

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5713945号
(P5713945)

(45) 発行日 平成27年5月7日(2015.5.7)

(24) 登録日 平成27年3月20日(2015.3.20)

(51) Int.Cl.
GO 1 N 33/44 (2006.01)

F I
GO 1 N 33/44

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-68619 (P2012-68619)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社
(22) 出願日	平成24年3月26日 (2012.3.26)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(65) 公開番号	特開2013-200204 (P2013-200204A)	(74) 代理人	100094916 弁理士 村上 啓吾
(43) 公開日	平成25年10月3日 (2013.10.3)	(74) 代理人	100073759 弁理士 大岩 増雄
審査請求日	平成25年10月24日 (2013.10.24)	(74) 代理人	100127672 弁理士 吉澤 憲治
		(74) 代理人	100088199 弁理士 竹中 考生
		(72) 発明者	長谷川 千夏 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 硬化収縮率測定装置および硬化収縮率測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

測定用液体を入れる液溜槽と、上記測定用液体の温度を測定して温度信号を出力する温度センサと、試料袋に被測定樹脂を真空密閉収納して形成されている試験体の重量と上記試験体の上記測定用液体中に浸漬した時の重量と上記試料袋の重量とを測定して各重量信号を出力する秤と、上記温度センサから出力される上記温度信号と上記秤から出力される上記各重量信号と入力機器から入力される上記試料袋の密度の信号とを処理して、上記被測定樹脂の硬化収縮率の経時変化を求めて記録するデータ処理器とを備えており、

上記データ処理器が、上記試料袋の密度 D_b と、上記試料袋の重量 W_b と、試験前の大気中試験体重量 W_a と、上記被測定樹脂の硬化開始時における試験体を上記測定用液体中に浸漬した時の重量である硬化開始時液中試験体重量 $W_s(0)$ と、上記被測定樹脂の硬化時における試験体を上記測定用液体中に浸漬した時の重量である硬化時液中試験体重量 $W_s(t)$ と、上記温度センサで測定される上記測定用液体の温度から求めた、上記被測定樹脂の硬化開始時における測定用液体密度である硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と上記被測定樹脂の硬化時における測定用液体密度である硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とから、下記(A)式に基づき上記被測定樹脂の硬化収縮率 S を求める硬化収縮率測定装置

$$S = [1 - \{ (W_a - W_s(t)) / D(t) - W_b / D_b \} / \{ (W_a - W_s(0)) / D(0) - W_b / D_b \}] \times 100 \dots (A)$$

【請求項2】

上記データ処理器が、上記秤により測定した、上記試料袋重量 W_b と上記試験前の大気中試験体重量 W_a と、上記硬化開始時液中試験体重量 $W_s(0)$ と、上記入力機器から入力された上記試料袋密度 D_b との各データを保持する初期データ保持部と、

各温度での測定用液体の密度 $D(\quad)$ のデータを保持する液体密度データ保持部と、上記温度センサから入力される上記測定用液体の温度信号を上記液体密度データ保持部の上記各温度での測定用液体の密度 $D(\quad)$ のデータと対比して、上記硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と上記硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とのデータを求めるとともに保持する密度データ処理部と、

上記秤から入力される上記硬化時液中試験体重量 $W_s(t)$ の信号と、上記初期データ保持部に保持されている、上記試料袋密度 D_b と上記試料袋重量 W_b と上記大気中試験体重量 W_a と上記硬化開始時液中試験体重量 $W_s(0)$ との各データ信号と、上記密度データ処理部に保持されている上記硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と上記硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とのデータ信号とが入力され、硬化時の上記被測定樹脂の硬化収縮率 S を演算処理して保持する演算処理部とを備えていることを特徴とする請求項1に記載の硬化収縮率測定装置。

【請求項3】

測定用液体を入れる液溜槽と、上記測定用液体の温度を測定して温度信号を出力する温度センサと、試料袋に被測定樹脂を真空密閉収納して形成されている試験体を吊下げる支柱と、上記支柱から吊下げられた上記試験体を浸漬している上記測定用液体が入った液溜槽の重量と上記測定用液体が入った液溜槽の重量との差である上記試験体の浮力荷重と上記試料袋の重量とを測定して各重量信号を出力する秤と、上記温度センサから出力される上記温度信号と上記秤から出力される上記各重量信号と入力機器から入力される上記試料袋の密度の信号とを処理して、上記被測定樹脂の硬化収縮率の経時変化を求めて記録するデータ処理器とを備えており、

上記データ処理器が、上記試料袋の密度 D_b と上記試料袋の重量 W_b と、上記支柱から吊下げられた、上記被測定樹脂の硬化開始時における試験体を浸漬している上記測定用液体が入った液溜槽の重量と上記測定用液体が入った液溜槽の重量との差である硬化開始時試験体浮力荷重 $W_g(0)$ と、上記支柱から吊下げられた、上記被測定樹脂の硬化時における試験体を浸漬している上記測定用液体が入った液溜槽の重量と上記測定用液体が入った液溜槽の重量との差である硬化時試験体浮力荷重 $W_g(t)$ と、上記温度センサで測定される上記測定用液体の温度から求めた、硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とから、下記(B)式に基づき上記被測定樹脂の硬化収縮率 S を求める硬化収縮率測定装置。

$$S = [1 - \{ (W_g(t) / D(t) - W_b / D_b) / (W_g(0) / D(0) - W_b / D_b) \}] \times 100 \dots (B)$$

【請求項4】

上記データ処理器が、上記秤により測定した、上記試料袋重量 W_b と上記硬化開始時試験体浮力荷重 $W_g(0)$ と、上記入力機器から入力された上記試料袋密度 D_b との各データを保持する初期データ保持部と、

各温度での測定用液体の密度 $D(\quad)$ のデータを保持する液体密度データ保持部と、上記温度センサから入力される上記測定用液体の温度信号を上記液体密度データ保持部の上記各温度での測定用液体の密度 $D(\quad)$ のデータと対比して、上記硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と上記硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とのデータを求めるとともに保持する密度データ処理部と、

上記秤から入力される上記硬化時試験体浮力荷重 $W_g(t)$ の信号と、上記初期データ保持部に保持されている、上記試料袋密度 D_b と上記試料袋重量 W_b と上記硬化開始時試験体浮力荷重 $W_g(0)$ との各データ信号と、上記密度データ処理部に保持されている、上記硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と上記硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とのデータ信号とが入力され、硬化時の上記被測定樹脂の硬化収縮率 S を演算処理して保持する演算処理部とを備えていることを特徴とする請求項3に記載の硬化収縮率測定装置。

【請求項 5】

上記液溜槽内の試験体の近傍に防水機能を備えた紫外線照射器を設置したことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の硬化収縮率測定装置。

【請求項 6】

上記液溜槽内の試験体の近傍に防水機能を備えた紫外線照射器を設置し、上記試験体の浮力荷重を、上記支柱から吊下げられた上記試験体を浸漬している上記測定用液体が入り且つ上記紫外線照射器が設けられている上記液溜槽の重量と、上記測定用液体が入り且つ上記紫外線照射器が設けられている上記液溜槽の重量との差から求めるものであることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の硬化収縮率測定装置。

【請求項 7】

上記試料袋が、樹脂またはアルミニウムであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の硬化収縮率測定装置。

【請求項 8】

上記測定用液体が水またはシリコンオイルであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の硬化収縮率測定装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の硬化収縮率測定装置を用いて、大気中での上記試料袋重量 W_b を上記秤で測定する第 1 の手順と、上記データ処理器に上記試料袋の密度 D_b のデータを入力する第 2 の手順と、上記試料袋に上記被測定樹脂を真空脱泡しながら密閉収納し、上記被測定樹脂が密閉収納された試料袋である上記試験体の大気中の重量 W_a を測定する第 3 の手順と、上記試験体を極細糸で上記秤から吊下げて上記測定用液体中に浸漬し、この状態で上記秤により上記硬化開始時液中試験体重量 $W_s(0)$ を測定するとともに、上記温度センサで上記被測定樹脂の硬化開始時における測定用液体温度を測定する第 4 の手順と、上記秤で上記硬化時液中試験体重量 $W_s(t)$ を測定するとともに、上記温度センサで上記被測定樹脂の硬化時における測定用液体温度を測定する第 5 の手順と、上記データ処理器で、上記第 2 の手順で上記データ処理器に入力される入力データと上記第 1 の手順および上記第 3 から第 5 の手順で測定される各測定データとを用いて、上記被測定樹脂の硬化が完了するまで、上記被測定樹脂の硬化収縮率 S の経時変化を演算するとともに記録する第 6 の手順とを備えており、上記第 1 から第 6 の手順を順番に行うことを特徴とする硬化収縮率測定方法。

【請求項 10】

請求項 3 に記載の硬化収縮率測定装置を用いて、大気中での上記試料袋の重量 W_b を上記秤で測定する第 1 の手順と、上記データ処理器に上記試料袋の密度 D_b のデータを入力する第 2 の手順と、上記測定用液体が溜められた上記液溜槽を上記秤に載せるとともに、その重量をオフセットして、上記秤の重量信号を 0 値とする第 3 の手順と、上記試料袋に上記被測定樹脂を真空脱泡しながら密閉収納し、上記被測定樹脂が密閉収納された試料袋である上記試験体を極細糸で上記支柱から吊下げて上記測定用液体中に浸漬し、この状態で上記秤により上記硬化開始時試験体浮力荷重 $W_g(0)$ を測定するとともに、上記温度センサで上記被測定樹脂の硬化開始時における測定用液体温度を測定する第 4 の手順と、上記秤で上記硬化時試験体浮力荷重 $W_g(t)$ を測定するとともに、上記温度センサで上記被測定樹脂の硬化時における測定用液体温度を測定する第 5 の手順と、上記データ処理器で、上記第 2 の手順で上記データ処理器に入力される入力データと上記第 1 の手順および上記第 3 から第 5 の手順で測定される各測定データとを用いて、上記被測定樹脂の硬化が完了するまで、上記被測定樹脂の硬化収縮率 S の経時変化を演算するとともに記録する第 6 の手順とを備えており、上記第 1 から第 6 の手順を順番に行うことを特徴とする硬化収縮率測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、封止材や接着剤等の樹脂部材の硬化過程における体積収縮率を簡便かつ精度

10

20

30

40

50

よく測定する装置ならびに方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電子部品の保持固定、部品間の絶縁分離、耐環境保護をするため、封止樹脂および接着剤等の樹脂部材が広く使用され、例えば、電子部品の絶縁封止では、耐久性に優れている熱硬化性エポキシ樹脂が頻繁に用いられている。

電子部品の小型・軽量化にともない、使用される樹脂部材に対し高い寸法精度が要求されており、この高い寸法精度は成形プロセスの正確な設計により実現される。

【0003】

成形プロセスの正確な設計には、使用される樹脂部材の硬化収縮率の把握が必須である。しかも、硬化収縮率は硬化条件により変わるため、硬化条件の違いが硬化収縮率に及ぼす影響を精度よく推測するためには、硬化前後のみの収縮率を把握するだけでは不十分で、硬化段階の収縮率を連続的に測定する必要がある。

【0004】

従来の樹脂部材の硬化収縮率測定装置として、測定試料を収容する密閉容器と、この密閉容器と材質と大きさが同じ標準容器と、密閉容器と標準容器との間の配管を介して配置された圧力計を備えたものがある（例えば、特許文献1参照）。

【0005】

特許文献1に記載の硬化収縮率測定装置は、以下の手順で硬化収縮率を測定する。

まず、体積を測定した液状の被測定樹脂を密閉容器に入れ、この密閉容器と標準容器とを配管を用いて圧力計に接続して標準温度に保持する。次に、密閉容器と標準容器に硬化エネルギーを付加させ、密閉容器の中の樹脂を硬化させる。次に、被測定樹脂硬化後、密閉容器と標準容器とを標準状態に戻し、両者の気圧差から算出した容積減少量と先に測定した液状樹脂の体積との比から硬化収縮率を求める。

【0006】

しかし、特許文献1に記載の硬化収縮率測定装置は、被測定樹脂の硬化後の硬化収縮率を測定するものであり、硬化段階の収縮率を連続的に測定するものではない。

この装置で、硬化段階の収縮率を測定しようとするすると、測定時毎に、密閉容器と標準容器とを標準温度に戻し、測定後に硬化温度にする必要がある、硬化段階の収縮率を連続的に測定することは困難であるとの問題があった。

【0007】

上記問題を解決する、樹脂部材の硬化段階の収縮率を連続的に測定できる硬化収縮率測定装置として、密栓する蓋を有する密閉容器と、密閉容器内の空気の圧力と温度を検出する圧力センサおよび温度センサを備えたものがある（例えば、特許文献2参照）。

【0008】

特許文献2に記載の硬化収縮率測定装置は、以下の手順で硬化収縮率を測定する。

まず、密閉容器に収納する被測定樹脂の初期体積を予め測定する。次に、密閉容器の上部に空気が滞留できる量の被測定樹脂を密閉容器に収納して密閉後、空気の初期の圧力と体積と温度とを記録する。次に、密閉容器を硬化温度に加熱して、圧力センサおよび温度センサで空気の圧力と温度とを経時測定し、この圧力と温度から空気の体積の経時変化を算出する。次に、この空気の経時体積と密閉容器の全体積から被測定樹脂の経時の体積を求める。そして、被測定樹脂の経時の体積と初期体積とから被測定樹脂の硬化収縮率の経時変化を求めている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平07-333034号公報（第2-3頁、第2図）

【特許文献2】特開2009-63358号公報（第4-5頁、第1図）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

上述したように、特許文献 1 に記載の硬化収縮率測定装置では、硬化段階の収縮率を連続的に測定することができないとの問題があった。

特許文献 2 に記載の硬化収縮率測定装置は、例えば、被測定樹脂が接着剤の場合、被測定樹脂が密閉容器に固着して除去し難くなり、密閉容器を使い捨てにすることになる。

【 0 0 1 1 】

しかし、密閉容器の熱膨張が大きいと、測定誤差となるので、密閉容器には、例えばインバー合金等の熱膨張率の小さい特殊材料が用いられる。また、被測定樹脂の硬化時の加熱による空気圧力の増加で密閉容器が変形しても、測定誤差となるので、密閉容器の壁厚は厚くしている。

10

これらのことより、特許文献 2 に記載の硬化収縮率測定装置では、密閉容器は高価となり、使い捨てにするとランニングコストがかかるとの問題があった。

【 0 0 1 2 】

また、密閉容器を使い捨てにせず再利用する場合は、密閉容器から硬化した被測定樹脂を除去する必要があるが、除去に手間がかかるとともに、除去時に密閉容器が変形したり、傷ついたりして、測定誤差の要因にもなるとの問題もあった。

【 0 0 1 3 】

また、密閉容器は、被測定樹脂の重量が、例えば 1 g 以下と少量であると、一定体積を有する微小な使用容器の製作が難しく、密閉容器を大きくすると、硬化収縮による圧力変化が小さくなり、圧力センサでの測定精度が低下し正確な測定が困難になるとの問題があった。

20

それと、密閉容器に充填する被測定樹脂の初期体積を測定する必要があり、この体積の測定には注射器等が使用されるが、粘度の高い樹脂では、気泡を巻込むなどして精度良く初期体積を求めることは困難であり、硬化収縮率の測定に誤差を生じるとの問題があった。

【 0 0 1 4 】

本発明は、上記のような問題を解決するためになされたものであり、その目的は、被測定樹脂の硬化段階における硬化収縮率の連続的な測定を、ランニングコストを抑え、簡便且つ高精度に行うことができる、硬化収縮率測定装置および硬化収縮率測定方法を得ることである。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

本発明に係わる第 1 の硬化収縮率測定装置は、測定用液体を入れる液溜槽と、測定用液体の温度を測定して温度信号を出力する温度センサと、試料袋に被測定樹脂を真空密閉収納して形成されている試験体の重量と試験体の測定用液体中に浸漬した時の重量と試料袋の重量とを測定して各重量信号を出力する秤と、温度センサから出力される温度信号と秤から出力される各重量信号と入力機器から入力される試料袋の密度の信号とを処理して、被測定樹脂の硬化収縮率の経時変化を求めて記録するデータ処理器とを備えており、データ処理器が、試料袋の密度 D_b と、試料袋の重量 W_b と、試験前の大気中試験体重量 W_a と、被測定樹脂の硬化開始時における試験体を測定用液体中に浸漬した時の重量である硬化開始時液中試験体重量 $W_s(0)$ と、被測定樹脂の硬化時における試験体を測定用液体中に浸漬した時の重量である硬化時液中試験体重量 $W_s(t)$ と、温度センサで測定される測定用液体の温度から求めた、被測定樹脂の硬化開始時における測定用液体密度である硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と被測定樹脂の硬化時における測定用液体密度である硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とから、下記 (A) 式に基づき被測定樹脂の硬化収縮率 S を求めるものである。

40

$$S = [1 - \{ (W_a - W_s(t)) / D(t) - W_b / D_b \} / \{ (W_a - W_s(0)) / D(0) - W_b / D_b \}] \times 100 \cdots (A)$$

【 0 0 1 6 】

本発明に係わる第 2 の硬化収縮率測定装置は、測定用液体を入れる液溜槽と、測定用液

50

体の温度を測定して温度信号を出力する温度センサと、試料袋に被測定樹脂を真空密閉収納して形成されている試験体を吊下げる支柱と、支柱から吊下げられた試験体を浸漬している測定用液体が入った液溜槽の重量と測定用液体が入った液溜槽の重量との差である試験体の浮力荷重と試料袋の重量とを測定して各重量信号を出力する秤と、温度センサから出力される温度信号と秤から出力される各重量信号と入力機器から入力される試料袋の密度の信号とを処理して、被測定樹脂の硬化収縮率の経時変化を求めて記録するデータ処理器とを備えており、データ処理器が、試料袋の密度 D_b と試料袋の重量 W_b と、支柱から吊下げられた、被測定樹脂の硬化開始時における試験体を浸漬している測定用液体が入った液溜槽の重量と測定用液体が入った液溜槽の重量との差である硬化開始時試験体浮力荷重 $W_g(0)$ と、支柱から吊下げられた、被測定樹脂の硬化時における試験体を浸漬している測定用液体が入った液溜槽の重量と測定用液体が入った液溜槽の重量との差である硬化時試験体浮力荷重 $W_g(t)$ と、温度センサで測定される測定用液体の温度から求めた、硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とから、下記 (B) 式に基づき被測定樹脂の硬化収縮率 S を求めるものである。

$$S = [1 - \{ (W_g(t) / D(t) - W_b / D_b) / (W_g(0) / D(0) - W_b / D_b) \}] \times 100 \dots (B)$$

【発明の効果】

【0017】

本発明に係わる第1の硬化収縮率測定装置は、測定用液体を入れる液溜槽と、測定用液体の温度を測定して温度信号を出力する温度センサと、試料袋に被測定樹脂を真空密閉収納して形成されている試験体の重量と試験体の測定用液体中に浸漬した時の重量と試料袋の重量とを測定して各重量信号を出力する秤と、温度センサから出力される温度信号と秤から出力される各重量信号と入力機器から入力される試料袋の密度の信号とを処理して、被測定樹脂の硬化収縮率の経時変化を求めて記録するデータ処理器とを備えており、データ処理器が、試料袋の密度 D_b と、試料袋の重量 W_b と、試験前の大気中試験体重量 W_a と、被測定樹脂の硬化開始時における試験体を測定用液体中に浸漬した時の重量である硬化開始時液中試験体重量 $W_s(0)$ と、被測定樹脂の硬化時における試験体を測定用液体中に浸漬した時の重量である硬化時液中試験体重量 $W_s(t)$ と、温度センサで測定される測定用液体の温度から求めた、被測定樹脂の硬化開始時における測定用液体密度である硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と被測定樹脂の硬化時における測定用液体密度である硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とから、下記 (A) 式に基づき被測定樹脂の硬化収縮率 S を求めるものであり、

$$S = [1 - \{ (W_a - W_s(t)) / D(t) - W_b / D_b \} / \{ (W_a - W_s(0)) / D(0) - W_b / D_b \}] \times 100 \dots (A)$$

被測定樹脂の硬化段階における硬化収縮率の連続的な測定を、ランニングコストを抑え、簡便且つ高精度に行うことができる。

【0018】

本発明に係わる第2の硬化収縮率測定装置は、測定用液体を入れる液溜槽と、測定用液体の温度を測定して温度信号を出力する温度センサと、試料袋に被測定樹脂を真空密閉収納して形成されている試験体を吊下げる支柱と、支柱から吊下げられた試験体を浸漬している測定用液体が入った液溜槽の重量と測定用液体が入った液溜槽の重量との差である試験体の浮力荷重と試料袋の重量とを測定して各重量信号を出力する秤と、温度センサから出力される温度信号と秤から出力される各重量信号と入力機器から入力される試料袋の密度の信号とを処理して、被測定樹脂の硬化収縮率の経時変化を求めて記録するデータ処理器とを備えており、データ処理器が、試料袋の密度 D_b と試料袋の重量 W_b と、支柱から吊下げられた、被測定樹脂の硬化開始時における試験体を浸漬している測定用液体が入った液溜槽の重量と測定用液体が入った液溜槽の重量との差である硬化開始時試験体浮力荷重 $W_g(0)$ と、支柱から吊下げられた、被測定樹脂の硬化時における試験体を浸漬している測定用液体が入った液溜槽の重量と測定用液体が入った液溜槽の重量との差である硬化時試験体浮力荷重 $W_g(t)$ と、温度センサで測定される測定用液体の温度から求めた

10

20

30

40

50

、硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とから、下記 (B) 式に基づき被測定樹脂の硬化収縮率 S を求めるものであり、

$$S = [1 - \{ (Wg(t) / D(t) - Wb / Db) / (Wg(0) / D(0) - Wb / Db) \}] \times 100 \dots (B)$$

被測定樹脂の硬化段階における硬化収縮率の連続的な測定を、ランニングコストを抑え、簡便且つ高精度に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の実施の形態1に係わる硬化収縮率測定装置の模式図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係わる硬化収縮率測定装置におけるデータ処理機器の構成を示す模式図である。

10

【図3】本発明の実施の形態2に係わる硬化収縮率測定装置の模式図である。

【図4】本発明の実施の形態3に係わる硬化収縮率測定装置の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係わる硬化収縮率測定装置の模式図である。

図1に示すように、本実施の形態の硬化収縮率測定装置100は、測定用液体3を入れる液溜槽4と、測定用液体3の温度を測定し温度信号を出力する温度センサ6と、試料袋1に被測定樹脂2を密閉収納して形成されている試験体2aの重量と極細糸8で吊下げて測定用液体3中に浸漬した時の試験体2aの重量と試料袋1の重量とを測定して各重量信号を出力する吊下げ式秤5と、温度センサ6から出力される測定用液体3の温度信号と吊下げ式秤5から出力される各重量信号と入力機器(図示せず)から入力される試料袋1の密度の信号を処理して、被測定樹脂2の硬化収縮率の経時変化を求めて記録するデータ処理器7とを備えている。

20

【0021】

次に、本実施の形態の硬化収縮率測定装置100で、被測定樹脂2の硬化収縮率 S の経時変化を測定する原理について説明する。

本実施の形態の硬化収縮率測定装置100において、吊下げ式秤5から吊下げて測定した、試験体2aを測定用液体3中に浸漬した時の重量(液中試験体重量と記す) W_s と、大気中で測定した試験体の重量(大気中試験体重量と記す) W_a との差は、試験体2aの浮力であり、この浮力は試験体2aで排除された測定用液体3の重量である。

30

【0022】

そして、排除された測定用液体3の重量は、排除された測定用液体3の体積、すなわち試験体2aの体積 V_s に測定用液体密度 D を掛けたものであるので、下記(1)式の関係が成り立ち、大気中試験体重量 W_a と液中試験体重量 W_s と測定用液体密度 D とから、試験体体積 V_s を求めることができる。

$$W_a - W_s = V_s \times D$$

$$V_s = \{W_a - W_s\} / D \dots (1)$$

【0023】

そこで、大気中の試料袋1の重量が W_b であり、試料袋1の密度が D_b であると、硬化開始時の被測定樹脂2の体積(硬化開始時樹脂体積と記す) $V_r(0)$ は、(1)式の関係より求められる、被測定樹脂2の硬化開始時における試験体2aの体積(硬化開始時試験体体積と記す) $V_s(0) = \{W_a - W_s(0)\} / D(0)$ から、試料袋体積 (W_b / D_b) を引いたものとなり、下記(2)式で表せる。

$$V_r(0) = \{W_a - W_s(0)\} / D(0) - (W_b / D_b) \dots (2)$$

なお、 $W_s(0)$ は、被測定樹脂2の硬化開始時における液中試験体重量(硬化開始時液中試験体重量と記す)であり、 $D(0)$ は、被測定樹脂2の硬化開始時における測定用液体密度(硬化開始時測定用液体密度と記す)である。

40

【0024】

50

また、硬化時の被測定樹脂 2 の体積（硬化時樹脂体積と記す） $V_r(t)$ は、（ 1 ）式の関係より求められる、被測定樹脂 2 の硬化時における試験体 2 a の体積（硬化時試験体体積と記す） $V_s(t) = \{W_a - W_s(t)\} / D(t)$ から、試料袋体積(W_b / D_b)を引いたものとなり、下記（ 3 ）式で表せる。

$$V_r(t) = \{W_a - W_s(t)\} / D(t) - (W_b / D_b) \cdots (3)$$

なお、 $W_s(t)$ は、被測定樹脂 2 の硬化時における液中試験体重量（硬化時液中試験体重量と記す）であり、 $D(t)$ は、被測定樹脂 2 の硬化時における測定用液体密度（硬化時測定用液体密度と記す）である。

【 0 0 2 5 】

また、被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S は下記（ 4 ）式で表される。

$$S = \{V_r(0) - V_r(t)\} \times 100 / V_r(0) \\ = \{1 - V_r(t) / V_r(0)\} \times 100 \cdots (4)$$

そこで、（ 4 ）式の $V_r(0)$ に、（ 2 ）式の $\{W_a - W_s(0)\} / D(0) - (W_b / D_b)$ を代入し、（ 4 ）式の $V_r(t)$ に（ 3 ）式の $\{W_a - W_s(t)\} / D(t) - (W_b / D_b)$ を代入し整理すると、被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S は下記（ 5 ）式で表される。

$$S = [1 - \{(W_a - W_s(t)) / D(t) - W_b / D_b\} / \{(W_a - W_s(0)) / D(0) - W_b / D_b\}] \times 100 \cdots (5)$$

【 0 0 2 6 】

すなわち、本実施の形態の硬化収縮率測定装置 100 の、被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S を測定する原理は、大気中での試料袋重量 W_b と、試料袋 1 の材質で決まる試料袋密度 D_b と、大気中試験体重量 W_a と、硬化開始時液中試験体重量 $W_s(0)$ と、硬化時液中試験体重量 $W_s(t)$ と、硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と、硬化時測定用液体密度 $D(t)$ から、（ 5 ）式に基づき被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S （%で示される）を求めるものである。

【 0 0 2 7 】

本実施の形態の硬化収縮率測定装置 100 のデータ処理器 7 は、上記原理に基づき被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S の経時変化を求める構成となっている。

図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係わる硬化収縮率測定装置におけるデータ処理機器の構成を示す模式図である。

図 2 において、 M は吊下げ式秤 5 からの重量信号であり、 C は温度センサからの温度信号である。

【 0 0 2 8 】

図 2 に示すように、データ処理器 7 は、吊下げ式秤 5 により測定した、大気中試料袋重量 W_b と試験前の大気中試験体重量 W_a と硬化開始時液中試験体重量 $W_s(0)$ と、入力機器（図示せず）から入力された試料袋密度 D_b との各データを保持する初期データ保持部 7 a と、各温度での測定用液体の密度 $D()$ のデータを保持する液体密度データ保持部 7 b とを備えている。

また、温度センサ 6 から入力される測定用液体 3 の温度信号を液体密度データ保持部 7 b の各温度での測定用液体の密度 $D()$ のデータと対比して、硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とのデータを求めるとともに保持する密度データ処理部 7 c を備えている。

【 0 0 2 9 】

また、吊下げ式秤 5 から入力される硬化時液中試験体重量 $W_s(t)$ の信号と、初期データ保持部 7 a に保持されている、試料袋密度 D_b と大気中試料袋重量 W_b と試験前の大気中試験体重量 W_a と硬化開始時液中試験体重量 $W_s(0)$ との各データの信号と、密度データ処理部 7 c に保持されている、硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とのデータ信号と、が入力され、（ 5 ）式に基づき、硬化時の被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S を演算処理して保持する演算処理部 7 d とを備えている。

演算処理部 7 d に保持された硬化収縮率 S のデータは、表示部（図示せず）に表示できる。

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

次に、本実施の形態の硬化収縮率測定装置 100 を用いて、被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S の経時変化を測定する方法について説明する。

まず、第 1 の手順として大気中での試料袋重量 W_b を吊下げ式秤 5 で測定する。

次に、第 2 の手順としてデータ処理器 7 に試料袋 1 の密度 D_b のデータを入力する。

次に、第 3 の手順として、試料袋 1 に被測定樹脂 2 を真空脱泡しながら密閉収納し、被測定樹脂 2 が密閉収納された試料袋である試験体 2 a の大気中の重量 W_a を測定する。

次に、第 4 の手順として、試験体 2 a を極細系 8 で吊下げ式秤 5 から吊下げて測定用液体 3 中に浸漬し、この状態で吊下げ式秤 5 により硬化開始時液中試験体重量 $W_s(0)$ を測定するとともに、温度センサ 6 で被測定樹脂の硬化開始時における測定用液体温度を測定する。

10

【0031】

次に、第 5 の手順として、吊下げ式秤 5 で硬化時液中試験体重量 $W_s(t)$ を測定するとともに、温度センサ 6 で被測定樹脂の硬化時における測定用液体温度を測定する。

第 6 の手順として、データ処理器 7 で、入力データと各測定データとを用いて、被測定樹脂 2 の硬化が完了するまで、被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S の経時変化を演算するとともに記録する。

すなわち、本実施の形態の硬化収縮率測定方法は、上記第 1 から第 6 の手順を順番に行なって、被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S の経時変化を測定する。

【0032】

本実施の形態の硬化収縮率測定装置 100 およびこの装置を用いた硬化収縮率測定方法は、粘性があり誤差が大きく、高精度な測定が困難な被測定樹脂の体積を測定する必要がなく、試験体 2 a である被測定樹脂が密閉収納された試料袋の重量を測定することにより、硬化収縮率を求めることができ、被測定樹脂の硬化中の硬化収縮率の経時変化を精度良く容易に測定できる。

20

測定データを上記構成のデータ処理器 7 で処理して、硬化収縮率の経時変化を求めるので、自動測定が可能である。

【0033】

そして、本実施の形態の硬化収縮率測定装置 100 で重量測定に用いることができる秤は、多くの種類が市販されており、秤量可能範囲は、例えば、 $0.10 \mu\text{g} \sim 600 \text{kg}$ と非常に幅が広いので、本実施の形態の硬化収縮率測定装置は、広範囲な量の被測定樹脂の測定に対応できる。

30

また、分解能が $1/10000$ 以上の秤が多数存在しており、例えば、最大秤量 2g で、最小表示 $0.1 \mu\text{g}$ の秤を使用すれば、被測定樹脂の重量が 0.1g の場合であっても 0.1% の感度を有することになるので、本実施の形態の硬化収縮率測定装置は、非常に高い精度で測定を行える。

【0034】

また、本実施の形態では、試験体 2 a が、吊下げ式秤 5 から極細系 8 で吊下げされ、且つ測定用液体 3 中に浸漬されているので、外部振動により液面が揺らいでも、試験体 2 a の重量測定のノイズにならない。

【0035】

40

被測定樹脂 2 に接着剤等を用いた場合、硬化終了後に、被測定樹脂 2 を収容する被測定樹脂保持部材に被測定樹脂 2 が固着してしまう可能性が高いので、この部材は使い捨てで使用するのが望ましい。

本実施の形態の試験体 2 a に用いられる被測定樹脂保持部材は、樹脂製やアルミニウム製の試料袋であるので、安価であり、ランニングコストが安く、使い捨て使用が可能である。

また、試料袋 1 は使い捨てができるので、被測定樹脂 2 を除去する手間が不要であるとともに、被測定樹脂保持部材を再使用した場合におこる、残留物による測定誤差を防止できる。

【0036】

50

また、本実施の形態では、被測定樹脂 2 を試料袋 1 に密閉収納する際、真空脱泡しながら行うことができるので、試料袋内への気泡の巻き込みを防止でき、測定誤差を抑制できる。

さらに、試料袋 1 への被測定樹脂 2 の密閉収納を真空下で行うと、常温硬化接着剤はもろろんのこと嫌気性接着剤の硬化収縮率も測定できる。

【 0 0 3 7 】

また、試料袋 1 で用いる材料にアルミニウムを用いた場合、アルミニウムは透水性がないので、ポリアミド樹脂のような水分を吸水し易い樹脂でも精度良く測定できる。

また、本実施の形態で用いられる測定用液体 3 には、水やシリコンオイルが挙げられる。シリコンオイルは、高温まで加熱が可能であり、高温で硬化が開始する熱硬化性樹脂の測定に用いることができる。

【 0 0 3 8 】

実施の形態 2 .

図 3 は、本発明の実施の形態 2 に係わる硬化収縮率測定装置の模式図である。

図 3 に示すように、本実施の形態の硬化収縮率測定装置 2 0 0 は、防水機能を備えた紫外線照射器 1 1 を液溜槽 4 内の試験体 2 a の近傍に設置した以外、実施の形態 1 の硬化収縮率測定装置 1 0 0 と同様である。

本実施の形態の硬化収縮率測定装置 2 0 0 は、実施の形態 1 の硬化収縮率測定装置 1 0 0 と同様な効果を有するとともに、被測定樹脂 2 に紫外線を照射できるので、紫外線硬化性樹脂の硬化収縮率の経時変化を測定できる。

但し、本実施の形態では、試料袋 1 には紫外線を透過する樹脂が用いられる。

【 0 0 3 9 】

実施の形態 3 .

図 4 は、本発明の実施の形態 3 に係わる硬化収縮率測定装置の模式図である。

図 4 に示すように、本実施の形態の硬化収縮率測定装置 3 0 0 は、測定用液体 3 を入れる液溜槽 4 と、測定用液体 3 の温度を測定して温度信号を出力する温度センサ 6 と、試料袋 1 に被測定樹脂 2 を密閉収納して形成されている試験体 2 a を吊下げる支柱 1 3 と、支柱 1 3 から吊下げられた試験体 2 a を浸漬している測定用液体 3 が入った液溜槽 4 の重量と測定用液体 3 が入った液溜槽 4 の重量（液溜槽 4 の重量に測定用液体 3 の重量を加えた重量）との差である試験体 2 a の浮力荷重と試料袋 1 の重量とを測定して各重量信号を出力する皿式秤 1 2 と、温度センサ 6 から出力される測定用液体 3 の温度信号と皿式秤 1 2 から出力される、試験体 2 a の浮力荷重と試料袋 1 の重量との信号とを処理して、被測定樹脂 2 の硬化収縮率の経時変化を求めて記録するデータ処理器 1 7 とを備えている。

【 0 0 4 0 】

次に、本実施の形態の硬化収縮率測定装置 3 0 0 で、被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S の経時変化を測定する原理について説明する。

本実施の形態の硬化収縮率測定装置 3 0 0 において、支柱 1 3 から吊下げられた試験体 2 a を浸漬した状態の測定用液体 3 が入った液溜槽（試験体浸漬貯液液溜槽と記す）の重量 W_h は、試験体 2 a が浸漬されていない状態の測定用液体 3 が入った液溜槽（貯液液溜槽と記す）の重量 W_f に、浸漬した試験体 2 a の浮力の反力である試験体浮力荷重 W_g が加わったものであるので、下記（ 6 ）式の関係が成り立つ。

$$W_h = W_f + W_g$$

$$W_g = W_h - W_f \cdots (6)$$

【 0 0 4 1 】

また、皿式秤 1 2 に貯液液溜槽を載せた状態で、皿式秤 1 2 のオフセット機能を作動させ、皿式秤 1 2 の計測値を 0 にした後に、測定用液体中に支柱 1 3 から吊下げられた試験体 2 a を浸漬すると、その時の皿式秤 1 2 が示す重量値は、試験体浸漬貯液液溜槽の重量 W_h から貯液液溜槽の重量 W_f を引いた $\{W_h - W_f\}$ であるので、試験体浮力荷重 W_g となる。

【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

50

また、試験体浮力荷重 W_g は、試験体 2 a の浮力と等価であるので、試験体 2 a で排除された測定用液体 3 の重量であり、この重量は、試験体 2 a により排除された測定用液体の体積、すなわち試験体体積 V_s に測定用液体密度 D を掛けたものである。下記(7)式の関係が成り立ち、試験体体積 V_s は、試験体浮力荷重 W_g と測定用液体密度 D から求めることができる。

$$W_g = V_s \times D$$

$$V_s = W_g / D \dots (7)$$

【0043】

そこで、大気中の試料袋 1 の重量が W_b であり、試料袋 1 の密度が D_b であると、硬化開始時樹脂体積 $V_r(0)$ は、(7)式の関係より求められる硬化開始時試験体体積 $V_s(0) = W_g(0) / D(0)$ から、試料袋 1 の体積(W_b / D_b)を引いたものとなり、下記(8)式で表せる。

$$V_r(0) = W_g(0) / D(0) - (W_b / D_b) \dots (8)$$

なお、 $W_g(0)$ は、支柱 1 3 から吊下げられた、被測定樹脂 2 の硬化開始時における試験体 2 a を浸漬している測定用液体 3 が入った液溜槽 4 の重量 $W_h(0)$ と測定用液体 3 が入った液溜槽 4 の重量 W_f との差である硬化開始時試験体浮力荷重であり、 $D(0)$ は硬化開始時測定用液体密度である。

【0044】

また、硬化時樹脂体積 $V_r(t)$ は、(7)式の関係より求められる硬化時試験体体積 $V_s(t) = W_g(t) / D(t)$ から、試料袋 1 の体積(W_b / D_b)を引いたものとなり、下記(9)式で表せる。

$$V_r(t) = W_g(t) / D(t) - (W_b / D_b) \dots (9)$$

なお、 $W_g(t)$ は、支柱 1 3 から吊下げられた、被測定樹脂 2 の硬化時における試験体 2 a を浸漬している測定用液体 3 が入った液溜槽 4 の重量 $W_h(t)$ と測定用液体 3 が入った液溜槽 4 の重量 W_f との差である硬化時試験体浮力荷重であり、 $D(t)$ は硬化時測定用液体密度である。

【0045】

そして、被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S は(4)式で表されるので、(4)式の $V_r(0)$ に、(8)式の $W_g(0) / D(0) - (W_b / D_b)$ を代入し、(4)式の $V_r(t)$ に、(9)式の $W_g(t) / D(t) - (W_b / D_b)$ を代入して整理すると、被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S は下記(10)式で表される。

$$S = [1 - \{(W_g(t) / D(t) - W_b / D_b) / (W_g(0) / D(0) - W_b / D_b)\}] \times 100 \dots (10)$$

【0046】

すなわち、本実施の形態の硬化収縮率測定装置 300 は、大気中での試料袋重量 W_b と、試料袋 1 の材質で決まる試料袋密度 D_b と、硬化開始時試験体浮力荷重 $W_g(0)$ と、硬化時試験体浮力荷重 $W_g(t)$ と、硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と、硬化時測定用液体密度 $D(t)$ から、(10)式に基づき被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S (%で示される)を求めるものである。

【0047】

本実施の形態の硬化収縮率測定装置 300 のデータ処理器 17 の構成は、実施の形態 1 のデータ処理器 17 と同様であり、初期データ保持部と液体密度データ保持部と密度データ処理部と演算処理部とを備えている。

実施の形態 1 と同様に、液体密度データ保持部は、各温度での測定用液体の密度 $D(\quad)$ のデータを保持し、密度データ処理部は、温度センサ 6 から入力される測定用液体 3 の温度信号を液体密度データ保持部の各温度での測定用液体の密度 $D(\quad)$ のデータと対比して、硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とのデータを求めるとともに保持する。

【0048】

しかし、本実施の形態では、初期データ保持部は、皿式秤 12 で測定した、大気中の試料袋重量 W_b と硬化開始時試験体浮力荷重 $W_g(0)$ と、入力機器(図示せず)から入力され

10

20

30

40

50

た試料袋密度 D_b との各データを保持する。

そして、演算処理部は、皿式秤 12 から入力される硬化時試験体浮力荷重 $W_g(t)$ の信号と、初期データ保持部に保持されている、試料袋密度 D_b と大気中の試料袋重量 W_b と硬化開始時試験体浮力荷重 $W_g(0)$ との各データの信号と、密度データ処理部に保持されている、硬化開始時測定用液体密度 $D(0)$ と硬化時測定用液体密度 $D(t)$ とのデータの信号と、が入力され、(10)式に基づき、硬化中の被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S を演算処理して保持する。

保持された硬化収縮率 S のデータは、表示部 (図示せず) に表示できる。

【0049】

次に、本実施の形態の硬化収縮率測定装置 300 を用いて、被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S の経時変化を測定する方法について説明する。

まず、第 1 の手順として大気中での試料袋重量 W_b を皿式秤 12 で測定する。

次に、第 2 の手順としてデータ処理器 17 に試料袋密度 D_b のデータを入力する。

次に、第 3 の手順として、測定用液体 3 が溜められた液溜槽 4 を皿式秤 12 に載せるとともに、その重量をオフセットし、皿式秤 12 の重量信号を 0 値とする。

次に、第 4 の手順として、試料袋 1 に被測定樹脂 2 を真空脱泡しながら密閉収納し、被測定樹脂 2 が密閉収納された試料袋である試験体 2a を極細糸 8 で支柱 13 から吊下げて測定用液体 3 中に浸漬し、この状態で皿式秤 12 により硬化開始時試験体浮力荷重 $W_g(0)$ を測定するとともに、温度センサ 6 で被測定樹脂の硬化開始時における測定用液体温度を測定する。

【0050】

次に、第 5 の手順として、皿式秤 12 で硬化時試験体浮力荷重 $W_g(t)$ を測定するとともに、温度センサ 6 で被測定樹脂の硬化時における測定用液体温度を測定する。

第 6 の手順として、データ処理器 17 で、入力データと各測定データとを用いて、被測定樹脂の硬化が完了するまで、硬化収縮率 S の経時変化を演算するとともに記録する。

すなわち、本実施の形態の硬化収縮率測定方法は、上記第 1 から第 6 の手順を順番に行なって、被測定樹脂 2 の硬化収縮率 S の経時変化を測定する。

【0051】

本実施の形態の硬化収縮率測定装置 300 およびこの装置を用いた硬化収縮率測定方法でも、粘性があり誤差が大きく、高精度な測定が困難な被測定樹脂の体積を測定する必要がなく、試験体 2a である、被測定樹脂が密閉収納された試料袋の重量を測定することにより、硬化収縮率を求めることができ、被測定樹脂の硬化中の硬化収縮率の経時変化を精度良く容易に測定できる。

【0052】

試験体 2a が、実施の形態 1 と同様な樹脂やアルミニウムの試料袋 1 に被測定樹脂 2 を密閉収納して形成しているものであり、それと、被測定樹脂 2 を試料袋 1 に密閉収納する際、真空脱泡しながら行うことができるので、実施の形態 1 と同様な効果を有する。

測定データを上記構成のデータ処理器 17 で処理して、硬化収縮率の経時変化を求めるので、自動測定が可能である。

重量測定に市販の優れた性能を有する秤を用いることができ、実施の形態 1 のものと同様な効果を有する。

【0053】

測定用液体 3 も、実施の形態 1 と同様なものが用いられ、同様な効果を有する。

それと、大気中での試験体 2a の重量を測定することが不要である。

また、本実施の形態の硬化収縮率測定装置 300 においても、防水機能を備えた紫外線照射器を液溜槽 4 内の試験体 2a の近傍に設置でき、実施の形態 2 の硬化収縮率測定装置 200 と同様な効果を有する。

この場合は、試験体の浮力荷重を、支柱 13 から吊下げられた試験体 2a を浸漬している測定用液体 3 が入り且つ紫外線照射器が設けられている液溜槽の重量と、測定用液体 3 が入り且つ紫外線照射器が設けられている液溜槽の重量との差から求める。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 5 】

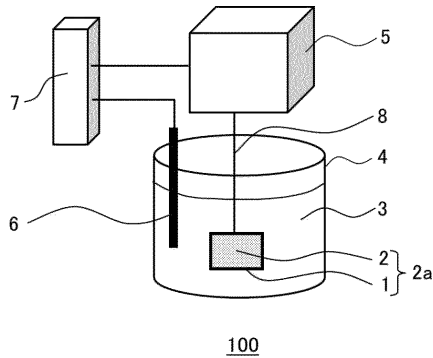
本発明に係わる硬化収縮率測定装置は、樹脂の硬化収縮率を精度良く自動で測定できるので、高い寸法精度が要求される電子部品の成形プロセスの正確な設計を行うのに用いられる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 6 】

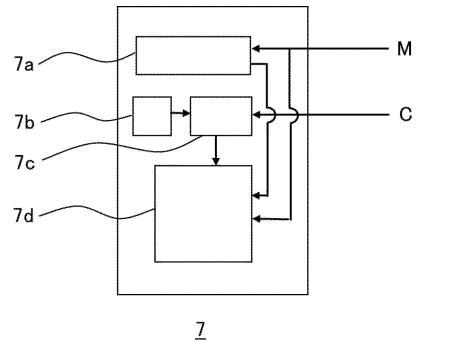
- 1 試料袋、2 被測定樹脂、2 a 試験体、3 測定用液体、4 液溜槽、
- 5 吊下げ式秤、6 温度センサ、7 データ処理器、7 a 初期データ保持部、
- 7 b 液体密度データ保持部、7 c 密度データ処理部、7 d 演算処理部、
- 8 極細糸、1 1 紫外線照射器、1 2 皿式秤、1 3 支柱、1 7 データ処理器、
- 1 0 0 , 2 0 0 , 3 0 0 硬化収縮率測定装置。

【 図 1 】



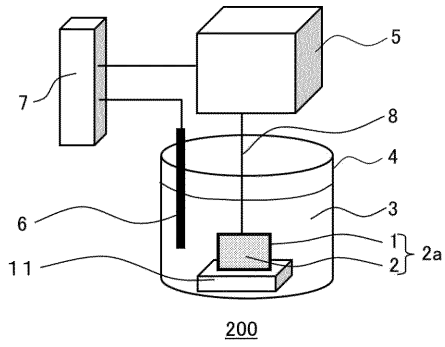
- 1: 試料袋
- 2: 被測定樹脂
- 2a: 試験体
- 3: 測定用液体
- 4: 液溜槽
- 5: 吊下げ式秤
- 6: 温度センサ
- 7: データ処理器
- 8: 極細糸
- 100: 硬化収縮率測定装置

【 図 2 】



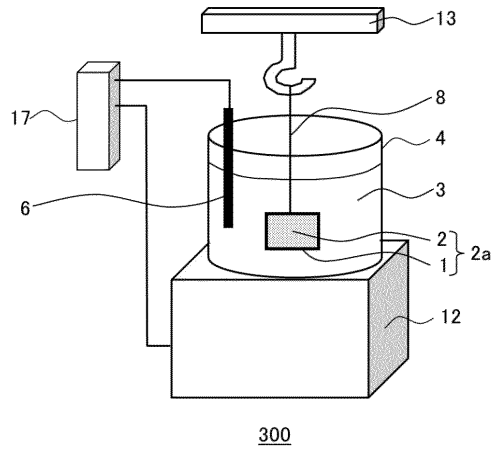
- 7a: 初期データ保持部
- 7b: 液体密度データ保持部
- 7c: 密度データ処理部
- 7d: 演算処理部

【図3】



11: 紫外線照射器
200: 硬化収縮率測定装置

【図4】



12: 皿式秤 17: データ処理器
13: 支柱 300: 硬化収縮率測定装置

フロントページの続き

- (72)発明者 廣井 治
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
- (72)発明者 上山 幸嗣
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

審査官 加々美 一恵

- (56)参考文献 特開平07-333034(JP,A)
特開2009-063358(JP,A)
特開昭63-163279(JP,A)
国際公開第2011/027815(WO,A1)
特開2011-137123(JP,A)
米国特許第06318996(US,B1)