

(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2016-105083
(P2016-105083A)

(43) 公開日 平成28年6月9日(2016.6.9)

(51) Int.Cl.
GO1N 3/18 (2006.01)

F I
GO1N 3/18

テーマコード(参考)
2GO61

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2015-225936 (P2015-225936)
(22) 出願日 平成27年11月18日(2015.11.18)
(31) 優先権主張番号 特願2014-235695 (P2014-235695)
(32) 優先日 平成26年11月20日(2014.11.20)
(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 503027931
学校法人同志社
京都府京都市上京区今出川通烏丸東入玄武町601番地
(74) 代理人 100121186
弁理士 山根 広昭
(74) 代理人 100121500
弁理士 後藤 高志
(72) 発明者 田中 和人
京都府京田辺市多々羅部谷1-3 同志社大学内
(72) 発明者 片山 博生
京都府京田辺市多々羅部谷1-3 同志社大学内
Fターム(参考) 2G061 AA01 AB01 AC03 BA18 CA10 DA01

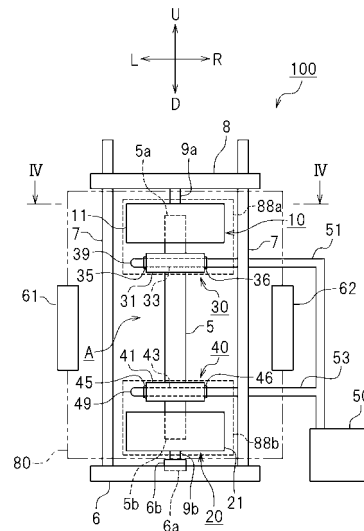
(54) 【発明の名称】 材料試験装置

(57) 【要約】

【課題】 引張試験を適正に行うことが可能な材料試験装置を提供する。

【解決手段】 材料試験装置100は、第1保持部10と、第2保持部20と、ヒータ61、62とを備えている。第1保持部10は、試験片5の一端部5aを保持する。第2保持部20は、第1保持部10と対向するように配置され、試験片5の他端部5bを保持する。ヒータ61、62は、熱を照射する照射部61a、62aを備え、照射部61a、62aを第1保持部10と第2保持部20との間の空間に向けて配置されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

試験片の一端部を保持する第 1 保持部と、
前記第 1 保持部と対向するように配置され、前記試験片の他端部を保持する第 2 保持部と、

ヒータと

を備え、

前記ヒータは、

熱を照射する照射部を備え、

前記照射部が前記第 1 保持部と前記第 2 保持部との間の空間に向くように配置されている、材料試験装置。 10

【請求項 2】

複数の前記ヒータが、前記第 1 保持部と前記第 2 保持部との間の空間を挟んで対向するように配置されている、請求項 1 に記載された材料試験装置。

【請求項 3】

前記ヒータは、前記照射部の周縁を囲み、前記第 1 保持部と前記第 2 保持部との間の空間に向けて延びたヒータ用カバーを備えている、請求項 1 または 2 に記載された材料試験装置。

【請求項 4】

前記ヒータは、セラミックヒータ、遠赤外線ヒータ、近赤外線ヒータ、または、ハロゲンヒータである、請求項 1 から 3 までの何れか一項に記載された材料試験装置。 20

【請求項 5】

前記第 1 保持部および前記第 2 保持部によって保持された試験片を覆うカバー体を備え、

前記ヒータは、前記カバー体の内部に向かって熱を付与する、請求項 1 から 4 までの何れか一項に記載された材料試験装置。

【請求項 6】

前記第 1 保持部によって保持された試験片の一端部を冷却する第 1 冷却部と、

前記第 2 保持部によって保持された試験片の他端部を冷却する第 2 冷却部と

を備えた、請求項 1 から 5 までの何れか一項に記載された材料試験装置。 30

【請求項 7】

前記第 1 冷却部は、前記第 1 保持部と別体に設けられ、

前記第 2 冷却部は、前記第 2 保持部と別体に設けられている、請求項 6 に記載された材料試験装置。

【請求項 8】

前記第 1 冷却部は、前記第 1 保持部によって保持された試験片に接触する第 1 接触部材を備え、

前記第 1 接触部材には、第 1 の孔が形成され、

前記第 2 冷却部は、前記第 2 保持部によって保持された試験片に接触する第 2 接触部材を備え、 40

前記第 2 接触部材には、第 2 の孔が形成され、

前記第 1 の孔と前記第 2 の孔とに冷却媒体を供給する供給装置を備えた、請求項 7 に記載された材料試験装置。

【請求項 9】

前記第 1 冷却部は、前記第 1 保持部と一体に設けられ、

前記第 2 冷却部は、前記第 2 保持部と一体に設けられている、請求項 6 に記載された材料試験装置。

【請求項 10】

前記第 1 保持部には、第 1 の孔が形成され、

前記第 2 保持部には、第 2 の孔が形成され、 50

前記第 1 の孔と前記第 2 の孔とに冷却媒体を供給する供給装置を備えた、請求項 9 に記載された材料試験装置。

【請求項 11】

前記第 1 保持部または前記第 1 冷却部を覆う上部カバーと、
前記第 2 保持部または前記第 2 冷却部を覆う下部カバーと
を備えた、請求項 1 から 10 までの何れか一つに記載された材料試験装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、材料試験装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

例えば、特許文献 1 には、材料試験装置（引用文献 1 では、引張試験機が例示されている。）が開示されている。特許文献 1 に記載された材料試験装置は、ジェットエンジンのタービンなどの高温部分に使用される部品（金属）である試験片（特許文献 1 では、供試体と称されている。）の引張試験を行うものである。高温部分に使用される試験片の引張試験を行う際には、クリープなどの影響を考慮すべく使用状態の温度となるように、試験片を加熱した上で、引張試験を行っている。

【0003】

特許文献 1 に記載された材料試験装置では、内部に油圧シリンダを備えた立方体形状の箱体が地面に固定されている。箱体の上面の中央部分には、クロスヘッドが滑動自在に設けられている。クロスヘッドの上端には、第 1 支持軸が上向きに設けられている。第 1 支持軸の上端には、第 1 チャック部が連結されている。箱体の上面の四隅には、垂直方向に延びた 4 本のビームが設けられている。ビームの上部には、固定部が固定されている。固定部の中央部分には、第 2 支持軸が下向きに固定されている。第 2 支持軸の下端には、第 2 チャック部が連結されている。試験片の両端は、第 1 チャック部および第 2 チャック部によって支持されている。試験片、第 1 チャック部および第 2 チャック部を覆うような状態で加熱炉が設けられている。

20

【0004】

試験片の引張試験を行う際、第 1 チャック部および第 2 チャック部によって両端が支持された試験片を加熱炉によって所望の温度まで加熱している。その後、油圧シリンダを駆動させることによって、クロスヘッドを押し下げて第 1 支持軸を介して試験片を下方に引っ張っている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2003 - 185548 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

40

ところで、本願出願人は、熱可塑性樹脂を試験片として用いて、熱可塑性樹脂の熔融温度近傍の高温雰囲気における試験片の引張試験を行うことを検討している。特許文献 1 のように、試験片およびチャック部を加熱炉で覆い、熱可塑性樹脂の熔融温度近傍の高温雰囲気における試験片の引張試験を行った場合、試験片を適切に引っ張ることができない場合がある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

ここで提案される材料試験装置は、試験片の一端部を保持する第 1 保持部と、第 1 保持部と対向するように配置され、試験片の他端部を保持する第 2 保持部と、ヒータとを備えている。ヒータは、熱を照射する照射部を備えており、照射部が第 1 保持部と第 2 保持部

50

との間の空間に向くように配置されている。

【0008】

かかる態様によれば、試験片が保持される第1保持部と第2保持部との間の空間に向けて熱が照射され、試験片を局所的に加熱しつつ試験が行える。

【0009】

例えば、複数のヒータが、第1保持部と第2保持部との間の空間を挟んで対向するように配置されていてもよい。

【0010】

上記態様によれば、第1保持部および第2保持部によって保持された試験片に熱を効率的に付与することができる。

【0011】

ヒータは、照射部の周縁を囲み、第1保持部と第2保持部との間の空間に向けて延びたヒータ用カバーを備えていてもよい。

【0012】

また、ヒータは、例えば、セラミックヒータ、遠赤外線ヒータ、近赤外線ヒータ、または、ハロゲンヒータであるとよい。

【0013】

上述した種類の何れかのヒータを使用することによって、第1保持部および第2保持部によって保持された試験片に熱を効率的に付与することができる。

【0014】

第1保持部および第2保持部によって保持された試験片を覆うカバー体を備え、ヒータは、カバー体の内部に向かって熱を付与してもよい。

【0015】

上記態様によれば、試験片はカバー体に覆われているため、第1保持部および第2保持部によって保持された試験片をヒータで加熱する際、試験片に熱を効率的に付与することができる。

【0016】

ここで提案される材料試験装置は、第1保持部によって保持された試験片の一端部を冷却する第1冷却部と、第2保持部によって保持された試験片の他端部を冷却する第2冷却部とを備えていてもよい。

【0017】

第1冷却部は、第1保持部と別体に設けられていてもよい。また、第2冷却部は、第2保持部と別体に設けられていてもよい。

【0018】

上記態様によれば、材料試験の内容によって、第1冷却部および第2冷却部を試験片に取り付けるか否かを選択することができる。

【0019】

第1冷却部は、第1保持部によって保持された試験片に接触する第1接触部材を備えており、当該第1接触部材には、第1の孔が形成されていてもよい。また、第2冷却部は、第2保持部によって保持された試験片に接触する第2接触部材を備えており、第2接触部材には、第2の孔が形成されていてもよい。第1の孔と第2の孔とに冷却媒体を供給する供給装置を備えていてもよい。

【0020】

上記態様によれば、供給装置が第1の孔および第2の孔に冷却媒体を供給するという比較的簡単な方法で、第1保持部によって保持された試験片の一端部、および、第2保持部によって保持された試験片の他端部を冷却することができる。

【0021】

また、他の形態として、第1冷却部は、第1保持部と一体に設けられ、かつ、第2冷却部は、第2保持部と一体に設けられていてもよい。この場合、例えば、第1保持部には、第1の孔が形成され、第2保持部には、第2の孔が形成され、第1の孔と第2の孔とに冷

10

20

30

40

50

却媒体を供給する供給装置を備えていてもよい。

【0022】

上記態様によれば、冷却部を設ける場合に、材料試験装置の部品点数を少なくすることができる。

【0023】

また、第1保持部または第1冷却部を覆う上部カバーと、第2保持部または第2冷却部を覆う下部カバーとを備えていてもよい。

【0024】

上記態様によれば、上部カバーおよび下部カバーによって、第1保持部または第1冷却部、および、第2保持部または第2冷却部が加熱されることを防ぐことができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】図1は、第1実施形態に係る引張試験装置を模式的に示した正面図である。

【図2】図2は、第1つかみ具、第2つかみ具、第1冷却部および第2冷却部を示す側面図である。

【図3】図3は、第1冷却部を示す平面図である。

【図4】図4は、図1のIV-IV断面矢視図であり、引張試験装置を模式的に示した平面図である。

【図5】図5は、引張試験装置のブロック図である。

【図6】図6は、試験片を模式的に示した図である。

20

【図7】図7は、第2実施形態に係る引張試験装置の正面図である。

【図8】図8は、第1つかみ具および第2つかみ具の側面図である。

【図9】図9は、第1つかみ具の平面図である。

【図10】図10は、他の実施形態にかかる材料試験装置を示す正面図である。

【図11】図11は、試験された材料試験装置の模式図である。

【図12】(a)と(b)は、試験片とヒータとの位置関係を示す模式図である。

【図13】図13は、本引張試験における温度測定結果を示すグラフである。

【図14】図14は、試験片を加熱した際の温度測定結果を示すグラフである。

【図15】図15は、試験片5の温度分布を示すグラフである。

【図16】図16は、試験片5の温度分布を示すグラフである。

30

【図17】図17は、試験片5の内部の温度履歴を測定した結果を示すグラフである。

【図18】図18は、荷重を付加して引張試験を行なった際の、応力-ひずみ線図の一例を示すグラフである。

【図19】図19は、引張試験によって測定されたひずみの平均値を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、図面を参照しながら、本発明に係る材料試験装置について説明する。以下の説明において、材料試験装置に関し、前、後、左、右、上、下というときは、それぞれ材料試験装置を正面から見た方向を基準にしている。図面には、前(F)、後(Rr)、左(L)、右(R)、上(U)、下(D)に対応させて、それぞれ符号F、Rr、L、R、U、Dが適宜に付されている。また、各図において同じ作用を奏する部材や部位には、同じ符号を付し、適宜に重複する説明を省略している。

40

【0027】

<第1実施形態>

<引張試験装置(材料試験装置)100>

図1は、第1実施形態に係る材料試験装置100を模式的に示した模式図であり、材料試験装置100の正面図である。図2は、第1つかみ具10、第2つかみ具20、第1冷却部30および第2冷却部40の側面図である。図3は、第1冷却部30の平面図である。図4は、図1のIV-IV断面矢視図であり、引張試験装置100を模式的に示した平面図である。図5は、引張試験装置100のブロック図である。

50

【0028】

図1に示すように、材料試験装置100は、試験片5の引張試験を行う引張試験装置100である。引張試験装置100は、第1保持部としての第1つかみ具10と、第2保持部としての第2つかみ具20と、第1冷却部30と、第2冷却部40と、供給装置50と、ヒータ61～64（図4参照）とを備えている。本実施形態では、引張試験装置100は、油圧シリンダ6aと、カバー体80と、撮影装置70（図4参照）と、温度センサ88（図5参照）と、制御部90（図5参照）とを更に備えている。以下、第1つかみ具10、第2つかみ具20、油圧シリンダ6a、第1冷却部30、第2冷却部40、供給装置50、ヒータ61～64、カバー体80、撮影装置70、温度センサ88および制御部90を順に説明する。

10

【0029】

<第1つかみ具（第1保持部）10>

図2に示すように、第1つかみ具10は、試験片5の一端部（ここでは、上端部）5aを保持する部材である。ここでは、第1つかみ具10は、2つの第1つかみ歯11、12と、締付け機構（図示せず）とを備えている。第1つかみ歯11、12は、試験片5の一端部5aを挟むことで、試験片5の一端部5aを保持する部材である。第1つかみ歯11、12は、前後方向に対向している。ただし、第1つかみ歯11、12は、左右方向に対向していてもよい。上記締付け機構は、第1つかみ歯11、12を締め付ける機構である。

20

【0030】

<第2つかみ具（第2保持部）20>

第2つかみ具20は、試験片5の他端部（ここでは、下端部）5bを保持する部材である。第2つかみ具20は、第1つかみ具10と対向するように配置されている。ここでは、第1つかみ具10と第2つかみ具20とは、垂直方向（上下方向）に対向している。第2つかみ具20は、第1つかみ具10の下方に配置されている。ただし、第1つかみ具10と第2つかみ具20とは、水平方向（左右方向）に対向していてもよい。本実施形態では、図1に示すように、第1つかみ具10と第2つかみ具20の間には、空間Aが形成されている。第1つかみ具10は、空間Aに配置された試験片5の一端部5aを保持する。第2つかみ具20は、試験片5の他端部5bを保持する。

30

【0031】

図2に示すように、第2つかみ具20は、2つの第2つかみ歯21、22と、締付け機構（図示せず）とを備えている。第2つかみ歯21、22は、試験片5の他端部5bを挟むことで、試験片5の他端部5bを保持する部材である。第2つかみ歯21、22は、前後方向に対向している。ただし、第2つかみ歯21、22は、左右方向に対向していてもよい。第2つかみ具20の上記締付け機構は、第1つかみ具10の締付け機構と同様に、第2つかみ歯21、22を締め付ける機構である。

40

【0032】

なお、第1つかみ歯11、12および第2つかみ歯21、22の材質は特に限定されない。ここでは、第1つかみ歯11、12および第2つかみ歯21、22は、金属によって構成されている。特に、第1つかみ歯11、12および第2つかみ歯21、22は、強度が高い材質、例えば、鉄鋼材料によって構成されていることが好ましい。第1つかみ歯11、12および第2つかみ歯21、22の形状は特に限定されず、例えば、矩形状である。

50

【0033】

本実施形態では、図1に示すように、引張試験装置100は、矩形状の底部材6を備えている。底部材6の四隅には、底部材6から上方に延びた4本の支持棒7（図4参照）が設けられている。4本の支持棒7の上部には、矩形状の上部材8が固定されている。上部材8には、底面の中央部分から下方に延びた第1支持軸9aが設けられている。第2支持軸9aの下端には、第1つかみ具10の第1つかみ歯11、12が設けられている。

【0034】

50

< 油圧シリンダ 6 a >

油圧シリンダ 6 a は、試験片 5 の端部を引っ張る部材である。ここでは、油圧シリンダ 6 a は、試験片 5 の他端部 5 b を下方に引っ張る部材である。油圧シリンダ 6 a は、底部材 6 の内部に設けられている。ここでは、底部材 6 の上面の中央部分には、円柱状のクロスヘッド 6 b が摺動自在に設けられている。クロスヘッド 6 b には、上端から上方に延びた第 2 支持軸 9 b が設けられている。第 2 支持軸 9 b の上端には、第 2 つかみ具 2 0 の第 2 つかみ歯 2 1、2 2 が設けられている。本実施形態では、油圧シリンダ 6 a が駆動することによって、クロスヘッド 6 b は、上下方向に移動する。例えば、クロスヘッド 6 b が下方に移動することによって、第 2 支持軸 9 b および第 2 つかみ歯 2 1、2 2 を介して、試験片 5 の他端部 5 b は下方に引っ張られる。なお、図示は省略するが、引張試験装置 1 0 0 は、油圧シリンダ 6 a が試験片 5 を引っ張った際の荷重を測るロードセルを備えていてもよい。

10

【 0 0 3 5 】

< 第 1 冷却部 3 0 >

第 1 冷却部 3 0 は、第 1 つかみ具 1 0 によって保持された試験片 5 の一端部 5 a を冷却する部材である。第 1 冷却部 3 0 は、第 1 つかみ具 1 0 と別体に設けられている。ここでは、図 2 に示すように、第 1 冷却部 3 0 は、第 1 接触部材 3 1、3 2 を備えている。第 1 接触部材 3 1、3 2 は、第 1 つかみ具 1 0 によって保持された試験片 5 と接触する部材である。第 1 冷却部 3 0 の第 1 接触部材 3 1、3 2 は、試験片 5 の一端部 5 a を挟む部材である。ここでは、第 1 接触部材 3 1、3 2 は、試験片 5 のうち第 1 つかみ具 1 0 によって保持された箇所よりも中央部分側の箇所を挟んでいる。第 1 接触部材 3 1、3 2 は、前後方向に対向している。なお、第 1 接触部材 3 1、3 2 の材質は特に限定されない。ここでは、第 1 接触部材 3 1、3 2 は、金属によって構成されている。特に、第 1 接触部材 3 1、3 2 は、熱伝導がよく軽量であることがよいため、アルミ合金で構成されていることが好ましい。第 1 接触部材 3 1、3 2 の形状は、特に限定されず、例えば、矩形状である。

20

【 0 0 3 6 】

ここでは、図 3 に示すように、第 1 冷却部 3 0 の第 1 接触部材 3 1 には、第 1 の孔 3 3 が形成され、第 1 接触部材 3 2 には、第 1 の孔 3 4 が形成されている。第 1 の孔 3 3、3 4 には、冷却媒体が流れる。第 1 接触部材 3 1、3 2 が互いに対向する面に対して平行になるように、第 1 接触部材 3 1、3 2 には、それぞれ第 1 の孔 3 3、3 4 が形成されている。第 1 の孔 3 3、3 4 のそれぞれの貫通方向は同じ方向である。ここでは、第 1 の孔 3 3、3 4 のそれぞれの貫通方向は、第 1 つかみ具 1 0 と第 2 つかみ具 2 0 とによって保持された試験片 5 が延びた方向（ここでは、上下方向）に対して、横切る方向（ここでは、左右方向）である。なお、第 1 の孔 3 3、3 4 の貫通方向は特に制限されず、例えば、第 1 つかみ具 1 0 と第 2 つかみ具 2 0 とによって保持された試験片 5 が延びた方向と同じ方向であってもよい。また、第 1 の孔 3 3、3 4 同士の貫通方向は異なってもよい。第 1 の孔 3 3、3 4 の数も特に限定されず、第 1 接触部材 3 1、3 2 には、それぞれ第 1 の孔 3 3、3 4 が複数形成されていてもよい。

30

【 0 0 3 7 】

第 1 の孔 3 3、3 4 同士は、可撓性を有する第 1 の連通管 3 9 によって連通している。ここで、第 1 の孔 3 3 の一端部、他端部、および、第 1 の孔 3 4 の一端部、他端部には、それぞれ接続ポート 3 5、3 6、3 7、3 8 がそれぞれ設けられている。第 1 の連結管 3 9 の一端は、第 1 の孔 3 3 の接続ポート 3 5 に接続され、他端は、第 1 の孔 3 4 の接続ポート 3 7 に接続されている。

40

【 0 0 3 8 】

< 第 2 冷却部 4 0 >

図 2 に示すように、第 2 冷却部 4 0 は、第 2 つかみ具 2 0 によって保持された試験片 5 の他端部 5 b を冷却する部材である。第 2 冷却部 4 0 は、第 2 つかみ具 2 0 と別体に設けられている。ここでは、第 2 冷却部 4 0 は、第 2 接触部材 4 1、4 2 を備えている。第 2 接触部材 4 1、4 2 は、第 2 つかみ具 2 0 によって保持された試験片 5 と接触する部材で

50

ある。第2冷却部40の第2接触部材41、42は、試験片5の他端部5bを挟む部材である。ここでは、第2接触部材41、42は、第2つかみ具20によって保持された箇所よりも中央部分側の箇所を挟んでいる。第2接触部材41、42は、前後方向に対向している。なお、第2接触部材41、42は、第1接触部材31、32と同様に、金属、特にアルミ合金で構成されていることが好ましい。また、第2接触部材41、42の形状は矩形形状である。ただし、第2接触部材41、42の材質および形状は特に限定されない。第2の孔43、44の数も特に限定されず、第2接触部材41、42には、それぞれ第2の孔43、44が複数形成されていてもよい。

【0039】

第2接触部材41、42の構成は、第1接触部材31、32と同様の構成をしている。ここでは、第2接触部材41、42の説明は、図3を用いて行う。なお、図3において、括弧内の符号は、第2接触部材41、42に関連する部位の符号である。ここでは、第2接触部材41には、第2の孔43が形成され、第2接触部材42には、第2の孔44が形成されている。第2接触部材41、42が互いに対向する面に対して平行になるように、第2接触部材41、42には、それぞれ第2の孔43、44が形成されている。第2の孔43、44のそれぞれの貫通方向は同じ方向である。ここでは、第2の孔43、44のそれぞれの貫通方向は、第1つかみ具10と第2つかみ具20とによって保持された試験片5が延びた方向に対して、横切る方向（左右方向）である。また、第2の孔43、44のそれぞれの貫通方向は、第1冷却部30の第1接触部材31、32の第1の孔33、34の貫通方向と同じ方向である。ただし、第2の孔43、44の貫通方向は、第1つかみ具10と第2つかみ具20とによって保持された試験片5が延びた方向と同じ方向であってもよい。また、第2の孔43、44同士の貫通方向は異なってもよい。第2の孔43、44の貫通方向は特に制限されない。

【0040】

第2の孔43、44同士は、可撓性を有する第2の連通管49によって連通している。ここでは、第2の孔43の一端部、他端部、および、第2の孔44の一端部、他端部には、接続ポート45、46、47、48がそれぞれ設けられている。第2の連結管49の一端は、第2の孔43の接続ポート45に接続され、他端は、第2の孔44の接続ポート47に接続されている。

【0041】

< 供給装置50 >

供給装置50は、第1冷却部30の第1接触部材31、32に形成された第1の孔33、34と、第2冷却部40の第2接触部材41、42に形成された第2の孔43、44とに冷却媒体を供給する装置である。冷却媒体の種類は特に限定されない。本実施形態では、冷却媒体は冷却水であり、例えば、水道水である。ここでは、供給装置50は、第1の接続管51、52を介して、第1接触部材31、32の第1の孔33、34と接続している。第1の接続管51、52は、第1の孔33、34のうち第1の連通管39が接続された端部とは反対の端部にそれぞれ接続されている。ここでは、第1の接続管51の一端は、第1の孔33の他端に設けられた接続ポート36に接続されている。第1の接続管52の一端は、第1の孔34の他端に設けられた接続ポート38に接続されている。また、供給装置50は、第2の接続管53、54を介して、第2接触部材41、42の第2の孔43、44と接続している。第2の接続管53、54は、第2の孔43、44のうち第2の連結管49が接続された端部とは反対の端部にそれぞれ接続されている。ここでは、第2の接続管53の一端は、第2の孔43の他端に設けられた接続ポート46に接続されている。第2の接続管54の一端は、第2の孔44の他端に設けられた接続ポート48に接続されている。

【0042】

ここでは、供給装置50は、第1の接続管51を介して第1接触部材31の第1の孔33に向かって冷却媒体を流す。第1の孔33に流れた冷却媒体は、第1の連結管39を介して第1接触部材32の第1の孔34に流れる。第1の孔34に流れた冷却媒体は、第1

10

20

30

40

50

の接続管 5 2 を介して供給装置 5 0 に流れる。同様に、供給装置 5 0 は、第 2 の接続管 5 3 を介して第 2 接触部材 4 1 の第 2 の孔 4 3 に向かって冷却媒体を流す。第 2 の孔 4 3 に流れた冷却媒体は、第 2 の連結管 4 9 を介して第 2 接触部材 4 2 の第 2 の孔 4 4 に流れる。第 2 の孔 4 4 に流れた冷却媒体は、第 2 の接続管 5 4 を介して供給装置 5 0 に流れる。供給装置 5 0 は、第 1 冷却部 3 0 および第 2 冷却部 4 0 に対して、それぞれ一方方向に冷却媒体を流している。

【 0 0 4 3 】

< ヒータ 6 1 ~ 6 4 >

図 4 に示すように、ヒータ 6 1 ~ 6 4 は、第 1 つかみ具 1 0 と第 2 つかみ具 2 0 (図 1 参照) との間において、第 1 つかみ具 1 0 および第 2 つかみ具 2 0 によって保持された試験片 5 が配置される空間 A に熱を付与するものである。ヒータ 6 1 ~ 6 4 は、第 1 つかみ具 1 0 および第 2 つかみ具 2 0 によって保持された試験片 5 が配置される空間 A を挟んで対向するように設けられている。ヒータ 6 1 ~ 6 4 は、熱を照射する照射部 6 1 a ~ 6 4 a を備えている。ヒータ 6 1 ~ 6 4 は、照射部 6 1 a ~ 6 4 a が第 1 つかみ具 1 0 と第 2 つかみ具 2 0 との間の空間 A に向くように配置されている。本実施形態では、平面視において、第 1 ヒータ 6 1 (典型的には、照射部 6 1 a) と第 3 ヒータ 6 3 (典型的には、照射部 6 3 a) とが対向し、第 2 ヒータ 6 2 (典型的には、照射部 6 2 a) と第 4 ヒータ 6 4 (典型的には、照射部 6 4 a) とが対向するように配置されている。ヒータ 6 1 ~ 6 4 は、試験片 5 に対して非接触のヒータであり、例えば、セラミックヒータである。ここでは、ヒータ 6 1 ~ 6 4 は、試験片 5 が空間 A に配置された状態において、試験片 5 の中央部分に熱を局所的に付与する。ここでは、4 つのヒータ 6 1 ~ 6 4 によって、試験片 5 を加熱することによって、試験片 5 の中央部分の表面は均一に加熱しされ易い。なお、試験片 5 を加熱するヒータの数は特に限定されない。例えば、ヒータの数は、3 つ以下であってもよいし、5 つ以上であってもよい。また、ヒータ 6 1 ~ 6 4 は、第 1 つかみ具 1 0 と第 2 つかみ具 2 0 との間の空間 A に対する角度を調節する機構を備えていてもよい。

【 0 0 4 4 】

ヒータ 6 1 ~ 6 4 には、それぞれヒータ用カバー 8 9 が設けられていてもよい。ヒータ用カバー 8 9 は、照射部 6 1 a ~ 6 4 a の周縁を囲み、第 1 つかみ具 1 0 と第 2 つかみ具 2 0 との間の空間 A に向けて延びている。ここでは、ヒータ用カバー 8 9 は、例えば、箱状であり、第 1 つかみ具 1 0 と第 2 つかみ具 2 0 との間の空間 A に向かって開口している。ヒータ 6 1 ~ 6 4 は、ヒータ用カバー 8 9 内に収納されている。熱を照射する照射部 6 1 a ~ 6 4 a は、ヒータ用カバー 8 9 の開口から外方に向けられている。このことによって、ヒータ 6 1 ~ 6 4 の熱が拡散することを防止されている。そして、ヒータ用カバー 8 9 の開口を、試験片 5 に向けることによって、ヒータ 6 1 ~ 6 4 から照射された熱を効率的に試験片 5 に照射することができる。図 4 では、ヒータ用カバー 8 9 は、模式的に示されているが、ヒータ用カバー 8 9 は、試験片 5 の近くまで延びているとよい。

【 0 0 4 5 】

< カバ一体 8 0 >

カバ一体 8 0 は、第 1 つかみ具 1 0 および第 2 つかみ具 2 0 によって保持された試験片 5 を囲むものである。図 1 および図 4 では、カバ一体 8 0 は、模式的に示されている。カバ一体 8 0 は、図 1 および図 4 に示すように、第 1 つかみ具 1 0 、第 2 つかみ具 2 0 、第 1 冷却部 3 0 および第 2 冷却部 4 0 を囲んでいる。しかし、カバ一体 8 0 は、試験片 5 のみを囲み、第 1 つかみ具 1 0 、第 2 つかみ具 2 0 、第 1 冷却部 3 0 および第 2 冷却部 4 0 を囲んでいなくてもよい。カバ一体 8 0 は、第 1 保持部 1 0 と第 2 保持部 2 0 との間において、熱が付与された空間 A を囲むことによって、空間 A 内の空気を冷えにくくするものである。カバ一体 8 0 の構造は特に限定されない。カバ一体 8 0 は、図 4 に示すように、断熱部材 8 1 、8 2 と、透明部材 8 5 、8 6 とを備えている。断熱部材 8 1 、8 2 は、平面視において、空間 A を挟んで対向するように配置されている。断熱部材 8 1 、8 2 は、平面視において、第 1 つかみ具 1 0 および第 2 つかみ具 2 0 によって保持された試験片 5 を挟んで対向するように配置されている。ここでは、断熱部材 8 1 は、空間 A の左方に配

10

20

30

40

50

置され、断熱部材 8 2 は、空間 A の右方に配置されている。断熱部材 8 1 は、第 1 ヒータ 6 1 および第 3 ヒータ 6 3 と連続している。断熱部材 8 2 は、第 2 ヒータ 6 2 および第 4 ヒータ 6 4 と連続している。また、透明部材 8 5、8 6 は、平面視において、空間 A を挟んで対向するように配置されている。透明部材 8 5、8 6 は、平面視において、第 1 つかみ具 1 0 および第 2 つかみ具 2 0 によって保持された試験片 5 を挟んで対向するように配置されている。ここでは、透明部材 8 5 は、空間 A の前方に配置されている。透明部材 8 6 は、空間 A の後方に配置されている。透明部材 8 5 は、第 1 ヒータ 6 1 および第 2 ヒータ 6 2 と連続している。透明部材 8 6 は、第 3 ヒータ 6 3 および第 4 ヒータ 6 4 と連続している。なお、図示は省略するが、断熱部材 8 1、8 2 の上部、および、透明部材 8 5、8 6 の上部と連続するように、上面部材が設けられていてもよいし、断熱部材 8 1、8 2 の下部、および、透明部材 8 5、8 6 の下部と連続するように、下面部材が設けられていてもよい。上面部材および下面部材の中央部分には、試験片 5 が挿入される孔が形成されていてもよい。なお、カバー体 8 0 は、省略することが可能である。

【0046】

本実施形態では、ヒータ 6 1 ~ 6 4 は、カバー体 8 0 に設けられている。ヒータ 6 1 ~ 6 4 の照射部 6 1 a ~ 6 4 a は、カバー体 8 0 の内部であって、第 1 つかみ具 1 0 と第 2 つかみ具 2 0 との間の空間 A に向かって配置されている。ヒータ 6 1 ~ 6 4 は、カバー体 8 0 の内部であって、第 1 つかみ具 1 0 と第 2 つかみ具 2 0 との間の空間 A に向かって熱を照射している。そのため、ヒータ 6 1 ~ 6 4 およびカバー体 8 0 によって、恒温槽としての機能を有している。

【0047】

なお、図 1 に示すように、第 1 つかみ具 1 0 の第 1 つかみ歯 1 1、1 2、および、第 1 冷却部 3 0 の第 1 接触部材 3 1、3 2 を覆うように、上部カバー 8 8 a が設けられていてもよい。同様に、第 2 つかみ具 2 0 の第 2 つかみ歯 2 1、2 2、および、第 2 冷却部 4 0 の第 2 接触部材 4 1、4 2 を覆うように、下部カバー 8 8 b が設けられていてもよい。なお、上部カバー 8 8 a および下部カバー 8 8 b の形状は特に限定されず、例えば箱状である。また、上部カバー 8 8 a は上部が開口していてもよい。下部カバー 8 8 b は下部が開口していてもよい。上部カバー 8 8 a および下部カバー 8 8 b は、断熱部材によって形成されていることが好ましい。上部カバー 8 8 a および下部カバー 8 8 b が設けられているため、ヒータ 6 1 ~ 6 4 の輻射熱によって、第 1 つかみ歯 1 1、1 2、第 1 接触部材 3 1、3 2、第 2 つかみ歯 2 1、2 2、および、第 2 接触部材 4 1、4 2 が加熱されることを防ぐことができる。なお、上部カバー 8 8 a は、第 1 つかみ具 1 0 の第 1 つかみ歯 1 1、1 2 のみを覆い、第 1 冷却部 3 0 の第 1 接触部材 3 1、3 2 を覆っていない。また、上部カバー 8 8 a は、第 1 接触部材 3 1、3 2 のみを覆い、第 1 つかみ歯 1 1、1 2 を覆っていない。同様に、下部カバー 8 8 b は、第 2 つかみ具 2 0 の第 2 つかみ歯 2 1、2 2 のみを覆い、第 2 冷却部 4 0 の第 2 接触部材 4 1、4 2 を覆っていない。また、下部カバー 8 8 b は、第 2 接触部材 4 1、4 2 のみを覆い、第 2 つかみ歯 2 1、2 2 を覆っていない。

【0048】

< 撮影装置 7 0 >

図 4 に示すように、撮影装置 7 0 は、引張試験装置 1 0 0 によって、試験片 5 の引張試験を行っている際、試験片 5 の表面を撮影する装置である。そして、撮影した試験片 5 の表面の画像に基づいて、試験片 5 の歪み度合いを測定する。

【0049】

ここでは、撮影装置 7 0 は、2 つ設けられている。2 つの撮影装置 7 0 は、平面視において、第 1 つかみ具 1 0 と第 2 つかみ具 2 0 との間の空間 A を挟んで対向するようにそれぞれ配置されている。ここでは、2 つの撮影装置 7 0 は、第 1 つかみ具 1 0 および第 2 つかみ具 2 0 によって保持された試験片 5 の前方および後方に配置されている。前側の撮影装置 7 0 は、透明部材 8 5 よりも前方に配置され、後側の撮影装置 7 0 は、透明部材 8 6 よりも後方に配置されている。ただし、撮影装置 7 0 の配置位置は特に限定されない。ま

た、撮影装置 70 の数も特に限定されない。例えば、撮影装置 70 は、1 つであってもよいし、3 つ以上であってもよい。なお、図 1 において、撮影装置 70 の図示は省略されている。

【0050】

< 温度センサ 88 >

図 5 に示すように、温度センサ 88 は、第 1 つかみ具 10 と第 2 つかみ具 20 によって保持された試験片 5 の温度を測定するものである。温度センサ 88 の種類は、特に限定されず、例えば、赤外線サーモグラフィである。温度センサ 88 を赤外線サーモグラフィにすることによって、試験片 5 に接触することなく、試験片 5 の温度を測定することができる。また、温度センサ 88 の配置位置は特に限定されず、例えば、カバー体 80 の透明部材 85 よりも前方であってもよい。なお、温度センサ 88 は、第 1 つかみ具 10 と第 2 つかみ具 20 によって保持された試験片 5 に接触した状態で、試験片 5 の表面温度を測定する温度計であってもよい。

10

【0051】

< 制御部 90 >

制御部 90 は、引張試験装置 100 の各部材および部位を制御するものである。例えば、制御部 90 は、コンピュータであり、中央演算処理装置（以下、CPU という）と、CPU が実行するプログラムなどを格納した ROM と、RAM などを備えていてもよい。制御部 90 は、底部材 6 の内部に設けられた油圧シリンダ 6a、供給装置 50、ヒータ 61 ~ 64、撮影装置 70、および、温度センサ 88 と電氣的に接続されている。ここでは、制御部 90 は、図 1 に示すように、油圧シリンダ 6a を駆動させてクロスヘッド 6b が下方に移動することで、第 2 つかみ具 20 を下方へ移動させる。制御部 90 によって、供給装置 50 を制御することによって、図 4 に示すように、供給装置 50 は、冷却媒体を第 1 冷却部 30 の第 1 接触部材 31、32 に形成された第 1 の孔 33、34、および、第 2 冷却部 40 の第 2 接触部材 41、42 に形成された第 2 の孔 43、44 に供給する。また、制御部 90 は、温度センサ 88 から試験片 5 の温度情報を取得する。そして、試験片 5 の温度情報に基づいて試験片 5 の温度が所定の温度になるように、ヒータ 61 ~ 64 を制御する。制御部 90 は、撮影装置 70 を制御することによって、撮影装置 70 は、第 1 つかみ具 10 および第 2 つかみ具 20 によって保持された試験片 5 の中央部分の表面を撮影する。なお、本実施形態では、制御部 90 は、1 つのコンピュータで構成され、油圧シリンダ 6a、供給装置 50、ヒータ 61 ~ 64、撮影装置 70、および、温度センサ 88 などの構成部品を集中的に制御するものである。しかし、制御部 90 は、複数のコンピュータで構成され、それぞれのコンピュータが油圧シリンダ 6a、供給装置 50、ヒータ 61 ~ 64、撮影装置 70、および、温度センサ 88 などの構成部品を個々に制御するものであってもよい。制御部 90 の構成は特に限定されない。

20

30

【0052】

次に、引張試験装置 100 の使用方法について説明する。本実施形態において引張試験を行う試験片 5 は、自動車部材などとして使用される熱可塑性樹脂を用いた繊維強化プラスチック（Fiberglass reinforced thermoplastic : FRTP）である。なお、引張試験装置 100 で引張試験を行う試験片 5 の材質は特に限定されない。ここでは、FRTP によって構成された試験片 5 が溶融する温度まで試験片 5 を加熱した上で、試験片 5 の引張試験を行う。図 6 は、試験片 5 を模式的に示した模式図である。図 6 に示すように、ここでは、試験片 5 は、矩形状の板である。試験片 5 の歪み度合い（歪み分布）を画像相関法によって測定するため、試験片 5 の中央部分の表面 5s には、白色の塗料が塗られている。白色の塗料が塗られた試験片 5 の中央部分の表面 5s には、黒い斑点 5c が塗られている。そして、黒い斑点 5c を構成する点同士の間隔は、異なっており、ランダムに配置されている。ただし、試験片 5 の中央部分の表面 5s には、白色の塗料が塗られていなくてもよいし、斑点 5c の色は、黒色に限定されない。

40

【0053】

本実施形態における引張試験では、先ず、図 1 に示すように、引張試験の対象となる試

50

試験片 5 を引張試験装置 100 に取り付ける。詳しくは、図 2 に示すように、試験片 5 の一端部 5 a を第 1 つかみ具 10 の第 1 つかみ歯 11、12 が挟むと共に、試験片 5 の他端部 5 b を第 2 つかみ具 20 の第 2 つかみ歯 21、22 が挟む。そして、試験片 5 の一端部 5 a であって、第 1 つかみ歯 11、12 によって挟んだ箇所よりも試験片 5 の中央部分側の箇所を、第 1 冷却部 30 の第 1 接触部材 31、32 が挟む。試験片 5 の他端部 5 b であって、第 2 つかみ歯 21、22 によって挟んだ箇所よりも試験片 5 の中央部分側の箇所を、第 2 冷却部 40 の第 2 接触部材 41、42 が挟む。

【0054】

そして、図 3 に示すように、制御部 90 によって、供給装置 50 を駆動させることで、第 1 冷却部 30 の第 1 接触部材 31、32 の第 1 の孔 33、34、および、第 2 冷却部 40 の第 2 接触部材 41、42 の第 2 の孔 43、44 に冷却媒体を流す。

10

【0055】

その後、制御部 90 によって、ヒータ 61～64 を制御することで、ヒータ 61～64 が第 1 つかみ具 10 と第 2 つかみ具 20 とによって保持された試験片 5 の中央部分に熱を局所的に付与する。ヒータ 61～64 によって熱せられた試験片 5 の温度は、FRTP によって構成された試験片 5 の熔融温度近傍の温度である。制御部 90 は、温度センサ 88 から試験片 5 の温度情報を取得する。そして、制御部 90 は、取得した温度情報に基づいて、試験片 5 の温度が熔融温度近傍になるように、ヒータ 61～64 に付与される熱の強さを制御する。

【0056】

本実施形態では、試験片 5 の一端部 5 a は第 1 冷却部 30 によって冷却され、試験片 5 の他端部 5 b は第 2 冷却部 40 によって冷却されている。そのため、試験片 5 の中央部分の熱は、試験片 5 の両端部 5 a、5 b に伝わりにくく、第 1 つかみ具 10 および第 2 つかみ具 20 によって保持された箇所は、加熱されにくい。よって、本実施形態では、試験片 5 の中央部分は温度が上昇するが、両端部 5 a、5 b は温度上昇が鈍い。したがって、試験片 5 の両端部 5 a、5 b は、それぞれ第 1 つかみ具 10 および第 2 つかみ具 20 に対して滑りにくい。このため、試験片 5 の両端部 5 a、5 b は、それぞれ第 1 つかみ具 10 および第 2 つかみ具 20 によって保持された状態が維持される。

20

【0057】

試験片 5 が保持され、かつ、加熱された状態で、制御部 90 によって、油圧シリンダ 6 a を駆動させて第 2 つかみ具 20 を下方に移動させることで、試験片 5 の他端部 5 b を下方に引っ張る引張試験が行われる。引張試験が行われている間、試験片 5 の中央部分が下方に延びる。なお、引張試験が行われている間、撮影装置 70 によって試験片 5 の中央部分の表面を撮影するとよい。撮影装置 70 によって、試験片 5 を撮影する間隔は特に制限されないが、例えば、1 秒ごとである。制御部 90 は、時間の経過と共に撮影された試験片 5 の画像に基づいて、試験片 5 の歪み度合いについて測定する。具体的には、撮影された試験片 5 の画像について、試験片 5 の表面 5 s の黒い斑点 5 c (図 6 参照) のうち任意の複数の点の集合体 (以下、任意の集合体という。) に着目する。そして、時間の経過と共に、任意の集合体が引張試験によってどれくらい移動したかを、画像相関法を用いて測定することで、試験片 5 の歪み度合い (歪み分布) を測定している。

30

40

【0058】

なお、上述した引張試験装置 100 の使用方法では、試験片 5 の歪み度合いを、画像相関法を用いて測定するため、試験片 5 の中央部分の表面 5 s には、黒い斑点 5 c が塗られている。しかし、試験片 5 の歪み度合いを画像相関法で測定しない場合、試験片 5 の中央部分の表面 5 s には、黒い斑点 5 c が塗られていなくてもよい。試験片 5 の歪み度合いの測定方法は、画像相関法に限定されない。例えば、試験片 5 の引張試験を行っている際、試験片 5 が引っ張られる動画を撮影し、撮影した動画に基づいて、試験片 5 の歪み度合いを測定してもよい。この場合、試験片 5 の表面における歪み度合いを測定する箇所には、線が描かれていてもよい。試験片 5 の表面に描かれた線が、時間の経過に伴って、どの程度移動したかを測定することで、試験片 5 の歪み度合いを測定してもよい。

50

【0059】

上述した引張試験装置100の使用方法では、ヒータ61～64によって熱せられた試験片5の温度は、FRTPによって構成された試験片5の溶融温度近傍の温度であった。しかしながら、試験片5への加熱温度は、FRTPによって構成された試験片5の溶解温度近傍の温度以上であってもよいし、FRTPによって構成された試験片5の溶解温度近傍の温度以下であっても室温以上であってもよい。引張試験を行う際の試験片5への加熱温度は特に限定されない。

【0060】

以上のように、本実施形態の引張試験装置100は、図1に示すように、第1つかみ具10と、第2つかみ具20と、第1冷却部30と、第2冷却部40とを備えている。第1つかみ具10は、試験片5の一端部5aを保持する。第2つかみ具20は、第1つかみ具10と対向するように配置され、試験片5の他端部5bを保持する。第1冷却部30は、第1つかみ具10によって保持された試験片5の一端部5aを冷却する。第2冷却部40は、第2つかみ具20によって保持された試験片5の他端部5bを冷却する。試験片5が加熱された場合、第1つかみ具10によって保持された試験片5の一端部5aは、第1冷却部30によって冷却される。そして、第2つかみ具20によって保持された試験片5の他端部5bは、第2冷却部40によって冷却される。よって、第1つかみ具10および第2つかみ具20によって試験片5を保持して、試験片5を加熱した場合（例えば、FRTPの溶融温度近傍に加熱した場合）、FRTPで構成された試験片5の一端部5aおよび5bの表面は融けない。したがって、試験片5の一端部5aおよび5bが、それぞれ第1つかみ具10および第2つかみ具20に対して滑りにくくなる。よって、FRTPによって構成された試験片5を溶融温度近傍の温度になるように加熱した場合であっても、引張試験を適切に行うことができる。

10

20

【0061】

第1冷却部30は、第1つかみ具10と別体に設けられている。第2冷却部40は、第2つかみ具20と別体に設けられている。引張試験装置100を用いて、ヒータ61～64を使用せずに常温の状態での試験片5の引張試験を行う場合、試験片5に第1冷却部30および第2冷却部40を取り付けることなく、試験片5の引張試験を行うことができる。よって、引張試験を行う際の試験片5への加熱温度に応じて、第1冷却部30および第2冷却部40を使用するか否かを選択することができる。

30

【0062】

図2に示すように、第1冷却部30は、第1つかみ具10によって保持された試験片5に接触する第1接触部材31、32を備えている。第1接触部材31、32には、第1の孔33、34が形成されている。また、第2冷却部40は、第2つかみ具20によって保持された試験片5に接触する第2接触部材41、42を備えている。第2接触部材41、42には、第2の孔43、44が形成されている。引張試験装置100は、図1に示すように、第1の孔33、34と第2の孔43、44とに冷却媒体を供給する供給装置50を備えている。以上のような構成にすることによって、供給装置50が第1の孔33、34および第2の孔43、44に冷却媒体を供給するという比較的簡単な方法で、第1つかみ具10によって保持された試験片5の一端部5a、および、第2つかみ具20によって保持された試験片5の他端部5bを冷却することができる。

40

【0063】

引張試験装置100は、第1つかみ具10と第2つかみ具20との間において、第1つかみ具10および第2つかみ具20によって保持された試験片5が配置される空間Aに熱を付与するヒータ61～64を備えている。ヒータ61～64によって、第1つかみ具10および第2つかみ具20によって保持された試験片5に熱を均一に付与し易い。

【0064】

ヒータ61～64は、セラミックヒータである。図4に示すように、第1ヒータ61および第3ヒータ63は、平面視において、空間Aを挟んで対向するように設けられている。また、第2ヒータ62および第4ヒータ64は、平面視において、空間Aを挟んで

50

対向するように設けられている。ヒータ61～64を上述したように配置することによって、第1つかみ具10および第2つかみ具20によって保持された試験片5に熱を効率的に付与することができる。

【0065】

以上、第1実施形態に係る引張試験装置100について説明した。しかし、本発明の材料試験装置は、第1実施形態に係る引張試験装置100に限定されない。

【0066】

<第2実施形態>

次に、第2実施形態に係る引張試験装置200について説明する。図7は、第2実施形態に係る引張試験装置200の正面図である。図8は、第1つかみ具10および第2つかみ具20の側面図である。図9は、第1つかみ具10の平面図である。

10

【0067】

図7に示すように、第1冷却部30は、第1つかみ具10と一体に設けられている。ここでは、図8および9に示すように、第1つかみ具10の第1つかみ歯11、12には、それぞれ第1の孔33、34が形成されている。第1つかみ歯11、12が互い対向する面に対して平行になるように、第1つかみ歯11、12に、それぞれ第1の孔33、34が形成されている。そして、第1の孔33、34同士は、可撓性を有する第1の連通管39によって連通している。

【0068】

ここでは、第2つかみ具20の第2つかみ歯21、22の構成は、第1つかみ歯11、12と同様の構成をしている。そのため、ここでは、第2つかみ歯21、22の説明は、図9を用いて行う。なお、図9において、括弧内の符号は、第2つかみ歯21、22に関連する部位の符号である。ここでは、第2つかみ具20の第2つかみ歯21、22には、それぞれ第2の孔43、44が形成されている。第2の孔43、44は、第2つかみ歯21、22が互いに対向する面に対して、それぞれ平行になるように第2つかみ歯21、22を貫通している。本実施形態では、第2の孔43、44のそれぞれの貫通方向は、第1つかみ歯11、12に形成された第1の孔33、34の貫通方向と同じ方向である。第2の孔43、44同士は、可撓性を有する第2の連通管49によって連通している。

20

【0069】

本実施形態において、試験片5の引張試験を行う際、試験片5の一端部5aを第1つかみ具10の第1つかみ歯11、12が挟むと共に、試験片5の他端部5bを第2つかみ具20の第2つかみ歯21、22が挟む。そして、供給装置50を駆動させることで、第1つかみ具10の第1つかみ歯11、12に形成された第1の孔33、34、および、第2つかみ具20の第2つかみ歯21、22に形成された第2の孔43、44に冷却媒体を流す。

30

【0070】

その後、ヒータ61～64（図4参照）が第1つかみ具10と第2つかみ具20とによって保持された試験片5の中央部分に局所的に熱を付与する。試験片5の中央部分の熱は試験片5の中央部分から両端部5a、5bに伝わろうとする。しかし、本実施形態では、試験片5の一端部5aは第1つかみ歯11、12に形成された第1の孔33、34に流れる冷却媒体によって冷却され、試験片5の他端部5bは第2つかみ歯21、22に形成された第2の孔43、44に流れる冷却媒体によって冷却されている。そのため、試験片5の中央部分の熱は、試験片5の両端部5a、5bに伝わらず、第1つかみ具10および第2つかみ具20によって保持された試験片5の両端部5a、5bは、熱くならない。

40

【0071】

以上のように、本実施形態では、第1冷却部30および第2冷却部40は、それぞれ第1つかみ具10および第2つかみ具20と一体に設けられている。第1つかみ具10の第1つかみ歯11、12には、それぞれ冷却媒体が流れる第1の孔33、34が形成されている。第2つかみ具20の第2つかみ歯21、22には、それぞれ冷却媒体が流れる第2の孔43、44が形成されている。以上のような構成にすることによって、引張試験装置

50

200の部品点数を少なくすることができ、引張試験を行う試験片5を引張試験装置200に容易に取り付けることができる。

【0072】

<他の実施形態>

第1実施形態では、第1冷却部30および第2冷却部40は、第1接触部材31、32および第2接触部材41、42で試験片5の両端部5a、5bを挟むことで、試験片5の両端部5a、5bを冷却していた。しかしながら、本発明の第1冷却部および第2冷却部の構造は、上記各実施形態に記載された構造に限定されない。例えば、第1冷却部30の第1接触部材31、32、および、第2冷却部40の第2接触部材41、42には、それぞれ第1の孔33、34および第2の孔43、44が形成されておらず、熱伝導などで第1接触部材31、32および第2接触部材41、42が冷却されるような構造であってもよい。また、本発明の第1冷却部および第2冷却部は、それぞれ可撓性を有するフレキシブルパイプを備えていてもよい。そして、上記フレキシブルパイプは、試験片5の両端部に巻き付けられていてもよい。このような第1冷却部および第2冷却部の構成であっても、上記フレキシブルパイプに冷却媒体が流れることで、試験片5の両端部5a、5bを冷却することができる。

10

【0073】

上記各実施形態では、ヒータ61～64は、セラミックヒータであった。しかし、ヒータ61～64は、セラミックヒータに限定されない。例えば、ヒータ61～64は、遠赤外線ヒータ、近赤外線ヒータ、または、ハロゲンヒータであってもよい。上述した種類の何れかのヒータを使用した場合であっても、第1つかみ具10および第2つかみ具20によって保持された試験片5に熱を効率的に付与することができる。特に、遠赤外線ヒータで試験片5に熱を付与する場合、試験片5をより均一に温め易い。よって、試験片5に熱をより効率的に付与することができる。

20

【0074】

第1実施形態では、図1および図4に示すように、カバー体80は、第1つかみ具10および第2つかみ具20によって保持された試験片5を覆っていた。ヒータ61～64は、カバー体80に設けられ、カバー体80の内部に向かって熱を付与していた。カバー体80およびヒータ61～64の位置関係は、一例に過ぎず、図1および図4に示す例に限定されない。本発明の材料試験装置では、カバー体80は、恒温槽を構成するものであってもよい。この場合、恒温槽は、第1つかみ具10と、第2つかみ具と、第1つかみ具10および第2つかみ具20によって保持された試験片5とが配置された空間を覆っていてもよい。恒温槽を用いる場合、第1冷却部30は、第1つかみ具10と一体に設けられ、第2冷却部40は、第2つかみ具20と一体に設けられていることが好ましい。この場合、第1つかみ具10と第1冷却部30とが一体に設けられ、かつ、第2つかみ具20と第2冷却部40とが一体に設けられているため、第1つかみ具10および第2つかみ具20によって保持された試験片5の両端部5a、5bを冷却することができる。すなわち、第1つかみ具10および第2つかみ具20によって保持された試験片5の両端部5a、5bの温度上昇を抑制することができる。このため、恒温槽を用いた場合であっても、試験片5の引張試験を適切に行うことができる。なお、第1つかみ具10および第2つかみ具20は、それぞれ第1冷却部30および第2冷却部40と一体に設けられているため、第1つかみ具10および第2つかみ具20自体が冷却される。恒温槽内において、引張試験を行う場合、第1つかみ具10および第2つかみ具20が冷却されると、第1つかみ具10および第2つかみ具20に結露が生じる。このため、引張試験中、恒温槽内を乾燥状態にすることが好ましい。恒温槽内を乾燥状態にすることによって、第1つかみ具10および第2つかみ具20が結露しにくくなる。

30

40

【0075】

なお、上述した恒温槽は、第1つかみ具10と、第2つかみ具と、第1つかみ具10および第2つかみ具20によって保持された試験片5とが配置された空間を覆っていた。しかし、恒温槽は、第1つかみ具10および第2つかみ具20によって保持された試験片5

50

が配置された空間を覆い、第1つかみ具10および第2つかみ具20が配置された空間を覆っていてもよい。この場合、第1冷却部30は、第1つかみ具10と一体であってもよいし別体であってもよい。第2冷却部40は、第2つかみ具20と一体であってもよいし別体であってもよい。

【0076】

カバー体80の透明部材85、86は、第1つかみ具10および第2つかみ具20に保持された試験片5と撮影装置70との間に設けられていることが好ましい。特に、透明部材85、86は、第1つかみ具10および第2つかみ具20に保持された試験片5の正面に配置されているとよい。また、透明部材85、86の幅は特に限定されないが、例えば、試験片5の幅よりも若干長くてもよいし、短くてもよい。透明部材85、86の幅は、撮影装置70が透明部材85、86を通じて、第1つかみ具10および第2つかみ具20に保持された試験片5の中央部分の表面を撮影できる程度であることが好ましい。また、カバー体80は、第1つかみ具10および第2つかみ具20に保持された試験片5、および、ヒータ61~64を囲むように構成されていてもよい。

10

【0077】

上記各実施形態では、図1に示すように、第1つかみ具10は、上部材8に固定され、第2つかみ具20は、油圧シリンダ6aが駆動することによって、試験片5の他端部5bを下方に引っ張っていた。すなわち、上記各実施形態の引張試験装置100は、試験片5の他端部5bを下方に引っ張ることによって、試験片5の引張試験を行う装置であった。しかし、本発明の材料試験装置は、試験片5の一端部5aを上方に引っ張ることで引張試験を行う装置であってもよい。この場合、第2つかみ具20は、底部材6に固定され、上部材8の内部に油圧シリンダ6aが設けられているとよい。そして、油圧シリンダ6aが駆動することによって、第1つかみ具10は、試験片5の一端部5aを上方に引っ張るような構造であってもよい。

20

【0078】

上記各実施形態では、油圧シリンダ6aによって、試験片5の端部は引っ張られていた。すなわち、上記各実施形態では、油圧式の駆動機構によって試験片5の端部を引っ張るような機構であった。しかしながら、試験片5の端部を引っ張る機構は、電気式、例えば、モータが駆動することによって、試験片5の端部を引っ張るような機構であってもよい。

30

【0079】

上記各実施形態では、材料試験装置は、試験片5の引張試験を行う引張試験装置であった。しかし、材料試験装置は、試験片5の圧縮試験を行う圧縮試験装置であってもよい。この場合、例えば、油圧シリンダ6aが駆動することによって、第2つかみ具20が試験片5の他端部5bを上方に押すようなものであってもよい。

【0080】

ここで提案される材料試験装置について、さらに他の実施形態を説明する。

上述した実施形態では、材料試験装置100は、第1冷却部30と、第2冷却部40と、供給装置50を備えている。図10は、他の実施形態にかかる材料試験装置100を示す正面図である。図10で例示される材料試験装置100は、第1冷却部30と、第2冷却部40と、供給装置50とを備えていない。

40

【0081】

ここで提案される材料試験装置100は、図10に示すように、必ずしも第1冷却部30と、第2冷却部40と、供給装置50を備えていなくてもよい。例えば、材料試験においてヒータ61~64で加熱する温度が、例えば、試験片の中心部において170程度に加熱される場合でも、第1つかみ具10や第2つかみ具20で捕まれた部位の温度が70以下程度に抑えられる場合がある。このような場合には、試験対象となる試験片に用いられた樹脂の熔融温度や耐熱温度や熱変形温度などを考慮すると、冷却が不要である場合がある。つまり、材料試験装置100は、必ずしも第1冷却部30と、第2冷却部40と、供給装置50を備えていなくてもよい。これにより、装置を簡素化できる。例えば、

50

上述した形態で、第1冷却部30と第2冷却部40を取り付けずに用いるとよい。ここで提案される材料試験装置100は、ヒータ61, 62によって試験片5を局所的に加熱することができ、加熱された試験片5の性能を評価できる。以下、ここで提案される材料試験装置100のように、ヒータ61, 62によって、試験片5を局所的に加熱する方法を採用した材料試験装置を、適宜に「高温変形解析システム」と称する。

【0082】

次に、本発明者が行なった試験例を説明する。

【0083】

図11は、試験された材料試験装置の模式図である。図11では、試験片5、第1冷却部30、第2冷却部40、ヒータ61, 62（遠赤外線セラミックヒータ）の配置が模式的に示されている。

10

【0084】

ここで用意される試験片5の寸法は長さ250mm×幅20mm×厚さ2mmとした。試験片5の強化材には、45度に配向させたポリアクリルニトリル(PAN)系炭素繊維と-45度に配向させたポリアクリルニトリル系炭素繊維とを交互に積層し、ポリエステル縫糸によりステッチしたノンクリンプファブリック(NCF, 300g/m²、積層構成[+45°/-45°]、東邦テナックス製)を用いた。試験片5のマトリックスには、ポリアミド6樹脂(PA6、1013B、融点210、宇部興産製)を目付50g/m²の不織布(クラレ製)に加工したものをを用いた。成形は、ホットプレス成形により、成形温度を280、成形圧力を2MPa、保持時間を90sとして、繊維の体積含有量がVf50%となるように成形した。

20

【0085】

なお、積層板の構成は、[+45°/-45°]3sである。つまり、+45°と-45°が1層にセットされているノンクリンプファブリックが、繊維の配向が面对称(シンメトリーになるよう)に重ねられる。かかるノンクリンプファブリックの面对称積層体が、さらに繊維の配向の角度が交互に異なるように3枚積層されている。積層された繊維の配向の角度を順に羅列すると(+45-45)(+45-45)(+45-45)(-45+45)(-45+45)(-45+45)となる。ここで、括弧内は、+45°と-45°が1層にセットされているノンクリンプファブリックを示している。

30

【0086】

また、試験片5の内部温度を測るため、上記のノンクリンプファブリックを厚さ1mmになるように積層体を成形する。そして、2枚の積層板の間にk型熱電対を挟み込む。かかるk型熱電対によって試験片5の内部の温度を測定した。k型熱電対を挟み込んだ試験片は、試験片5の温度変化を推定するための温度測定用に用いられるが、引張試験には用いられていない。

【0087】

ひずみ測定には三次元変形計測装置(ARAMIS GOM社(ドイツ)製)を用い、デジタル画像相関法により測定対象物の表面のランダム模様からひずみ分布を測定することが可能なシステムを用いた。本試験例では炭酸カルシウムとエタノールを混ぜた塗料を用い、ランダム模様を作成した。またランダム模様のコントラストを強調するために下地に白色、ランダム模様は黒色のスプレーを用いて試験へ塗布した。

40

【0088】

図12(a)と図12(b)は、試験片5とヒータ61, 62との位置関係を示す。ここでは、ヒータ61, 62と試験片5との距離や照射方向が、試験片5の温度に及ぼす影響を調べた。ヒータ61, 62は、試験片5の長さ方向の中心に、長さ方向の中心を合わせて(つまり、高さ方向を合わせて)配置されている。ヒータ61, 62と試験片5との距離d(mm)は、ヒータ61, 62の照射部の中心を結ぶ直線D1に沿って、試験片5の幅方向の中心とヒータ61, 62の照射部の中心との距離として規定した。また、ヒータ61, 62の照射方向は、試験片5の表面の法線方向D2と、ヒータ61, 62の照射部の中心を結ぶ直線D1とのなす角で規定した。ここで、図12(a)に示すように、

50

試験片 5 の表面の法線方向 D 2 にヒータ 6 1 , 6 2 の照射部が配置されている場合には、ヒータ 6 1 , 6 2 の照射角度を 0 ° とした。この試験例では、ヒータ 6 1 , 6 2 には、長さ 1 2 0 mm × 幅 6 0 mm の遠赤外線セラミックヒータ (H 7 G S - 6 6 1 9 2 、日本ガイシ株式会社製) を用いた。

【 0 0 8 9 】

試験条件は、試験片温度を 1 0 0 、試験片 5 とヒータ 6 1 , 6 2 との距離を 5 0 mm 、 8 0 mm 、 1 0 0 mm 、 1 2 0 mm 、 1 5 0 mm とした。なお、本試験例における試験片温度は、目標温度に対して ± 3 の範囲として定義した。

【 0 0 9 0 】

また高温変形解析システムでの試験片のひずみ測定を想定して、ヒータ 6 1 , 6 2 と試験片 5 のなす角 を 4 5 ° 、ヒータ 6 1 , 6 2 と試験片 5 との距離 d を 1 0 0 mm としたときの温度測定も行った。試験片温度は 1 0 0 、 1 7 0 とした。なお、ヒータ 6 1 , 6 2 と試験片 5 のなす角 を 4 5 ° とした時には、引張試験を想定して第 1 冷却部 3 0 および第 2 冷却部 4 0 を試験片 5 に取り付けたときの温度測定も行った。第 1 冷却部 3 0 、第 2 冷却部 4 0 の位置は、第 1 つかみ具 1 0 、第 2 つかみ具 2 0 が試験片 5 を保持した位置から 1 0 mm とした。

10

【 0 0 9 1 】

試験片 5 の表面の温度分布を赤外線サーモグラフィ (T V S - 5 0 0 E X 、日本アビオニクス株式会社製) によって測定した。また試験片 5 の予め定められた位置での温度は k 型熱電対およびポータブルマルチロガー (Z R - R X 4 0 、オムロン株式会社製) によって測定した。熱電対による温度測定箇所は、試験片 5 の長さ方向の中心 (0 mm とする) を基準として、0 mm (中心) 、中心から 2 5 mm 上方の位置、中心から 7 5 mm 上方の位置とした。このうち 0 mm (中心) と中心から 2 5 mm 上方の位置については表面と内部の温度を測定した。中心から 7 5 mm 上方の位置については表面の温度のみを測定した。

20

【 0 0 9 2 】

引張試験には万能精密試験機 (オートグラフ A G - 1 0 0 k N 、株式会社島津製作所製) を用い、試験速度を 5 mm / m i n とした。ヒータ 6 1 , 6 2 によって加熱する本引張試験では、1 0 0 、 1 7 0 、 2 0 0 、 2 2 0 とした。また、本引張試験に対する比較として、引張試験用の恒温槽内での引張試験も実施した。恒温槽を用いた引張試験では、試験片 5 の温度を 1 0 0 、 1 1 0 、 1 2 0 とした。

30

【 0 0 9 3 】

なお、本引張試験では、試験片 5 を加熱してから 1 5 分後に赤外線サーモグラフィによって表面温度を確認した。また試験片 5 の長さ方向の中央の表面温度が 2 0 0 、 2 2 0 となるように加熱する場合には、外気を遮断するために、ヒータ用カバー 8 9 (図 4 参照 , 図 1 1 において図示省略) で、ヒータ 6 1 , 6 2 の照射部の周囲を覆った。これによりヒータ 6 1 , 6 2 の熱がより効率良く試験片 5 に供給されるようにした。

【 0 0 9 4 】

図 1 3 は、本引張試験における温度測定結果を示すグラフである。図 1 3 では、ヒータ 6 1 , 6 2 と試験片 5 のなす角 を 0 ° とし、ヒータ 6 1 , 6 2 と試験片 5 との距離 d (図 1 2 参照) を、5 0 mm 、 8 0 mm 、 1 0 0 mm 、 1 2 0 mm 、 1 5 0 mm と変えて温度を測定した。そして、長さ方向の中心における表面温度が大凡 1 0 0 となるように試験片 5 を加熱したときの温度測定結果を示すグラフが示されている。図 1 3 では、縦軸に温度、横軸にヒータ 6 1 , 6 2 と試験片 5 との距離 d 毎に、試験片の長さ方向の中心における 0 mm 、 2 5 mm での表面 (S u f a c e) および内部 (I n s i d e) の温度が示されている。図 1 3 に示すように、ヒータ 6 1 , 6 2 と試験片 5 との距離 d が 1 0 0 mm のとき、試験片の 0 mm 、 2 5 mm での表面 (S u f a c e) と内部 (I n s i d e) の温度差が最も小さいことがわかる。

40

【 0 0 9 5 】

図 1 4 は、試験片 5 を加熱した際の温度測定結果を示すグラフである。図 1 4 では、試

50

試験片5の温度を100、ヒータ61, 62と試験片5とのなす角を0°、45°としたときの温度測定結果を示すグラフである。試験片5の0mm、25mmでの表面および内部の温度差は、目標温度に対して±3以内の範囲に収まっており、ヒータ61, 62と試験片5とのなす角が0°の温度測定結果と比較しても、問題のない範囲であることがわかる。そして、ヒータ61, 62と試験片5のなす角を0°とした場合でも45°とした場合でも、試験片5の温度は、同等の環境でひずみが測定できることが確認された。このため、ヒータ61, 62と試験片5のなす角を、例えば、45°とし、試験片5に対して遠赤外線ヒータを正面に配置して、試験片5のひずみを測定してもよい。また、ヒータ61, 62と試験片5のなす角を45°とした場合、ヒータ61, 62と試験片5との距離が同じである場合には、試験片5の正面が広く開かれる。このため、遠赤外線ヒータによるひずみの観測が容易になる。かかる観点において、ヒータ61, 62と試験片5のなす角は、例えば、20°以上70°以下の範囲、より好ましくは30°以上60°以下の範囲で任意に設定しうる。また、試験片5が局所的に加熱されるとよく、試験片5の周りに配置するヒータの数も、2つに限定されず、3つあるいは4つなど、種々変更可能である。

10

20

30

40

50

【0096】

図15は、試験片5の長さ方向の中心において、表面の温度が大凡100になるように加熱した時の試験片5の温度分布を示すグラフである。図16は、試験片5の長さ方向の中心において、表面の温度が大凡170になるように加熱した時の試験片5の温度分布を示すグラフである。図15および図16は、冷却部30, 40を試験片5に取り付けたときの温度測定結果と、冷却部30, 40が試験片5に取り付けられていないときの温度測定結果を示すグラフである。

【0097】

図15および図16に示すように、試験片5の長さ方向の中心から0mm、25mmでの表面および内部の温度分布において、冷却部30, 40の有無が試験片5の温度分布に及ぼす影響はあまりないことが分かる。他方で、試験片5の長さ方向の中心から75mmの位置(各保持部10, 20の近傍)での温度は、試験片5の長さ方向の中心を約100に加熱したのとき、冷却部30, 40なしの場合、47.9であったのに対して、冷却部30, 40を機能させた場合、32.8であった。また、試験片5の長さ方向の中心を約170に加熱したとき、冷却部30, 40なしの場合、66.5であったのに対して、冷却部30, 40を機能させた場合、41.2であった。このように、冷却部30, 40を機能させることによって、保持部10, 20の温度を低く抑えることができる。

【0098】

図17は、試験片5の内部の温度履歴を測定した結果を示すグラフである。図17では、縦軸は温度、横軸は時間であり、試験片5の表面温度が100または170になるように加熱したときの、試験片5の内部の温度上昇が記録されている。図17に示すように、試験片5の内部の温度は、ヒータ61, 62によって加熱を開始してから上昇し、やがて収束することがわかる。試験片5の内部の温度はヒータ加熱後大凡15分で安定していることが確認された。したがって、試験片5を加熱してから大凡15分経過後に引張試験を行なうとよいことがわかる。

【0099】

また、試験片5の表面温度が170になるように、荷重が負荷されていない状態で加熱を開始し、15分後のひずみ分布を測定した。このとき、加熱前後でひずみ測定用塗料の移動が生じない。荷重が付加されていない状態で加熱のみである場合には、ひずみ分布は加熱前とほぼ変わらないことが確認された。

【0100】

図18は、荷重を付加して引張試験を行なった際の、応力-ひずみ線図の一例を示すグラフである。図18では、縦軸が応力(Stress)であり、横軸がひずみ(Strain)である。図18では、試験片5の中心の表面温度を100に加熱した場合と、1

70 に加熱した場合とが示されている。図18に示すように、ヒータ61, 62によって、試験片5を局所的に加熱する高温変形解析システムでは、170 という高温下での引張試験中においてもひずみ測定が可能であることが分かる。

【0101】

図19は、引張試験によって測定されたひずみの平均値を示すグラフである。図19では、ヒータ61, 62によって、試験片5を局所的に加熱する高温変形解析システムにおいて測定されている。ここでは、長さ方向の中心における表面温度が170 になるように試験片5を加熱して引張試験を行なった。図19では、引張試験中の試験片5の長さ方向の中心(0mm)付近と、中心から25mm上方付近、中心から25mm下方付近において算出されたひずみの平均値が示されている。より具体的には、ここでは、試験片5の長さ方向の中心(0mm)と、中心から25mm上方の位置と、中心から25mm下方の位置とで、それぞれ試験片の幅方向におけるひずみの平均値が算出されている。この結果、標点間領域内でのひずみの値は有意水準5%で有意差は認められなかった。このように、ここで提案される材料試験装置によれば、引張試験において標点間距離を50mmとしたひずみ測定が可能である。

10

【0102】

また、ここで提案される高温変形解析システムによれば、試験片5の長さ方向の中心の表面温度が220 になるように加熱した場合でも、冷却部30, 40を機能させることによって、試験片5を保持する保持部10, 20にすべりは生じず、試験片5は破断されることが確認された。このようにポリアミド6をマトリクスとする試験片に対しては、220 に加熱した引張試験が可能であった。

20

【0103】

ところで、比較対象として実施した恒温槽を用いた引張試験では、温度が100 では、試験片5の保持部10, 20ではすべりは生じず、試験片5は破断された。これに対して、温度が110 のときや120 のときでは、保持部10, 20ですべりが生じタブが剥がれた。このように、恒温槽を用いた引張試験では、試験片5の温度が全体として上昇するため、高温での引張試験では保持部10, 20で滑りが生じ、適切な試験が行えなかった。これに対して、ヒータ61, 62によって試験片5を局所的に加熱する高温変形解析システムによれば、保持部10, 20に滑りが生じにくいので、試験片5を所望の温度に加熱した引張試験が可能になる。また、ヒータ61, 62によって試験片5を局所的に加熱することができるので、試験片5を加熱する温度条件がそれほど高くない場合には、冷却部30, 40を機能させなくてもよい。したがって、試験片5を加熱する温度条件によっては、冷却部30, 40は必須ではない。また、保持部10, 20に滑りが生じる程度に試験片5を加熱する温度条件が高い場合には、冷却部30, 40を機能させることによって、保持部10, 20に滑りが生じるのをより確実に防止できる。

30

【符号の説明】

【0104】

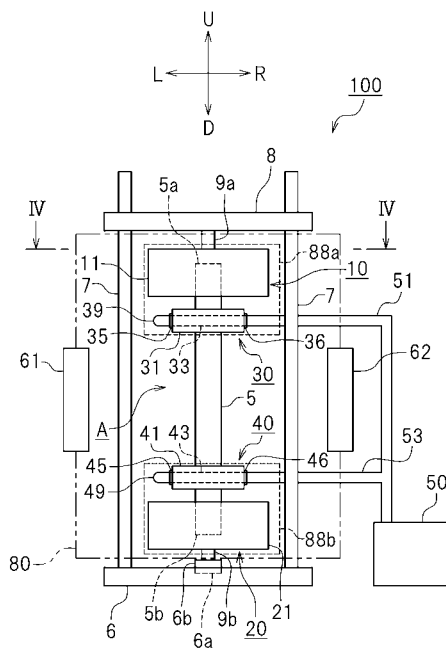
- 5 試験片
- 10 第1つかみ具(第1保持部)
- 11、12 第1つかみ歯
- 20 第2つかみ具(第2保持部)
- 21、22 第2つかみ歯
- 30 第1冷却部
- 31、32 第1接触部材
- 33、34 第1の孔
- 40 第2冷却部
- 41、42 第2接触部材
- 43、44 第2の孔
- 50 供給装置
- 61~64 ヒータ

40

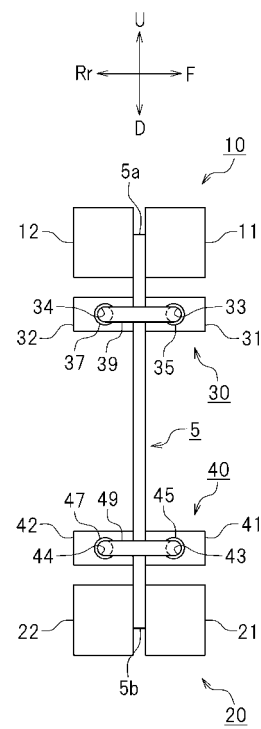
50

- 70 撮影装置
- 80 カバー体
- 88a 上部カバー
- 88b 下部カバー
- 89 ヒータ用カバー
- 90 制御部
- 100、200 引張試験装置（材料試験装置）

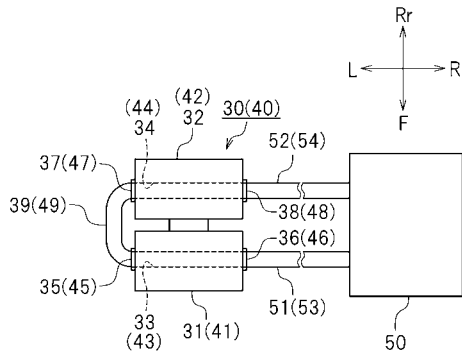
【図1】



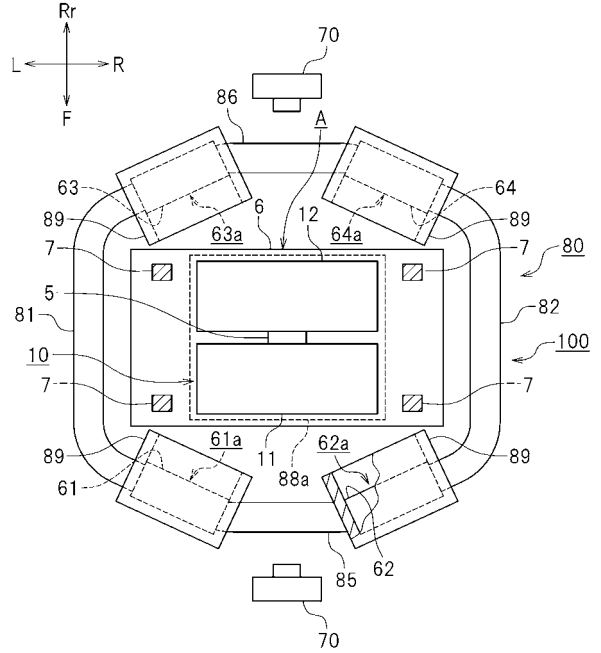
【図2】



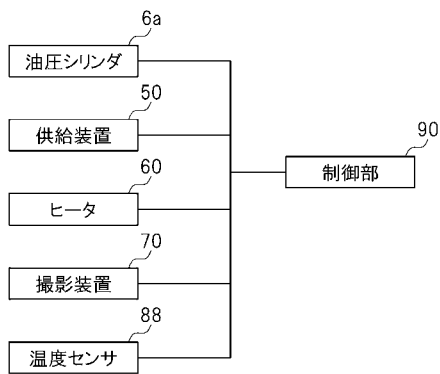
【 図 3 】



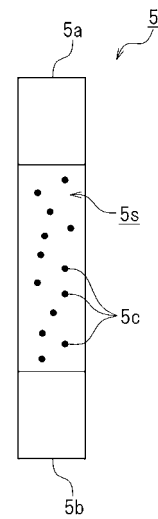
【 図 4 】



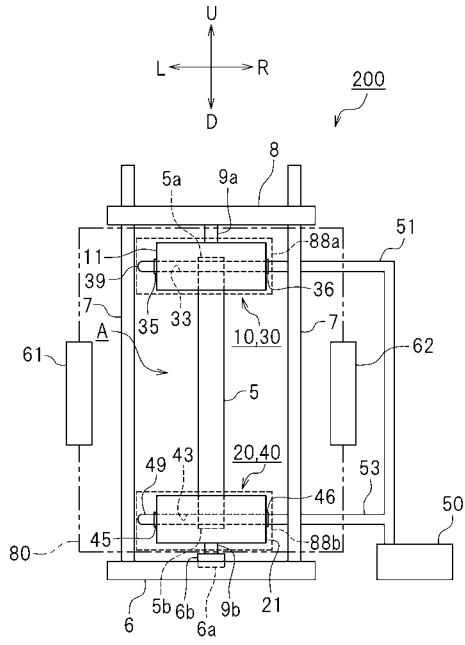
【 図 5 】



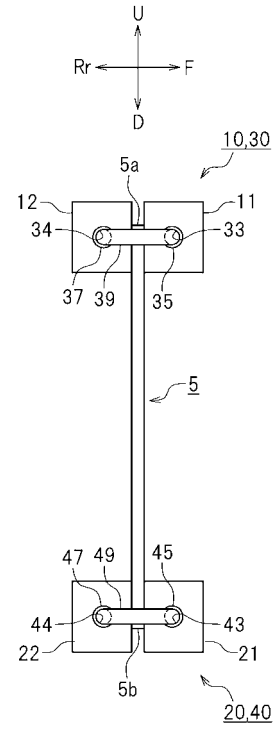
【 図 6 】



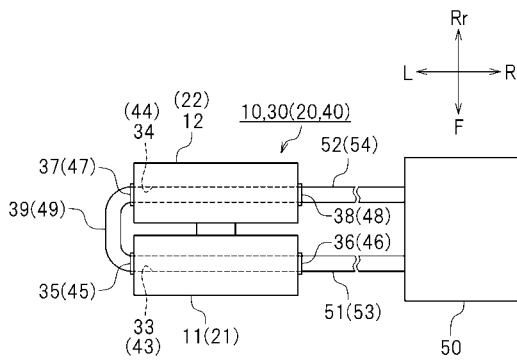
【 図 7 】



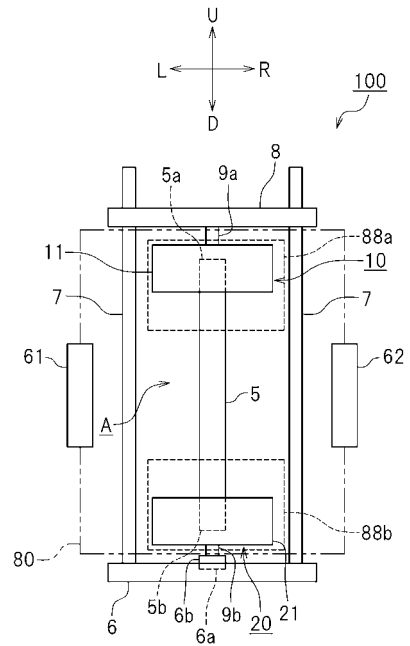
【 図 8 】



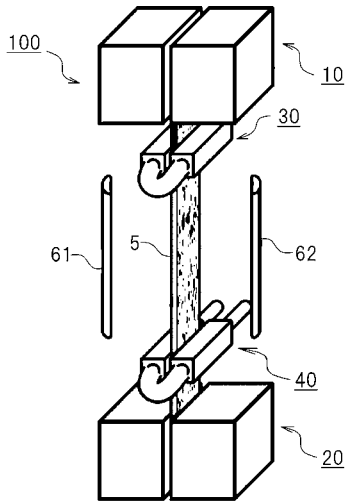
【 図 9 】



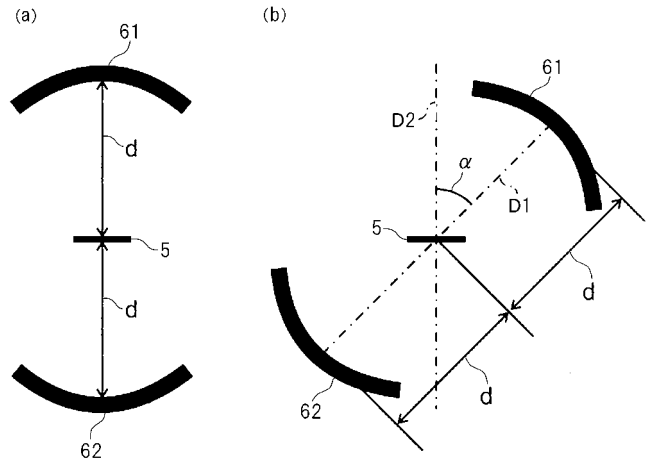
【 図 10 】



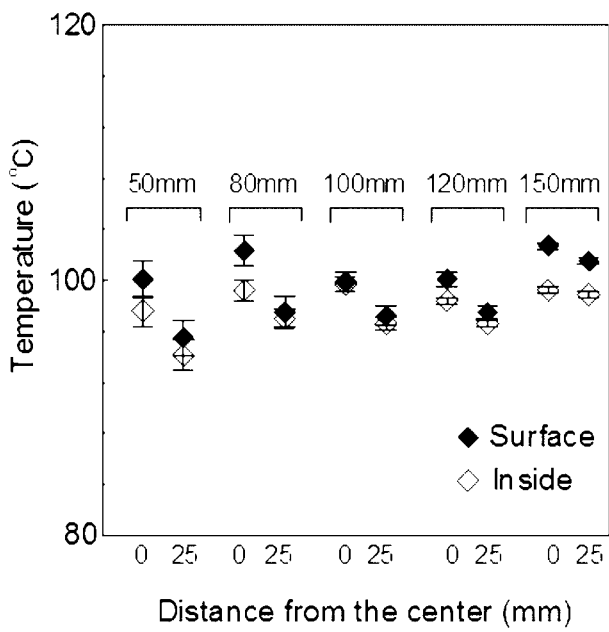
【 図 1 1 】



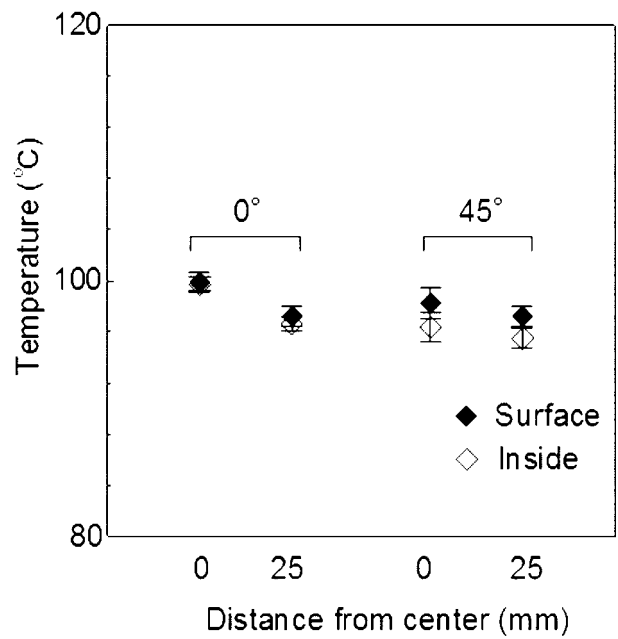
【 図 1 2 】



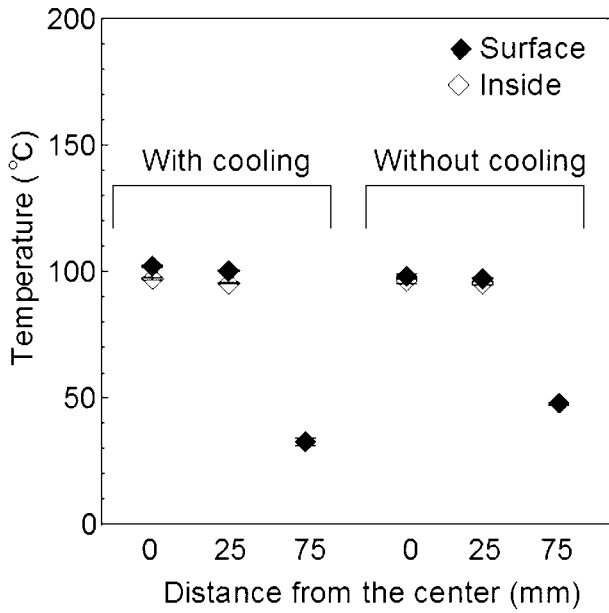
【 図 1 3 】



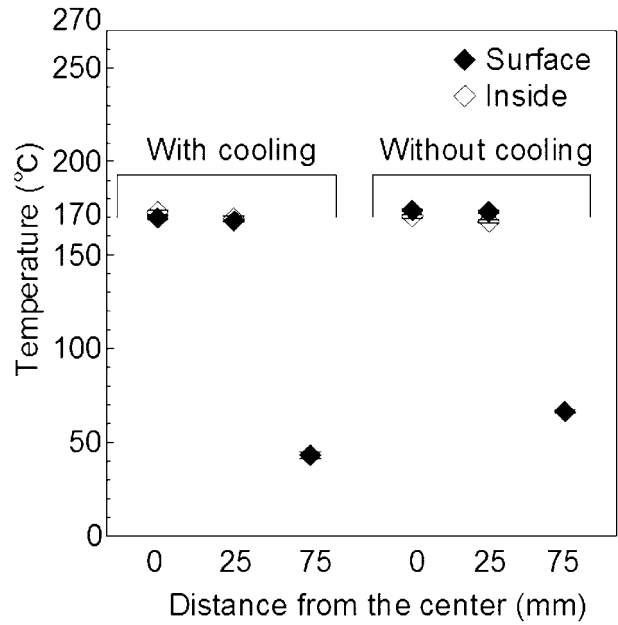
【 図 1 4 】



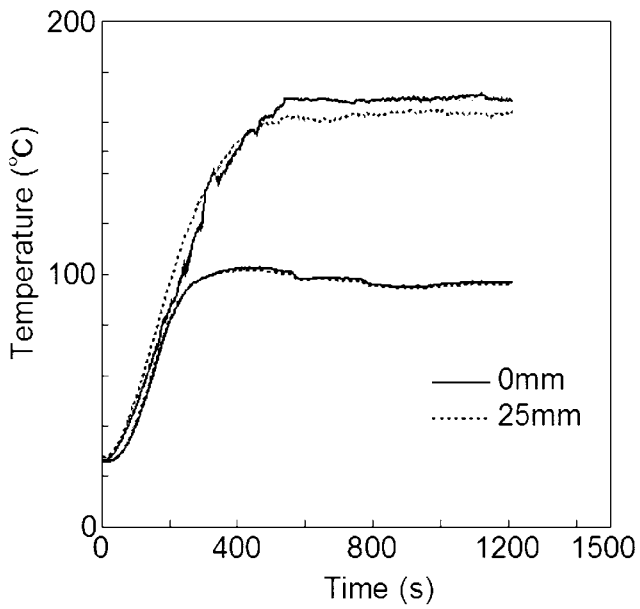
【 図 1 5 】



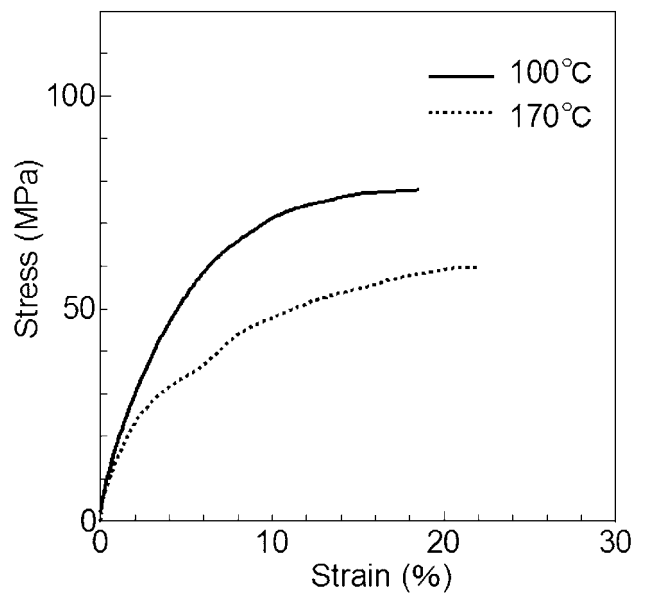
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 19 】

