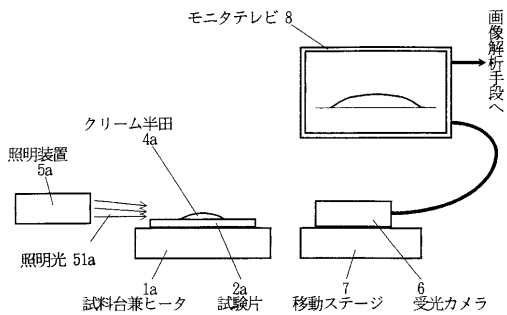
【図 6】クリーム半田の熱処理過程における状態を説明するための線図

【図 7】図 6 の領域毎のクリーム半田の状態をモデル的に示し、( a ) は領域 I の状態を示す側面図、( b ) は領域 II の状態を示す側面図、( c ) は領域 III の状態を示す側面図、( d ) は領域 IV の状態を示す側面図 10

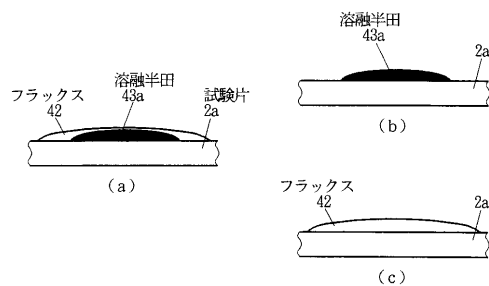
【符号の説明】

1	測定ステージ	1 a	試料台兼ヒータ	
2	, 2 a	試験片		
3	シリンジ			
4	試料液			
4 a	クリーム半田	4 1	溶剤	
4 2	フラックス	4 3	半田粒子	
4 3 a	溶融半田			
5	, 5 a	照明装置	5 1 , 5 1 a	照明光 20
6	受光カメラ			
7	移動ステージ			
8	モニタテレビ			
9	雰囲気制御部			
9 1	熱処理槽			
9 1 1	ヒータ埋め込み台板	9 1 2	給気口	
9 1 3	排気口	9 1 4	冷却板	
9 1 5	ガラス窓	9 1 6	噴気口	
9 2	ポンプ	9 3	水槽	
9 4	窒素供給部			30

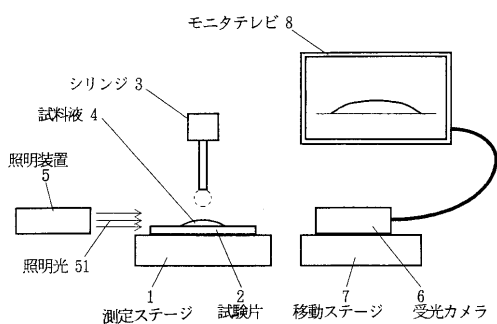
【 図 1 】



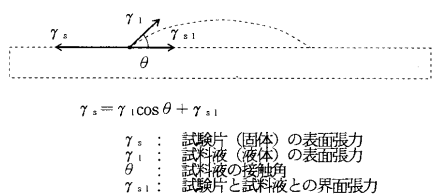
【 図 2 】



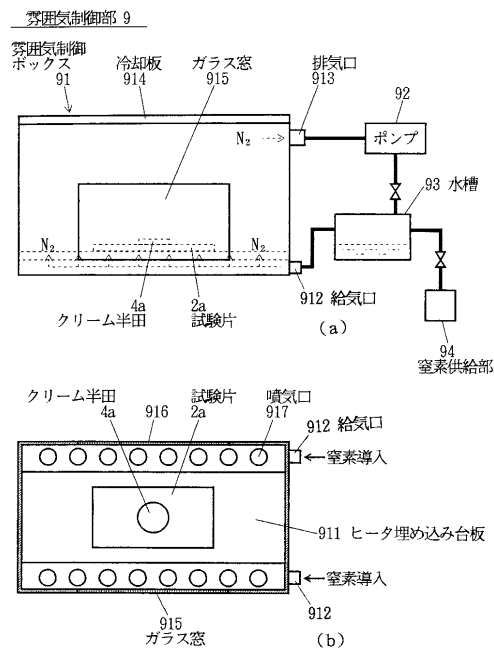
【 図 4 】



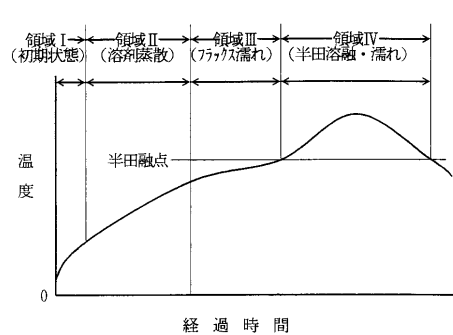
【 図 5 】



【 図 3 】



【 図 6 】



【 図 7 】

