

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 25/18 (2006.01)

G01N 27/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02144298.3

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 100409003C

[22] 申请日 2002.10.10 [21] 申请号 02144298.3

[30] 优先权

[32] 2001.10.10 [33] JP [31] 312105/2001

[73] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

[72] 发明人 大曾根靖夫 中里典生 久保贵

浅贝正树 菊地广

[56] 参考文献

JP10221279A 1998.8.21

JP8136483A 1996.5.31

JP7-120421A 1995.5.12

JP200183113A 2001.3.30

JP2001121512A 2001.1.26

CN1351256A 2002.5.29

CN1228534A 1999.9.15

审查员 黄 斌

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 何腾云

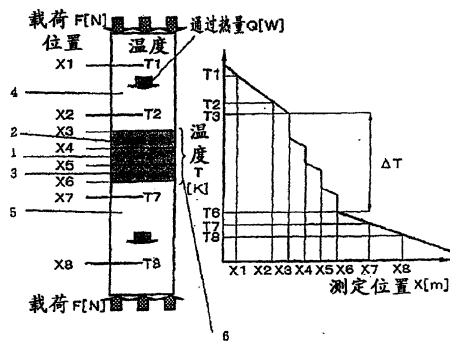
权利要求书 2 页 说明书 20 页 附图 18 页

[54] 发明名称

树脂的热阻抗测定方法及使用该方法的测定装置

[57] 摘要

本发明的课题是在装载于制品的条件下测定树脂的热阻抗。测定包含界面的热阻抗，将界面热阻抗和根据热传导的热阻抗的合计作为树脂的热阻抗进行整理。夹着树脂的部件的热阻抗，通过使用同样的装置另外进行测定，能够将热阻抗要素分离。



1. 一种树脂的热阻抗测定方法，其特征在于，
用第一部件和第二部件夹着树脂，以形成层状结构；
通过第三部件和第四部件将载荷施加到所述层状结构上；

在根据施加到包括所述层状结构、所述第三部件及所述第四部件的试验材料的载荷的测定值控制载荷以成为载荷-时间曲线上的设定值的同时，测定热阻抗，该热阻抗包括所述树脂与所述第一部件之间的界面的热阻抗、所述树脂与所述第二部件之间的界面的热阻抗、及由通过所述树脂的热传导而引起的热阻抗。

2. 一种树脂的热阻抗测定方法，其特征在于，
用第一部件和第二部件夹着树脂，以形成层状结构；

通过第三部件和第四部件把载荷施加到层状结构上，使热量连续地通过所述第三部件、所述第一部件、所述树脂、所述第二部件、及所述第四部件，或者连续地通过所述第四部件、所述第二部件、所述树脂、所述第一部件、及所述第三部件；

在根据施加到包括所述层状结构、所述第三部件及所述第四部件的试验材料的载荷的测定值控制载荷以成为载荷-时间曲线上的设定值的同时，测定热阻抗，该热阻抗包括所述第三部件与所述第一部件之间的界面的热阻抗、由通过所述第一部件的热传导引起的热阻抗、所述第一部件与所述树脂之间的界面的热阻抗、由通过所述树脂的热传导引起的热阻抗、所述树脂与所述第二部件之间的界面的热阻抗、由通过所述第二部件的热传导引起的热阻抗、及所述第二部件与所述第四部件之间的界面的热阻抗；

减去所述第三部件与所述第一部件之间的界面的热阻抗、由通过所述第一部件的热传导引起的热阻抗、由通过所述第二部件的热传导引起的热阻抗、及所述第二部件与所述第四部件之间的界面的热阻抗，这些热阻抗已经从测定的热阻抗预先得到，

由此将所述树脂与所述第一部件之间的界面的热阻抗、由通过所

述树脂的热传导引起的热阻抗、及所述树脂与所述第二部件之间的界面的热阻抗确定为包括树脂层的界面信息的热阻抗。

3. 如权利要求2所述的树脂的热阻抗测定方法，其特征在于，包括步骤：测定所述树脂的热阻抗的初始值和相对于时间的变化。

4. 如权利要求2所述的树脂的热阻抗测定方法，其特征在于，包括：

将包括所述树脂层的界面信息的、通过测定所述树脂的热阻抗相对于时间的变化得到的结果排列成数据库；及

将所述数据库应用于安装所述树脂的装置的热构造的设计。

5. 如权利要求4所述的树脂的热阻抗测定方法，其特征在于，包括：当对所述树脂的热阻抗有影响的因素保持恒定时，测量包括所述树脂层的界面信息的、所述树脂的热阻抗。

6. 如权利要求4所述的树脂的热阻抗测定方法，其特征在于，包括：当对所述树脂的热阻抗有影响的因素按照固定条件变化时，测量包括所述树脂层的界面信息的、所述树脂的热阻抗。

7. 如权利要求1所述的树脂的热阻抗测定方法，其特征在于，所述对载荷进行控制是根据施加到包括所述层状结构、所述第三部件及所述第四部件的试验材料上的载荷动态测量值更明确地、动态地控制载荷以使其成为所述设定值。

8. 如权利要求2所述的树脂的热阻抗测定方法，其特征在于，所述对载荷进行控制是根据施加到包括所述层状结构、所述第三部件及所述第四部件的试验材料上的载荷动态测量值更明确地、动态地控制载荷以使其成为所述设定值。

树脂的热阻抗测定方法及 使用该方法的测定装置

技术领域

本发明涉及测定树脂材料的热阻抗的方法。

背景技术

在部件界面上使用润滑脂或树脂的工业制品，例如，将半导体装置和放热板通过热传导性的润滑脂接合的情况、或将树脂在部件之间铸膜或涂敷之后烘焙的情况、在部件之间夹着凝胶状的树脂使用的情况、或者将半导体元件和放热板用具有导电性的粘结剂接合的情况等在广泛范围的产业领域内被使用。

在热通过这样的树脂的情况下的某产品领域中，当热通过树脂时产生的温度差用通过的热量相除、即热阻抗在设计产品方面是非常重要的。

这种树脂的热阻抗作为要素包含通过树脂本身的热传导而起因的热阻抗、和从两侧夹着树脂的部件与上述树脂之间的界面中的界面热阻抗。

在这种树脂中的热阻抗的要素中，通过树脂本身的热传导而起因的热阻抗如果热流是一维的，可以通过下列算式求得。但是，将由热传导起因得热阻抗设为 R_{cond} ，热通过的长度为 L ，热通过的截面积为 A ，树脂的热传导率为 λ 。

$$R_{cond}=L/(\lambda \times A) \quad (1)$$

即，树脂的由于热传导起因的热阻抗 R_{cond} 在热为一维地流动的情况下，与树脂的热传导率 λ 的倒数成比例。

作为个别地求出树脂的热传导率 λ 的技术，例如，最简单的方法，如图 2 所示，制作成截面积 A 一定的长度 L 足够长的试验片，流过一定的热量 Q ，在一定的间隔来测定沿试验片的热流动的方向的温度分

布的方法，这是一般被称作定常法的方法。这种方法本身是非常基础的热的的问题，为一种公知的方法。

热传导率 λ 、截面积 A 分别是一定的物质，将此设定为一定的热量 Q 一维地通过，将测定温度位置的间隔设定为 ΔL 、被测定的温度的差设为 ΔT 。则下述算式成立。

$$Q = \lambda \times A \times \Delta T / \Delta L \quad (2)$$

通过算式(2)，能够用下述算式算出热传导率 λ 。

$$\lambda = Q \times \Delta L / (A \times \Delta T) \quad (3)$$

即，若知道通过的热量 Q 、热通过的截面积 A 、测定温度的位置的间隔 ΔL ，通过测定温度差 ΔT 就能够在实验上求出热传导率 λ 。

界面中的热阻抗 R_{int} 也可以使用上述定常法测定。

如图3所示，准备已知热传导率的2种的部件，施加一定的载荷而流过热。从当时的各部件内的温度的变化，求得在界面附近的温度差 ΔT ，将此用通过的热量 Q 相除所得的值是界面的热阻抗 R_{int} 。另外，关于图2、图3将测定温度的位置每一个部件设定2个部位，但为了使测定的准确度提高，还有或将测定点之间的距离 ΔL 加大、或增加温度测定点的数量等的方法。

作为热通过的距离 L 小、薄形材料中的热通过的方向、即厚度方向的测定热传导率的方法，例如有交流加热法或使用激光的方法。这都是测定薄形材料的热扩散率、使用通过另外的方法测定的热容量和密度求得热传导率的方法。

作为使用交流加热法的热扩散率的测定方法，例如在日本特开平10-221279号公报中所举出的方法。另外，作为使用激光的方法，在日本特开2001-83113号公报中所列举的方法。

另一方面，作为在施加载荷的状态下测定树脂的热传导率的方法，例如在日本特开平8-136483号公报、或特开2001-21512号公报等被列举。

上述定常法，具有若越加大 ΔL 测定的准确度越上升的特征。因此，例如，在测定将接合发热部件和热扩散部件时使用的润滑脂、或在半

导体内部使用的铸膜树脂等那样的、相对于热通过的截面积 A 热通过的距离 L 非常的小，即薄形材料的热传导率的情况下，由于充分地确保 ΔL 是不可能的，对于使试验材料的厚度变化，即使将测定温度的位置的间隔 ΔL 充分地加大对热传导率也没有变化的情况，即，除了对于热传导率没有厚度的依存性的情况之外，存在难于适用的问题。树脂的热传导率依存于固化的工序或厚度的情况很多，在实质上，需要以厚度不变的状态进行测定。

上述特开平 10-221279 号公报和特开 2001-83113 号公报等中所公开的热扩散率的测定方法，虽然在能够测定非常薄的材料的热扩散率的这一点上具有特点，是给予非定常的热信号时的测定温度应答的方法，但需要另外测定比热和密度。

在上述特开平 8-136483 号公报中所公开的树脂的热传导率测定装置中，存在试验片的树脂的形状局限于装置的问题。即。由于在树脂内部插入作为热源的探针的关系，将测定包含了探针与树脂的界面的热阻抗的信息，在此方法中，使用从树脂的厚度方向的两侧用另外的部件夹着树脂那样的构造的情况下，除了部件与树脂的界面的热阻抗通常是与探针和树脂的界面的热阻抗相等的情况之外，不能测定包含界面的热阻抗的树脂的热阻抗。

在上述特开 2001-21512 号公报中所公开的方法中，也是难于测定包含夹着这种树脂的部件之间的、和界面的热阻抗。

一方面，在使用树脂的产品中，存在着制造工序、夹着树脂的部件的材质或面的信息、实际中使用树脂的环境等对树脂的热阻抗影响强烈的问题。

例如，如果考虑以树脂被 2 张的部件夹着的状态烘焙凝固的情况，一般在烘焙工序从树脂的基材产生各种气体而凝固，产生怎样的气体依存于树脂的基材材质和烘焙工序。在此，为了测定热传导率，在周围什么都没有的状态下进行树脂的基材烘焙，从其中进行切割等作成样品的情况下，如图 4 所示，从各方向散出气体。

对此，在实际使用树脂的产品中，如图 5 所示，由于是以树脂的

基材被另外的部件夹着的形式进行烘焙，所产生的气体的散出方向局限于没有夹着树脂的部件的方向。因此，气体的散出方向不同，烘焙后的树脂的组成或内部的构造与上述样品不同，即使正确地测定样品的热传导率，很多的情况是与实际上使用的树脂的热传导率不一致。

再有，根据使用树脂的制品在使用时·非使用时的温度，存在树脂本身或以溶解的状态被使用、或溶解后在凝固、溶解和凝固反复进行的情况。象这样，由于装载在制品上以后的溶解或凝固的影响，担心树脂的热传导率或界面的热阻抗随时间变化。在上述的情况下，如果没有预先了解热阻抗随时间的变化，即使只知道没有考虑实际安装条件下切出的样品的树脂的热传导率，很多的情况也是与实际上使用的树脂的热传导率不一致，也没有反映出界面的热阻抗的信息。

这样，在通过树脂散热的构造的制品的情况下，就不能正确地预测制品的温度上升，但是，以往对于该样品与实际的制品中由于制造工序树脂的热阻抗受到影响的问题、所谓需要求出包括界面的热阻抗的树脂总体的热阻抗的问题没有被重视，即使参照树脂的物性值，或者即使是对于制造、销售树脂或颁布的企业等法人或组织、或者个人，一般也都是这样的数据库没有被整理的情况。

因此，在实际使用树脂的制品中，对于从多种树脂的候选中选择最适合于该制品的树脂，在树脂的使用者一方作成制品或者接近其构造的试作品，不得不实际测定使用上述树脂的候选的情况的制品的温度上升，存在一直到选择出树脂试作成本大或期间变长的问题。

本发明的目的是提供可以测定与实际被组入状态最接近状态的树脂的热阻抗的、树脂的热阻抗的测定方法。

发明内容

上述目的通过以下方法来达成。即，一种树脂的热阻抗测定方法，其特征在于，用第一部件和第二部件夹着树脂，以形成层状结构；通过第三部件和第四部件将载荷施加到所述层状结构上；在根据施加到包括所述层状结构、所述第三部件及所述第四部件的试验材料的载荷的测定值控制载荷以成为载荷-时间曲线上的设定值的同时，测定热阻抗，该热阻抗包括所述树脂与所述第一部件之间的界面的热阻抗、所

述树脂与所述第二部件之间的界面的热阻抗、及由通过所述树脂的热传导而引起的热阻抗。

另外，上述目的可以通过以下方法达成。即，一种树脂的热阻抗测定方法，其特征在于，用第一部件和第二部件夹着树脂，以形成层状结构；通过第三部件和第四部件把载荷施加到层状结构上，使热量连续地通过所述第三部件、所述第一部件、所述树脂、所述第二部件、及所述第四部件，或者连续地通过所述第四部件、所述第二部件、所述树脂、所述第一部件、及所述第三部件；在根据施加到包括所述层状结构、所述第三部件及所述第四部件的试验材料的载荷的测定值控制载荷以成为载荷-时间曲线上的设定值的同时，测定热阻抗，该热阻抗包括所述第三部件与所述第一部件之间的界面的热阻抗、由通过所述第一部件的热传导引起的热阻抗、所述第一部件与所述树脂之间的界面的热阻抗、由通过所述树脂的热传导引起的热阻抗、所述树脂与所述第二部件之间的界面的热阻抗、由通过所述第二部件的热传导引起的热阻抗、及所述第二部件与所述第四部件之间的界面的热阻抗；减去所述第三部件与所述第一部件之间的界面的热阻抗、由通过所述第一部件的热传导引起的热阻抗、由通过所述第二部件的热传导引起的热阻抗、及所述第二部件与所述第四部件之间的界面的热阻抗，这些热阻抗已经从测定的热阻抗预先得到，由此将所述树脂与所述第一部件之间的界面的热阻抗、由通过所述树脂的热传导引起的热阻抗、及所述树脂与所述第二部件之间的界面的热阻抗确定为包括树脂层的界面信息的热阻抗。

还有，上述目的通过测定上述树脂的热阻抗的初期值及时间上的变动来达成。

另外，上述目的通过将测定根据温度或载荷的大小或者湿度等给树脂的热阻抗带来影响的因素、以及上述因素的任意的组合变化的上述树脂的热阻抗的随时间变化的结果数据库化，适用到装载上述树脂的热的构造的设计中来达成。

还有，上述目的通过对给上述树脂的热阻抗带来影响的因素在规定的期间内保持一定的情况的上述树脂的热阻抗进行测定来达成。

另外，上述目的通过对使给上述树脂的热阻抗带来影响的因素在规定的期间内以一定条件变动的情况的上述树脂的热阻抗进行测定来达成。

还有，上述目的通过以一定的条件指定材质、尺寸、表面的弯曲·粗糙度的加工方法及精度作成的部件夹着上述树脂，将上述部件与上述树脂之间的界面的热阻抗和根据上述树脂的热传导的热阻抗的合计作为上述树脂的热阻抗进行测定并管理来达成。

另外，上述目的通过将上述树脂的热阻抗资料化进行保管或者公开来达成。

还有，上述目的通过对于将上述树脂作为产品制造·销售·颁布，将使用上述树脂的热阻抗的测定方法测定的热阻抗作为产品信息的一部分使用来达成。

另外，上述目的通过将上述树脂的热阻抗的资料作为适用的树脂的选择标准的一部分使用来达成。

附图说明

图 1 是表示本发明中的树脂的热阻抗的测定方法的图。

图 2 是表示根据以往的定常法的部件的热传导率的测定方法的图。

图 3 是表示根据以往的定常法的接触热阻抗的测定方法的图。

图 4 是说明在树脂的周围什么都没有的情况的气体散出方法的图。

图 5 是说明在树脂被多个部件夹着的情况的气体散出方法的图。

图 6 是表示夹着本发明的树脂的部件的热阻抗的测定方法的图。

图 7 是表示管理载荷的情况的包含树脂的界面的信息的热阻抗测定装置的构成的图。

图 8 是表示管理厚度的情况的包含树脂的界面的信息的热阻抗测定装置的构成的图。

图 9 是表示管理厚度的情况的衬垫的构成例的图。

图 10 是表示装载辅助的温度控制功能的情况的测定装置构成的图。

图 11 是表示树脂的热阻抗的厚度依存性的图。

图 12 是表示树脂的热阻抗的厚度依存性的图。

图 13 是表示树脂的热阻抗的厚度依存性的图。
图 14 是表示树脂的热阻抗的厚度依存性的图。
图 15 是表示树脂的热阻抗的载荷依存性的图。
图 16 是表示树脂的热阻抗的载荷依存性的图。
图 17 是表示树脂的热阻抗的载荷依存性的图。
图 18 是表示树脂的热阻抗的载荷依存性的图。
图 19 是表示树脂的热阻抗的随时间变化的图。
图 20 是表示施加在树脂上的周期的空气温度的变调的图。

具体实施方式

但是，作为测定具有树脂材料等的部件的热传导率或界面的热阻抗等的热物性值的方法，可以使用上述定常法、或者激光闪光法等测定。

可是，对于使用这些方法评价热物性值，如果制造·颁布·销售树脂的一方的从业者或者组织、法人，以将树脂等的部件组装在实际机件上的状态评价其热物性值，就没有考虑很多情况是与以部件单体测定的场合的值不同的情况。

例如，在半导体组件等的实际机件中，将半导体元件实际安装在放热板上的情况下，一般进行的是通过以松胶或合成橡胶等的树脂铸膜，将半导体元件、树脂、放热板按顺序层状地构成。

这样，对于将树脂用在制品内部的半导体产业或电子仪器等中的制造厂商，在实际的设计中不仅只考虑树脂，还必须考虑与其连接的部件之间的界面的热阻抗来设计，而关于上述的一例那样的三层构造（半导体元件、树脂、放热板）中的部件之间的界面热阻抗，没有由制造·颁布·销售树脂的从业者或者组织、法人等提供。

本发明的发明者们研讨了包含界面的热阻抗的、简单地测定各种与实际机件相近状态的热阻抗的方法的结果是找出了新的测定方法。

使用图 1、图 6 说明此研讨结果的一个实施例。

图 1 是表示用定常法树脂与部件的界面的热阻抗、和将起因于热阻抗的热传导的热阻抗的合计作为树脂整体的热阻抗测定的情况的构

成的图。图6是表示测定夹着树脂的部件的热阻抗的情况的构成的图。

在图1中，测定热阻抗的树脂1通过指定材料、厚度、表面加工方法等被制造的第一部件2和第二部件3，以从图的上下方向被夹着的层状的构成的试验片设置在测定装置内。该层状构成的试验片如果需要，可以预先通过指定的烘焙工序等的制造工序成为或被固化、或不被固化的状态。

另外，分别关于第一部件2和第二部件3，最好作成面的弯曲、粗糙度、加工方法等在表、里面大致相同，哪个面设置成构成与树脂的界面都能够得到大致相同的结果的形状。

将上述层状构成的试验片，从图1的更上下的方向用第三部件4和第四部件5夹住，该第三部件4和第四部件5具有对试验片施加载荷的功能、使试验片的厚度保持一定的功能、和测定内部的温度分布的功能。在第三部件4和第四部件5的分别的至少2个部位、图的X1、X2、X7、X8的位置上设置测定部件的温度的温度测定装置。

作为此温度测定装置，虽然热电对等的接触式温度传感器很简便，只要是能够测定任意位置中的第三部件4和第四部件5的温度的装置，任何装置都可以。

关于第三部件4和第四部件5分别的温度测定位置，3个部位以上也可以，连续地测定也可以。

还有，最好使第三部件4和第四部件5的材料、截面积、面加工方法看作是一致的程度。最好硬度、弯曲、面粗糙度等大致一致，即使不一致测定本身也是可能的。关于温度测定位置和部件的长度，虽然不一致也没关系，材料不同也可以测定，热传导率 λ 预先测定作为已知的值这点非常重要。

虽然图1未表示，第三部件4、第四部件5及层状试验材料的周围，为了极力地降低从其表面的放热、即由于与周边空气之间的热交换的热热的泄漏，最好以隔热性的部件覆盖。或者，也可以使层状试验材料6中的平均的温度与周边空气或装置外壁等的构造物的温度大致相等地控制环境温度。

图 1 的 X3 ~ X4、X4 ~ X5、X5 ~ X6 的范围分别是夹着树脂的第一部件 2、树脂 1、夹着树脂的第二部件 3。在图 1 中，从第三部件 4、向第一部件 2 树脂 1、第二部件 3、第四部件 5 的方向施加载荷 F，并且热量 Q 流动。

此时，如果设位置 X3 中的第三部件 4 和第一部件 2 的界面为界面 1，位置 X4 中的第一部件 2 和树脂 1 的界面为界面 2，位置 X5 中的树脂 1 和第二部件 3 的界面为界面 3，位置 X6 中的第二部件 3 和第四部件 5 的界面为界面 4，界面 1 ~ 4 中的平均压力 P_{av} 和截面积 A 的各材料中的热流束 q 由下述给出。

$$P_{av}=F/A \quad [\text{Pa}] \quad (4)$$

$$q=Q/A \quad [\text{W}/\text{m}^2] \quad (5)$$

通过此测定，首先能够求出通过的热量 Q[W]。如果分别设第三部件 4 和第四部件 5 的热传导率为 λ_4 、 λ_5 [w/(m·k)]，则

$$Q=\lambda_4 \times A \times |(T_2-T_1)/(X_2-X_1)| \quad (6)$$

$$Q=\lambda_5 \times A \times |(T_8-T_7)/(X_8-X_7)| \quad (7)$$

若测定装置的隔热性不充分，由于从第三部件 4 到第四部件 5 热流动期间热也向周边泄漏，存在通过第三部件 4 和第四部件 5 的热量 Q 的算出结果不一致的情况，最好使这个差在测定上的有效数字以下地确保系统的隔热方法，例如，可以考虑将测定装置设置在恒温炉内，使从第三部件 4 到第四部件 5 的大概平均的温度、与周边环境的温度大致相等地控制空气温度，或用热传导率极低材料覆盖周围等的方法。

另一方面，可以从通过热量 Q 和热传导率 λ_4 、 λ_5 求出界面 1、界面 4 中第三部件 4 的温度 T_3 [K] 和第四部件 5 的温度 T_6 [K]。即，

$$T_3=(T_2-T_1)/(X_2-X_1) \times (X_3-X_1) + T_1 \quad (8)$$

$$T_6=(T_8-T_7)/(X_8-X_7) \times (X_6-X_7) + T_7 \quad (9)$$

从通过算式 (6) 或者 (7) 得到的热量 Q、界面 1、4 中第三部件 4 与第四部件 5 的温度 T_3 、 T_6 的差 $\Delta T=T_3-T_6$ ，能够求出包含界面信息的热阻抗 R_{tot} [K/W]。

$$R_{tot}=\Delta T/Q \quad (10)$$

在此 R_{tot} 中, 包含界面 1 ~ 界面 4 中界面的热阻抗 $R_{int1} \sim R_{int4}$ 、树脂 1、根据第一部件 2 和第二部件 3 的热传导的热阻抗 R_{cond1} 、 R_{cond2} 、 R_{cond3} 。即,

$$R_{tot} = R_{int1} + R_{cond2} + R_{int2} + R_{cond1} + R_{int3} + R_{cond3} + R_{int4} \quad (11)$$

其中, 若将要求出的树脂的热阻抗设为 R , 由于

$$R = R_{int2} + R_{cond1} + R_{int3} \quad (12)$$

预先需要求出 R_{int1} 、 R_{cond2} 、 R_{cond3} 、 R_{int4} 。关于此要素热阻抗的求得方法, 使用图 6 说明。

图 6 是表示测定夹着树脂得第一部件 2 或第二部件 3 中得热阻抗得情况得构成的图。在此, 虽然表示包含第一部件 2 的构成, 关于第二部件 3 的测定的场合也能够以同样的方法测定。

第三部件 4 和第四部件 5 用热传导率、硬度相等的同一材料作成, 而且, 截面积也相等。还有, 其表面的弯曲、粗糙度、面的加工方法等在同一条件下指定加工, 在统计上的误差范围内为相同的面。还有, 关于第一部件 2 也与上述同样地, 其表面的弯曲、粗糙度、面的加工方法等在同一条件下指定加工, 也是在统计上的误差范围内为相同的面。

将第一部件 2 用第三部件 4、第四部件 5 夹着, 从两侧施加载荷 F , 使一定两的热 Q 流动。由于可以说从上述条件, 第三部件 4 和第一部件 2 的界面、第四部件 5 和第一部件 2 的界面, 实质上分别与第三部件 4 和第一部件 2 的界面为同一界面, 与图 1 的手法同样地算出从在温度测定点 $Y1$ 、 $Y2$ 、 $Y5$ 、 $Y6$ 测定的温度通过的热量 Q , 只要求出在位置 $Y3$ 、 $Y4$ 的界面中第三部件 4 和第四部件 5 的温度 $T3$ 、 $T4$, 将该差 $\Delta T = T3 - T4$ 用通过的热量 Q 相除所得的值为包含界面信息的部件 2 的热阻抗 $R2$ 。即, 作为

$$R2 = R_{int1} + R_{cond2} + R_{int1} \quad (13)$$

用与图 1 所示的实验装置同样的装置可以测定 $R2$ 。

另外, 由于 R_{cond2} 从第一部件 2 的热传导率和截面积一味地规定, 本来应该没有测定的必要, 但这也可以用下面的顺序测定。从上述算

式(2)可以知道,若热传导率、截面积、通过的热量为一定,被测定的温度差 ΔT 与热通过的长度 ΔL 成比例。因此,作为第一部件2,准备热通过方向的长度、即厚度不同的多个部件,实施同样的测定。

例如,考虑对将标准的厚度设为 ΔL 、其 n 倍的厚度 $n\Delta L$ 部件的2种进行测定的情况。若设定厚度 ΔL 的情况的热阻抗为 R_2 ,厚度 $n\Delta L$ 的情况的热阻抗为 R_{2_nL} ,则成为,

$$R_2 = R_{int1} + R_{cond2} + R_{int1} \quad (14)$$

$$R_{2_nL} = R_{int1} + nR_{cond2} + R_{int1} \quad (15)$$

对于只是上述厚度不同的多个第一部件2,通过测定 R_2 就能够测定起因于通过第一部件2的热传导的热阻抗 R_{cond2} 、和界面的热阻抗 R_{int1} 。

$$R_{cond2} = (R_{2_nL} - R_2) / (n - 1) \quad (16)$$

$$R_{int1} = (R_2 - R_{cond2}) / 2 \quad (17)$$

另外, n 虽然是表示一般的自然数,在此只要是能够高精度地测定, n 为实数也可以。

通过将图6的方法同样地对于第二部件3、第四部件5实施,能够测定起因于通过第二部件3的热传导的热阻抗 R_{cond3} 、第二部件3和第四部件5的界面的热阻抗 R_{int4} 。

另外,第三部件4和第四部件5,例如,在被看作是材质或加工方法不同、表面的弯曲或粗糙度、面的加工方法等不同、实质上具有不同表面的部件的情况下,分别准备多个第三部件4和第四部件5,通过分别实施根据第三部件4、第一部件2、第三部件4的构成的测定,和根据第四部件5第二部件3和第四部件5的构成的测定,能够测定 R_{int1} 、 R_{int4} 、 R_{cond2} 、 R_{cond3} 。

如上所述,通过测定凭借使用实质上同一的测定装置的图1及图6的所示的手法的多个界面的热阻抗 $R_{int1} \sim R_{int4}$,和由热传导起因的热阻抗 $R_{cond1} \sim R_{cond3}$,能够测定要求的热阻抗 R 。

下面,说明本实施例中的测定试验材料的作成方法。在本实施例中,在将树脂1、夹着树脂1的第一部件2和第二部件3作成在按第

一部件 2、树脂 1、第二部件 3 的顺序热量流过的方向上层状地重叠的构造这方面具有特点。

这种情况下，第一部件 2 和第二部件 3，例如相当于被树脂铸膜的半导体组件的标准结构和绝缘层或者放热板、半导体元件或者装载半导体元件的热扩散板和配线基板或放热板等，只要是通过树脂使热量从某部件传递到其他的部件的构造什么都可以。

在图 7 中，由上述第一部件 2、树脂 1、第二部件 3 构成的层状部件 6，与使用树脂 1 的使用者一方的实际的制造工序大致为同一工序，或者将以树脂 1 作为制品使用的使用者一方的大致标准的工序通过原本供应树脂的供应者一方所规定的标准的工序来作成。

这种情况下，关于规定上述标准的工序来作成的试验材料，使用图 1 及图 6 的方法测定包含界面的信息的树脂 1 的热阻抗、及将测定方法标准化、以与树脂 1 的使用者一方的制造工序大体一致的工序作成试验材料进行树脂 1 的热阻抗的测定本身包含在本发明中。

还有，关于夹着树脂 1 的第一部件 2 和第二部件 3，以与树脂 1 的使用者一方的制造工序大体一致的工序作成试验材料的情况下，作为第一部件 2 和第二部件 3，在实际的制品上使用具有树脂 1 和界面的材料也包含在本发明中，树脂 1 的供应者一方决定标准的工序，而且，作为标准的部件规定第一部件 2、第二部件 3 的材料、厚度、表面加工方法等，测定包含树脂 1 的界面的热阻抗的情况也包含在本发明中。

再有，将上述包含界面的树脂 1 的热阻抗进行数据库化，以有偿无偿颁布，或记载在树脂 1 的销售·颁布的技术资料上、及作为使用树脂 1 的制品的资料来使用也包含在本发明中，这是不言而喻的。

在本实施例中，作为作成由第一部件 2、树脂 1、第二部件 3 构成的层状试验材料 6 的情况的参数，除了第一部件 2、第二部件 3 的材料或表面的弯曲、粗糙度、加工方法或退火等的表面处理之外，还包含热阻抗测定时热量通过的截面积、热量通过方向的各部件的厚度。还有，在将树脂 1 烘焙·固化的情况下，其温度曲线和空气的控制方

法等、由于树脂 1 的材料或使用方法而不同，向制品上装载时的形状·工序等的条件都包含在参数中。

另外，虽然一般对于包含树脂的界面的热阻抗具有随时间变化的特点，但关于这种随时间的变化，制造·销售·颁布树脂的供应者一方以被标准化的形式而拥有数据的情况以往是没有的。对包含树脂的界面的热阻抗随时间变化进行测定而作成热阻抗资料的情况也包含在本发明中。作为当时的控制参数，例如包含载荷、环境温度、环境湿度等。另外，树脂没有被固化的情况等，再有，树脂的厚度也包含在参数中。

将上述那样的控制参数分别保持在规定的值或一定的时间、或者设定某概况随时间变化测定包含树脂的界面的热阻抗的随时间变化、以及、将其方法、测定的结果作为树脂的物性信息进行管理的情况都包含于本发明中。

不管怎样，包含部件·树脂·部件的界面的热阻抗，而且，经过固化或烘焙工序等变成树脂后的，或者包含没有变成的情况，通过图 1 及图 6 所示的方法其他的方法对树脂的热阻抗进行测定、以及，树脂的使用者在装载于自己的制品前，树脂的供应者一方或者从供应者一方或使用者一方以某种形式接受委托的第三者，或者不属于前述的第三者，预先测定该界面的热阻抗的本身有着本实施例的特征。

使用图 7 说明本发明的其他实施例。

图 7 是表示保持一定载荷、或者规定时间上的载荷曲线并使其变化的情况，即，对载荷进行管理测定包含界面的热阻抗的情况的装置的构成的图。

在图 7 中，象这样对载荷进行管理来测定包含界面的热阻抗的情况，树脂的热量通过的方向或者与载荷平行的方向的长度、即树脂的厚度变化在对于载荷的变化或时间的经过小的场合特别有效，当然即使是不符合前述树脂也是有效的方法。

本实施例中的树脂的热阻抗的测定装置以树脂 1 及由夹着树脂的第一部件 2 和第二部件 3 构成的层状试验材料 6、对层状试验材料 6

施加载荷及热量的第三部件 4、第四部件 5 为基本构成。

在图 7 中表示热量从图的上侧向下侧流动的构成，但热量的流动方向只要是按第三部件 4、第一部件 2、树脂 1、第二部件 3、第四部件 5 的顺序、或者按照其相反的顺序一维地使热量流动的构造，不管是铅直向下或者铅直地向上、或者是这之外的方向，能够得到同样的效果。

其中，图 7 表示热量铅直向下从图的上方向下方流动的情况。这种情况下，在第三部件 4 的附近配置加热器等的热源 7 施加热的信号，在第四部件 5 的附近配置水冷组件等的冷却装置 8，使其能够将层状试验材料 6 的温度控制在任意的值。在第三部件 4 和第四部件 5 的周围，通过用隔热材料 9 覆盖，防止由于与空气等的周围环境之间的对流热传递或辐射，从第三部件 4 经过层状试验材料 6 向第四部件 5 流动的热量的一部分向装置外部泄漏。

另外，在能够使周围环境温度保持在与层状试验材料 6 有代表性的温度大致相等的空气控制可能的情况下，即使根据前述隔热材料 9 的隔热效果不充分，也可以将热的泄漏抑制在最小。

层状试验材料 6 与第三部件 4、第四部件 5 之间的界面压力的平均值等于施加的载荷用截面积相除的值。因此，用测力计等的载荷测量装置 10 测定施加的载荷的大小，以该结果为基础控制机台 11 的高度，能够保持载荷的大小一定，或者保持在遵从载荷的时间上的曲线的设定值。

在本实施例中，图 7 表示单一试验材料的测定系统，在同一装置内设置测定多个试验材料的单元也可以。还有，虽然表示在控制载荷的机台 11 与载荷测量装置 10 之间配置层状试验材料 6 那样的位置关系，但即使不是将层状试验材料 6 配置在控制载荷的机台 11 与载荷测量装置 10 之间的构造也可以。

使用图 8、图 9 说明本发明的其他实施例。

图 8 是表示将层状试验材料 6 中热量通过的方向、或者与载荷平行的方向的长度，既厚度在一定条件下进行管理，测定包含界面的热

阻抗的情况的装置的构成的图。

象这样对厚度进行管理来测定包含界面的树脂的热阻抗，由于树脂为柔软的构造体或润滑脂或凝胶状，或者其他的理由，如果长期地施加载荷树脂或产生变形，或从第一部件 2、第二部件 3 之间流出、挤出的情况下，即树脂的厚度变化在对于载荷的变化或时间的经过大的场合是有效的，当然即使是不符合前述树脂的情况也是有效的方法。

在图 8 中，在层状试验材料 6 以及夹着该材料的第三部件 4、第四部件 5 之外，还设置用于规定厚度的第五部件 12 和第六部件 13 以及衬垫 14。在图中，第三部件 4 和第五部件 12 的长度、以及第四部件 5 和第六部件 13 的长度在任何试验时，最好其长度相等。

例如，图 8 中是表示将同一热源 7、同一冷却装置 8 由第三部件 4、层状试验材料 6、第四部件 5 的组，和第五部件 12、衬垫 14、第六部件 13 的组共有的情况，分别独立地拥有热源 7 和冷却装置 8，而且，将第三部件 4 和第五部件 12、第四部件 5 和第六部件 13 作成同一的材料、同一的尺寸、同一的加工品，使通过的热量和温度分布相等地进行控制等也是有效的，通过这样的处置，第三部件 4 和第五部件 12 的下面、以及第四部件 5 和第六部件 13 的上面分别在同一面内。图的上下方向与原来的铅直上下方向一致的情况下，可以说分别的组位于各自的同一水平面内。衬垫 14 的厚度使用与作为层状试验材料 6 的厚度希望保持一定的厚度相等的厚度。

特别是考虑到在高温条件下，使空气的温度保持一定、或周期地变化的场合，通过极力地使各部件的线膨胀系数及通过热量、温度分布在包含层状试验材料 6 侧和包含衬垫 14 侧相等，能够对厚度进行一定的管理。

另外，最好衬垫 14 为极力线膨胀系数小的材料。如果使用这样的材料，由于根据层状试验材料 6 中各部件 2、3 和树脂 1 的热传导的热阻抗、和包含树脂 1 和部件 2 以及树脂 1 和部件 3 之间的界面的热阻抗的层状试验材料 6 整体的热阻抗、层状试验材料 6 和部件 4、5 之间的界面的热阻抗的合计、根据衬垫 14 中热传导的热阻抗与衬垫 14 和

部件 12、13 之间的界面的热阻抗的合计一定会产生不一致的情况，对于温度分布会有产生差异的情况，在这样的情况下，通过使衬垫 14 的截面积变化，能够使上述 2 种的热量流过经由路线种的热阻抗分别相等地调准衬垫 14 的形状。

在本实施例中，由于通过衬垫 14 能够将层状试验材料 6 的厚度保持一定，可以防止由于树脂 1 或是柔软的构造，或是润滑脂或凝胶状的材料，如果施加载荷由装载在制品时的形状产生大的变形，或树脂 1 从第一部件 2 和第三部件 4 之间流出、挤出，可以保持一定的厚度，测定包含界面信息的树脂 1 的热阻抗。

在图 8 中，表示在测定装置的 2 个部位使用第五部件 12 和第六部件 13 配置衬垫 14 的构成，只要是能够使夹着树脂 1 的层状试验材料 6 的厚度保持一定，只设置 1 个部位也没问题。还有，在能够同时测定多个层状试验材料 6 的热阻抗，成为所谓的多组式构成的情况下，在没有设置层状试验材料 6 的试验单元中的第一部件 2 与第二部件 3 之间夹置者衬垫 14 也可以。

图 9 是表示本实施例中树脂 1 由于是润滑脂或凝胶状部件的理由，从第一部件 2 与第二部件 3 之间长期地流出的情况的、包含衬垫 14 的层状试验材料 6 的构成的图。

在图 9 中，在第一部件 2 和第二部件 3 的相对的面外周附近形成槽，在其中嵌入内部成为空洞的框状的衬垫 14 的构造。在作成层状试验材料 6 时，在铅直方向下侧的第一部件 2 或者第二部件 3 的槽中，嵌入衬垫 14，在形成的容器状的空间中放入树脂 1，将剩余的另一方的部件从上面嵌入作成层状试验材料 6。这种情况下，最好衬垫 14 的热传导率为极其小的值，即衬垫 14 是可以作为隔热材料使用的材料。还有，当然最好是线膨胀系数极小的材料。

另外，如果在树脂 1 和第一部件 2 及第二部件 3 之间残存有空间，树脂 1 与各部件 2、3 之间的界面的构造与制品装载时的树脂 1 与各部件 2、3 之间的界面的构造不同的情况下，例如，在衬垫 14 中，如图 9 那样地设置用于使空气或过多的树脂 1 渗漏的排出口 15，在作成层

状试验材料 6 的最后的工序，通过将排出口 15 用与衬垫 14 同样的材料、或者除此之外的热传导率低填充材料填充，能够防止空洞的发生、厚度的变动以及树脂 1 的流出。

在图 9 中所示的本实施例中，通过预先测定没有树脂 1 的场合的、只有第一部件 2、衬垫 14、第二部件 3 的情况的热阻抗，可以反向地算出成为与衬垫 14 并列的热流的、作为第一部件 2 与树脂 1 的界面的热阻抗 R_{int2} 、根据树脂 1 的热传导的热阻抗 R_{cond2} 、树脂 1 与第二部件 3 的界面的热阻抗 R_{int3} 的热阻抗合计的树脂 1 的热阻抗。

使用图 10 说明本发明的其他实施例。在本实施例中，其特征是除了用于对层状试验材料 6 施加热量的热源 7 和冷却装置 8 以外，在测定各自的包含层状试验材料 6 的界面的热阻抗的装置中的第三部件 4 和第四部件 5 的周边，配置用于控制分别的温度的辅助的热源 16 和辅助的冷却装置 17。上述辅助的热源 16 例如可以使用片状加热器或热电阻等，辅助的冷却装置可以使用制冷剂循环的配管等。这些都是用于控制第三部件 4 和第四部件 5 的温度。

测定包含树脂 1 的界面的信息的热阻抗的情况下，例如在恒温炉中设置测定装置的整体，使空气的温度周期地变化，有着需要测定热阻抗随时间变化的情况。在这种情况下，除了空气温度的变调周期足够长的情况，由于包含层状试验材料 6 的测定系统整体的热容量的影响，存在测定系统的温度变动不追随空气温度的控制的问题。

其结果是在空气温度变调时各自的构成部件起着热的电容器的作用，会发生通过第三部件 4、层状试验材料 6、第四部件 5 的热量各自不同的情况。在这种条件下，通过图 1 及图 6 所示的方法，不能测定层状试验材料 6 及包含树脂 1 的界面信息的热阻抗。

在本实施例中，通过配合空气温度的变调控制辅助的热源 16 和辅助的冷却装置 17，能够使用于测定通常的通过第三部件 4、层状试验材料 6、第四部件 5 的热阻抗的热的通过量保持一定，可以测定使空气温度周期地变化的场合的包含树脂 1 的界面的热阻抗随时间的变化。

另外，在图 10 中，没有表示象恒温炉那样的空气环境控制装置，当然即使没有那样的空气环境控制装置也是有效的温度管理方法。

在图 11~图 15 中表示本发明的其他的实施例中的包含树脂的界面的热阻抗数据的公开方法。

图 11 是表示关于树脂的热阻抗的厚度依存性进行整理的情况的图。

在图 11 中，若使树脂的厚度变化，由于在烘焙工序或固化时得到树脂得组成也变化，相对于树脂的厚度，由树脂内部的热传导起因的热阻抗并不是线形地变化，在此表示概念上的整理方法。例如，关于应该以树脂内的填料量、充填材料的种类等为基准比较的树脂，将夹着树脂的部件的材料及表面加工方法等共同化，分别作成树脂厚度不同的试验材料，整理了厚度依存性后能够得到图 11 那样的图。

图 12 是关于同一树脂，烘焙工序或固化工序等的，由不同的温度侧面（工序）作成的情况的表示厚度依存性的情况的表示方法的示例。图 13 是关于同一树脂，使测定时的空气，例如温度、湿度等变化的情况的表示厚度依存性的情况的表示方法的示例。图 14 是表示施加在树脂上的载荷不同的情况的表示厚度依存性的图。

如图 11~图 14 概念地所示的那样，在包含树脂的界面信息的热阻抗的表示·管理方法中，有以树脂的厚度为基准管理的方法。

另外，即使不是这样连续的图表，是离散的数据、或者是将其归纳在表中的形式，测定包含界面的信息的热阻抗，将其作为树脂的热阻抗的数据进行处理本身也包含在本发明中，这是不言而喻的。

图 15~图 18 是表示对于施加在树脂上的载荷，包含树脂的界面信息的热阻抗的表示方法的图，图 15 是表示对于不同树脂的热阻抗的载荷依存性的图，图 16 是表示不同的制造工序的情况的热阻抗的载荷依存性的图，图 17 是表示空气不同的情况的热阻抗的载荷依存性的图，图 18 是表示厚度不同的情况的热阻抗的载荷依存性的图。象这样，在包含树脂的界面信息的热阻抗的表示·管理方法中，有以施加在树脂上的载荷为基准管理的方法。

在图 11~图 14 所示的图中表示热阻抗对于厚度非线性地单调增加样式的图，在图 15~图 18 所示的图中表示热阻抗对于载荷非线性地单调增加样式的图，这些仅仅表示概念，作为评价热阻抗的结果，不是单调地变化也没关系。另外，作为整理厚度依存性或载荷依存性的参数，除了树脂的种类、工序、空气、厚度或载荷之外，还有夹着树脂的部件的材质、加工及完成方法等。再有，改变上述参数的情况的，例如将空气温度等的空气依存性进行图示·数据化也包含在本发明中。

图 19 是表示包含本发明中的界面信息的数值的热阻抗随时间变化的图。图的横轴是经过的时间，例如有 1000 小时、10000 小时那样的实施长期的老化试验的情况，和实施更短时间的过渡性的变化试验的情况。

在图 19 中表示整理对于不同的树脂的包含界面信息的热阻抗随时间的变化，全都能够用同样的图表示对于空气（温度、湿度等）或载荷、厚度及其他的控制参数随时间的变化进行整理。

另外，关于控制参数，不仅只包含保持一定值，也包含进行时间上的变调的情况。

例如图 20 所示，关于包含使空气温度周期性变化的情况的界面的信息的树脂的热阻抗、这之外的各控制参数，如图 19 所示，能够在横轴上对从控制空气的温度开始的经过时间进行整理。

在本发明中，表示了包含树脂的界面的热阻抗的测定方法，置换成与此等价的热传导率或热传递率进行整理的情况也包含在本发明中。

例如，若将算式（1）中的 R_{cond} 置换成算式（12）的 R ，将热传导率 λ 置换包含树脂的界面信息的实效的热传导率 λ_{eff} ，则成为

$$\lambda_{eff} = L / (R + A) = L / [(R_{int2} + R_{cond1} + R_{int3}) \times A] \quad (18)$$

在此， L 和 A 分别是树脂的热量通过的方向的长度、即树脂的厚度和与热量通过方向正交的截面的截面积。

还有，如果设夹着树脂 1 的第一部件 2 与第二部件 3 之间的实效

的热传递率为 $heff$ ，实验上求出的热阻抗为 R ，则成为

$$heff=1/(R+A)=1/[(Rint2+Rcond1+Rint3) \times A] \quad (19)$$

将这些实效的热传导率 λ_{eff} 或实效的热传递率 $heff$ 作为树脂的物性值进行整理，以作为界面的热阻抗和根据热传导的热阻抗的合计测定的热阻抗为基准换算成实效的热传导率或实效的热传递率，作为数据进行管理的情况，都包含在本发明中。

另外，在本发明中只对于树脂进行了记载，对于界面的热阻抗的信息所必要的部件所有的实效的热阻抗的测定，本发明可以适用，而对于焊锡、银浆材料等的导电性粘接剂、合成橡胶、润滑脂及其他的固体与固体接合的所有材料，能够通过同样的手法作为实效的热传导率、或将其换算成实效的热传导率或实效的热传递率进行整理。

还有，不仅仅是热阻抗或热传导率、热传递率，测定包含固体与固体接合的部件的界面的影响的物性值进行样本化、数据化以商业活动为目的进行利用的情况全都包含在本发明中。

另外，在本发明的实施例中，作为测定热阻抗的方法，表示了使用所谓的定常法的情况，只要是以本发明为目的、能够测定包含界面信息的热阻抗的方法，使用任何方法都可以。

根据本发明，由于能够将作为夹着树脂的部件与树脂的界面的热阻抗、和根据树脂的热传导的热阻抗的合计的热阻抗作为树脂的热阻抗进行测定，将包含实际的制品使用时的环境中的树脂的界面信息的热阻抗，在装载于制品之前的阶段数据库化，能够使制品设计时的试作期间缩短和成本的降低成为可能。

另外，根据本发明，关于包含树脂的界面信息的热阻抗的测定方法，由于能够规定标准的测定方法，对于树脂的供应者、使用者的双方，使以被共通化或标准化的形式管理树脂的物性成为可能。

图1

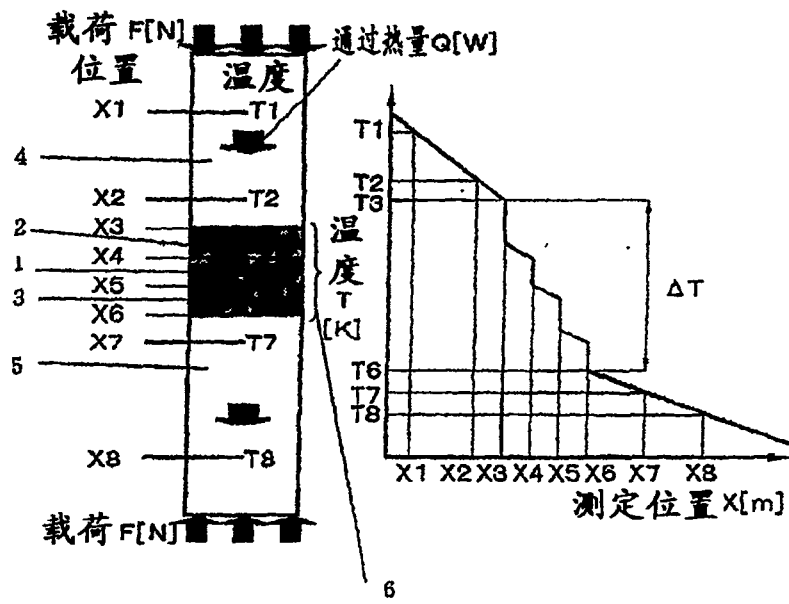


图 2

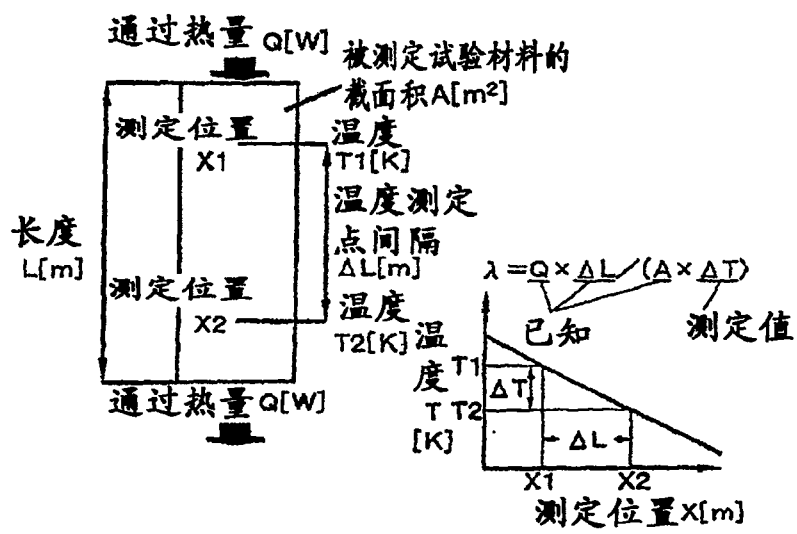


图 3

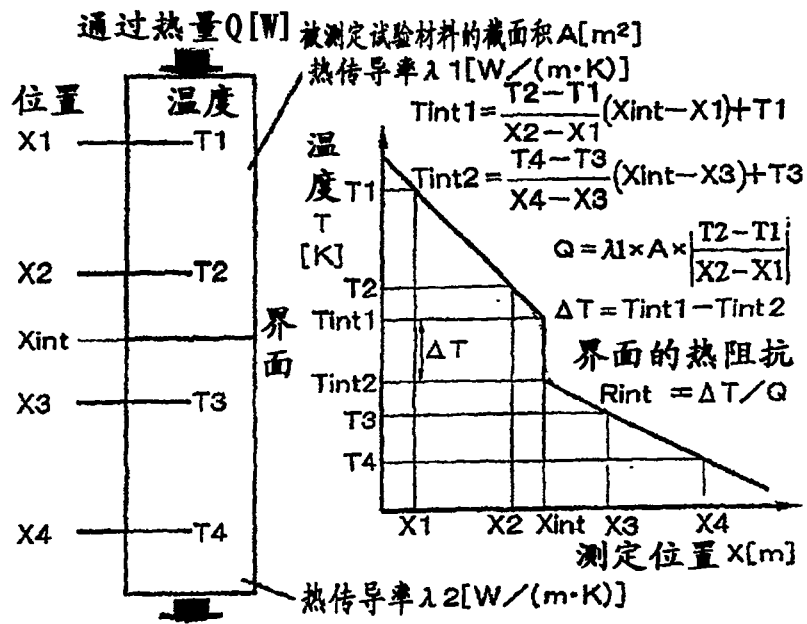


图4

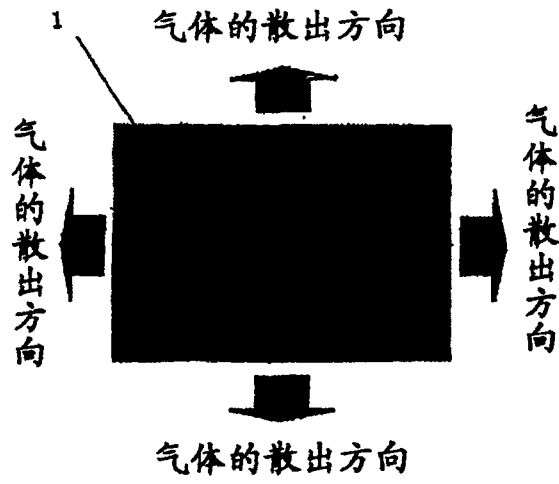


图5

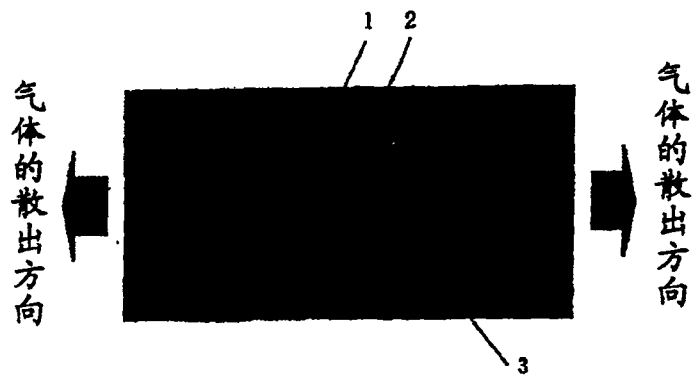


图6

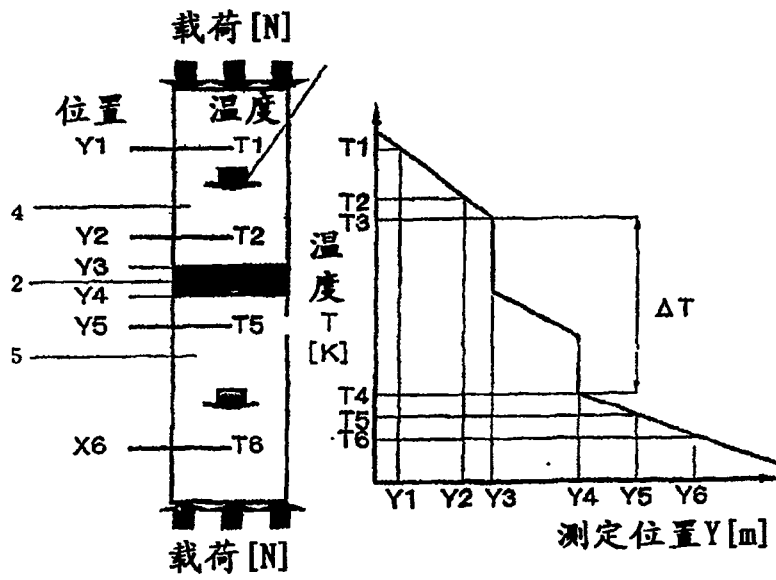


图7

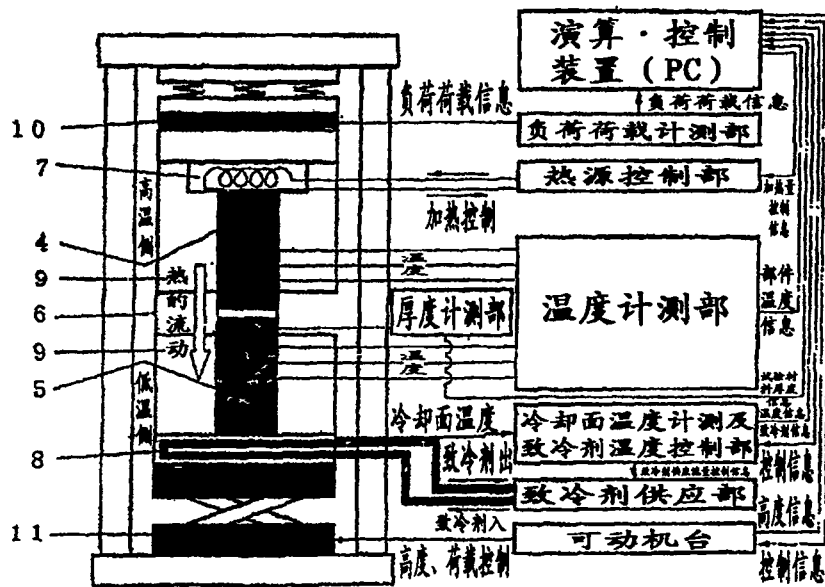


图8

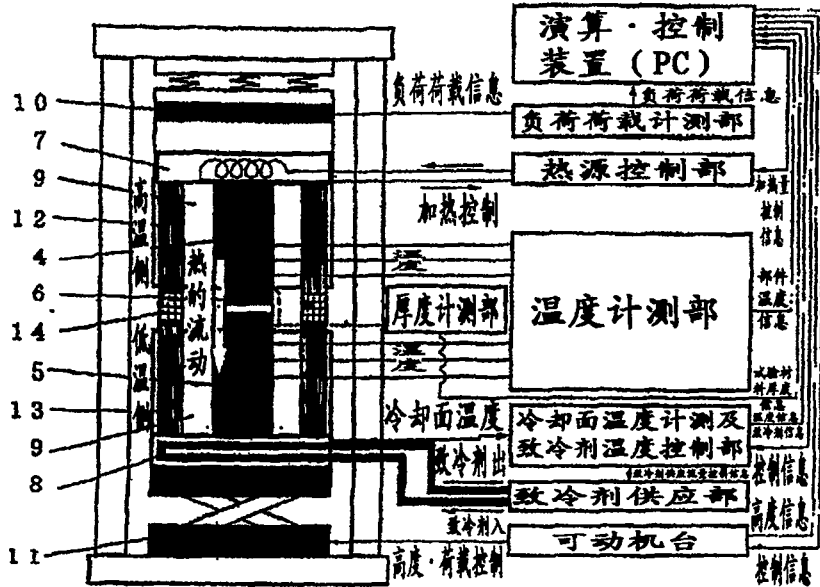


图9



图10

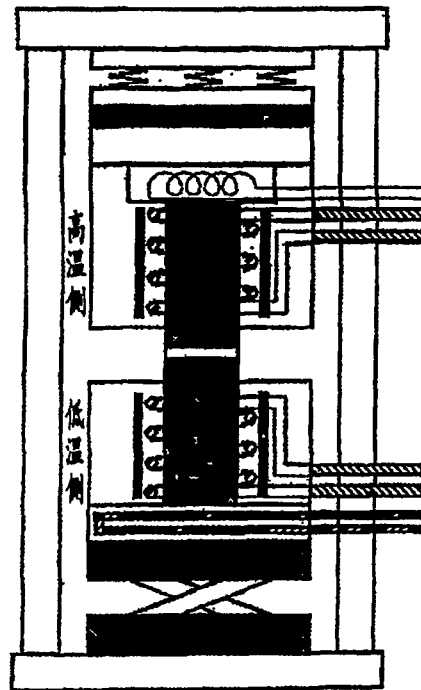


图11

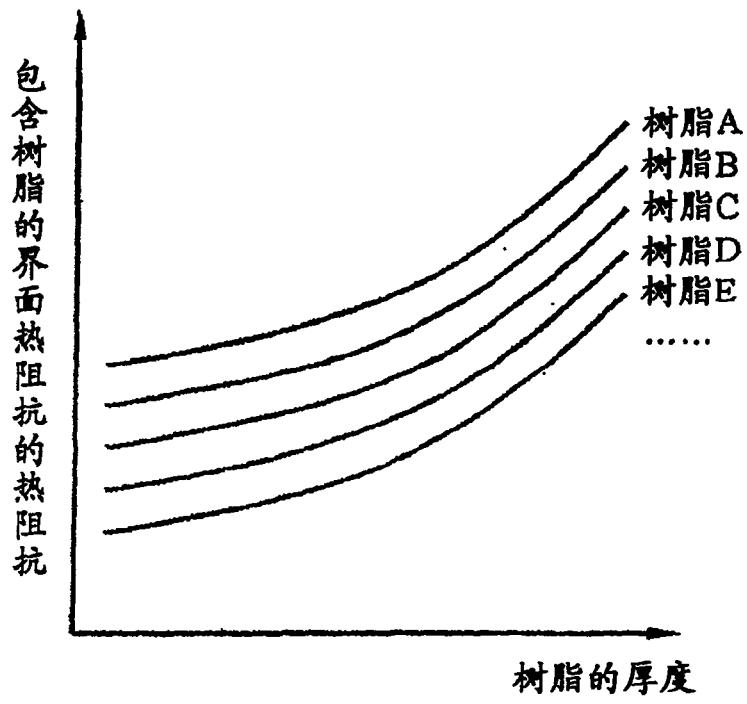


图12

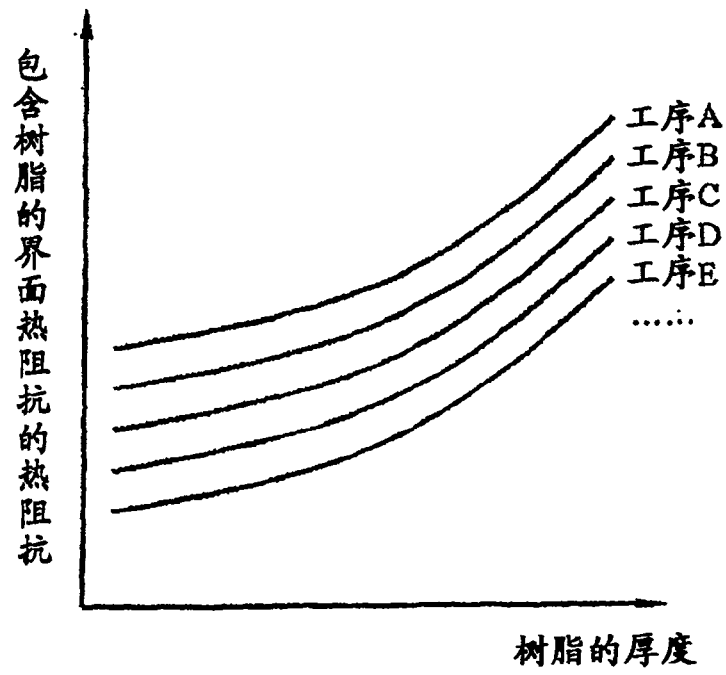


图13

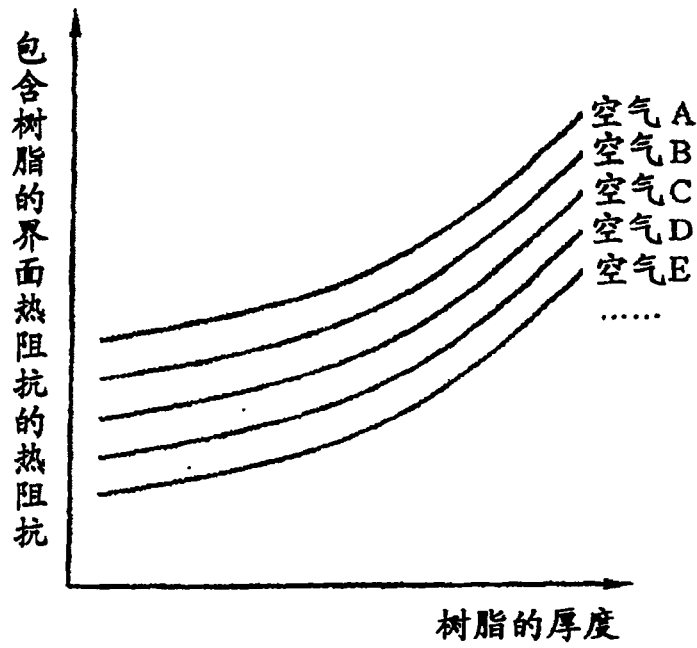


图14

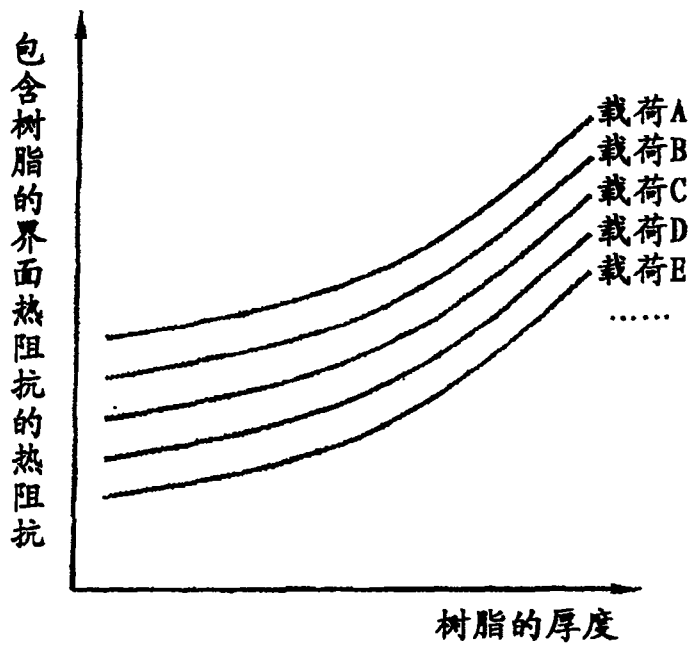


图15

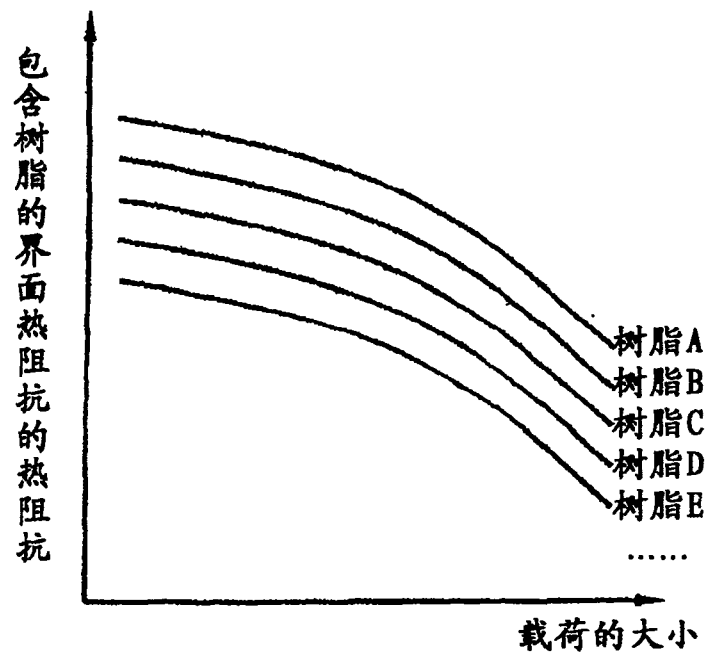


图16

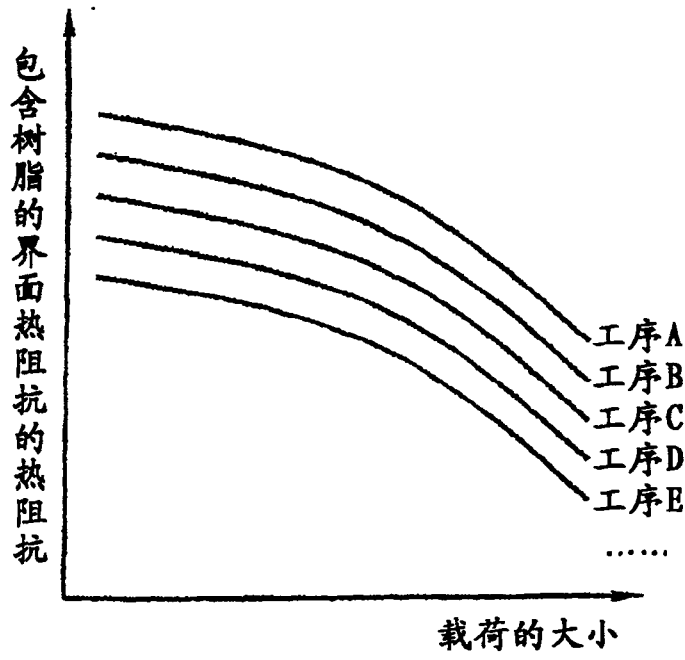


图17

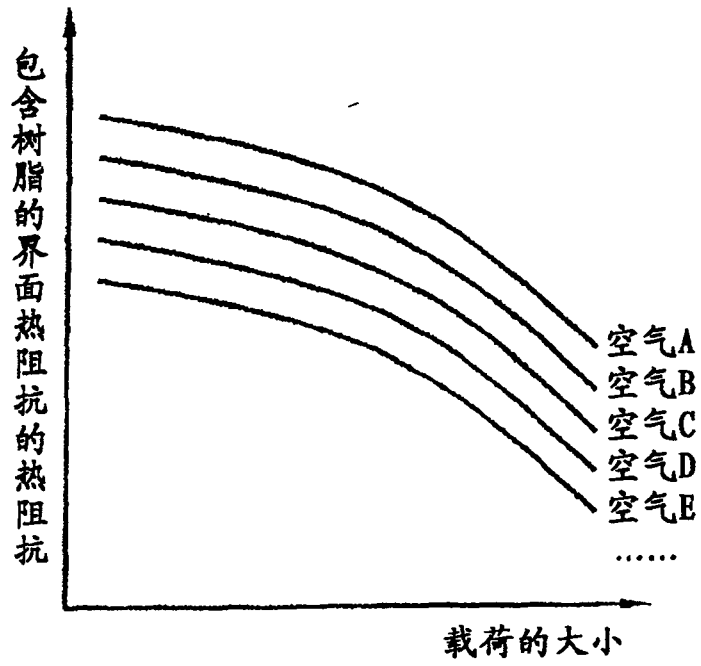


图18

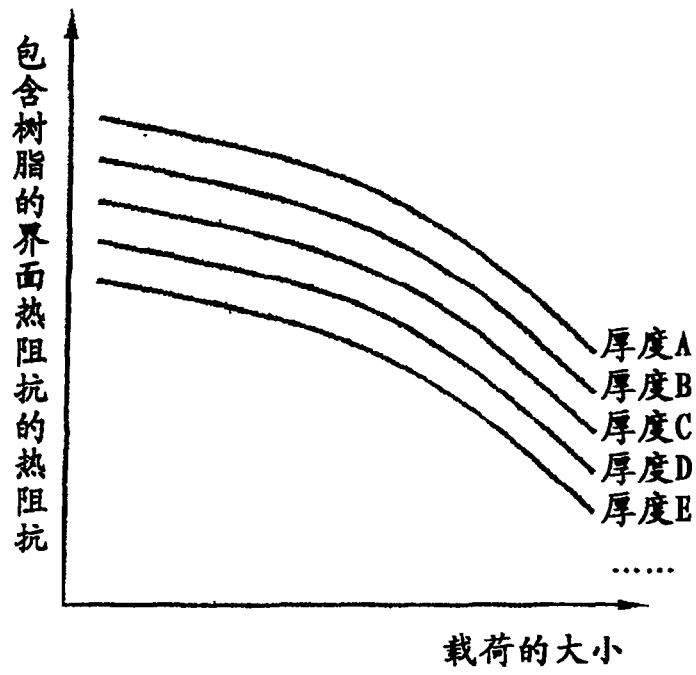


图19

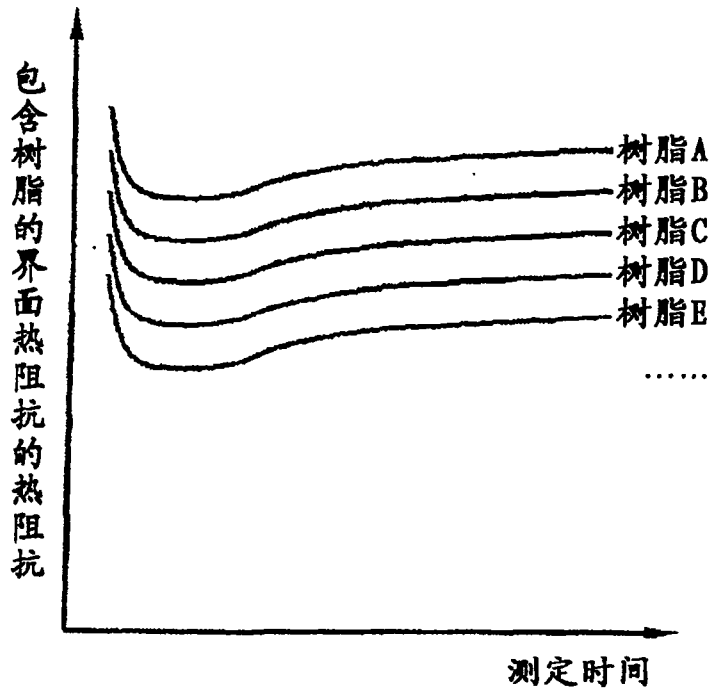


图 20

