

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01N 33/36 (2006.01)



[12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 200410068752.8

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 100520406C

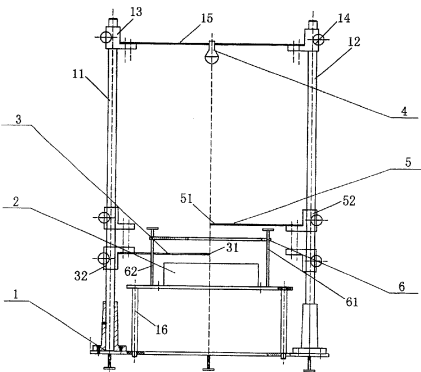
[22] 申请日 2004.9.6
[21] 申请号 200410068752.8
[73] 专利权人 香港理工大学
地址 香港九龙红磡
[72] 发明人 李 毅 胡军岩 王树晓 杨国荣
[56] 参考文献
CN1441251A 2003.9.10
US4012954A 1977.3.22
US5805718A 1998.9.8
EP1122538A2 2001.8.8
JP4034067 A 1992.2.5
审查员 叶晓燕

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司
代理人 王玉双 王艳江

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 8 页

[54] 发明名称
用于测量织物的红外辐射属性的装置和方法
[57] 摘要

一种用于测试织物样本的红外线属性的装置，该装置包括：一框架，包括设置在其两侧的两根滑动杆和设置在其下部的一底座；仿生皮肤模型，设置在该框架的该底座上；红外辐射源，设置在该框架的顶端，并可沿所述两根滑动杆上下滑动；样品台，用于在其上设置所述织物样本；上传感器杆和下传感器杆，其可上下滑动并可左右转动地连接在所述滑动杆的其中之一，在其末端分别设置有红外辐射传感器。该第一红外辐射传感器用于测量该织物样本的上表面反射的红外线强度以及该第二红外辐射传感器用于测量该织物样本的下表面透射的红外线强度；从而根据该测量值计算出表征织物样本红外辐射属性的物理量。



1、一种用于测试织物样本的红外线属性的装置，其特征在于，该装置包括：

一框架（1），该框架包括设置在其两侧的两根滑动杆（11、12），和设置在其下部的一底座（16）；

一仿生皮肤模型（2），设置在该框架的该底座上，用于模仿排汗状态下的人体皮肤；

一红外辐射源（4），其设置在该框架的顶端，并可沿所述两根滑动杆（11、12）上下滑动，以改变其垂直位置；

一样品台（6），其上设置所述织物样本（7），其设置在该仿生皮肤模型的上方，并可调整与该仿生皮肤模型之间的距离；

一下传感器杆（3），其可上下滑动并可左右转动地连接在所述滑动杆的其中之一，并设于所述样品台与所述仿生皮肤模型(2)之间，在其末端设置有一第一红外辐射传感器（31）；

一上传感器杆（5），其可上下滑动并可左右转动地连接在所述滑动杆的其中之一，并紧邻所述样品台的上方，在其末端设置有一第二红外辐射传感器（51）；

该第一红外辐射传感器用于测量该织物样本（7）的上表面反射的红外线强度以及该第二红外辐射传感器用于测量该织物样本（7）的下表面透射的红外线强度；从而根据该测量值计算出表征织物样本红外辐射属性的物理量。

2、如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述样品台通过一对导杆（61、62）滑动地设置在该框架的底座上，所述样品台具有一中心圆孔，所述织物样本通过两个固定环（71、72）平整地固定在该样品台上，且覆盖在该中心圆孔。

3、如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述红外辐射源设置在一承载板（15）上，所述承载板通过两个滑动夹头（13、14）分别与所述两个滑动杆连接，从而实现该红外辐射源上下位置的调整。

4、如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述上传感器杆（5）和下传感器杆（3）分别通过两个滑动夹头（52、32）连接到所述滑动杆上，所

述滑动夹头（52、32）可沿该滑动杆上下滑动，也可绕该滑动杆转动，从而实现该第一红外辐射传感器和第二红外辐射传感器位置的调整。

5、如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，还包括一泵，与所述仿生皮肤模型相连，用于在 $5\text{g/m}^2\text{hr}$ 到 $1000\text{g/m}^2\text{hr}$ 之间调整所述仿生模型的排汗率。

6、一种利用权利要求 1 所述的装置测试织物样本的红外线属性的方法，其特征在于，包括以下步骤：

关闭设置在织物样本下方的仿生皮肤模型（2），并以一黑盒子覆盖该仿生皮肤模型（2）；

打开设置在该织物样本上方的红外辐射源（4）；

在将该织物样本设置在样品台上之前，读取设置在该样品台和该仿生皮肤模型之间的一第一红外辐射传感器的测量值，作为入射到该织物样本表面的红外辐射强度；

将该织物样本设置在该样品台上，然后分别读取该第一红外辐射传感器和设置在该织物样本上方的一第二红外辐射传感器的测量值，其分别为透射过该织物样本的红外线强度和该织物样本表面反射的红外线的强度；和

根据上述测量值计算表征该样本织物红外辐射属性的多个物理量的值，

由于上述步骤是在该仿生皮肤模型不工作的情况下进行的，所以该多个物理量反映了织物样本阻挡红外线的能力。

7、如权利要求 6 所述的测试方法，其特征在于，在将该织物样本设置在该样品台上之后读取测量值的步骤，还进一步包括如下步骤：

以 5mm 的步长在 20mm 的范围内分别在两个方向轻微地移动该样本，以得到该透射的红外线强度的平均值；并以 45 度为步长将该第二红外辐射传感器从与该织物样本之间夹角为 0 度旋转到 180 度，以得到反射的红外线的强度的平均值。

8、一种利用权利要求 1 所述的装置测试织物样本的红外线属性的方法，其特征在于，包括以下步骤：

关闭设置在该织物样本上方的红外辐射源（4）；

启动设置在该织物样本下方的仿生皮肤模型（2），并将覆盖在该仿生皮肤模型上的一覆盖物去除；

在将该织物样本设置在样品台上之前，读取该设置在该织物样本上方的一第二红外辐射传感器的测量值，作为入射到该织物样本表面的红外辐射强度；

将该织物样本设置在该样品台上，然后分别读取该第二红外辐射传感器和设置在该织物样本和该仿生皮肤模型之间的一第一红外辐射传感器的测量值，其分别为透射过该织物样本的红外线强度和该织物样本表面反射的红外线的强度；和

根据上述测量值计算表征该样本织物红外辐射属性的多个物理量的值；

由于上述步骤是在该仿生皮肤模型工作而该红外辐射源关闭的情况下进行的，所以该多个物理量反映了织物样本保持红外线的能力。

9、如权利要求 8 所述的测试方法，其特征在于，在将该织物样本设置在该样品台上之后读取测量值的步骤，还进一步包括如下步骤：

以 5mm 的步长在 20mm 的范围内分别在两个方向轻微地移动该样本，以得到该透射的红外线强度的平均值；并以 45 度为步长将该第一红外辐射传感器从与该织物样本之间夹角为 0 度旋转至 180 度，以得到反射的红外线的强度的平均值。

10、如权利要求 6 和 8 所述的测试方法，其特征在于，所述的多个物理量分别为：标准化的反射表面红外强度，标准化的透射表面红外强度，在稳定阶段织物反射表面的平均红外辐射强度，在稳定阶段织物反射表面发出的平均红外辐射强度。

用于测量织物的红外辐射属性的装置和方法

技术领域

本发明涉及测量织物的热属性的装置和方法，尤指一种用于测量织物的红外辐射属性的装置和方法。

背景技术

象人一类的热血哺乳动物具有体温调节系统。该系统对于保证人体的正常功能非常关键。人体的温度必须保持在大约 $35^{\circ}\text{C} \sim 38^{\circ}\text{C}$ 才能保证人体各器官的功能。但是，仅靠人体的体温调节系统来调节人体温度是远远不够的，人们穿着的衣服的最基本的功能就是保暖和抵御外界的不良侵害，如阳光中紫外线，热能的传递方式除了传导与对流外，辐射也是一种基本的方法，因此衣服要有效地辅助人体进行体温调节。这就必须关注各种衣料的热属性才能制作出适合不同季节的衣物。例如冬天需要保持红外线能力强的衣物，这样有利于保暖。而夏天需要反射红外线能力强的衣物，这有利于防晒隔热。

另外，研究者指出：对于正在作体育锻炼和比赛的运动员来说，其穿着的衣服对其成绩有很大的影响，这是因为穿着的衣物的织物或多或少地会接触穿着者的身体，并介于身体和大气之间。对消费者的消费心理的研究也发现，越来越多的消费者不仅注重好看的衣服，而且还要求衣物更舒适和健康。

现在市场上的很多产品声称其具有保暖和红外增强特性，但是一直缺乏科学的方法来表征和确定该特性。所以业界迫切需要一种能够定量测量织物的红外特性的装置与方法。

术语“红外”是指一个较大范围的电磁频谱，其开始于用于通信的最高频率，一直到可见光谱的最低频率（红）。波长范围从大约 1 毫米到 750 纳米。该电磁波谱的红外段被根据波长分为三段，以微米为单位：

0.076—1.5 微米：近红外（NIR）；

1.5—5.6 微米：中红外（MIR）；

5.6 — 1000 微米：远或长波红外（FIR）。

正如先前的研究者指出的那样，人体辐射的电磁波的波长峰值是大约 9 到 10 微米。因此，研究织物对于红外线的响应特性，即可得知织物的保暖性等各项热属性。

根据美国专利数据库的检索结果，红外技术已经被广泛使用了很多年。例如，测量温度是红外技术的一个很重要的应用。可发现与该应用相关的若干个专利，如专利号为 6435711, 5167235 的“红外耳温计”；专利号为 6669362 的“双显示的红外温度计”；专利号为 6585410 的“用于测量辐射温度辐射计”；专利号为 6371925, 5017018 的辐射临床温度计；专利号为 6132084 的“家用电器的红外非接触式温度测量”。

红外技术也可用于确定物质的组分，如专利 6,445,938, 6,424,848；也可用于从皮肤的表面确定血糖值，如专利 5,757,003；也可用于确定硅中氧沉淀的范围。另外还可用于距离测量和物质检测，如专利 6,292,257, 6,292,256, 6,411,371；也可用于光学距离测量的设备中，如专利 6,363,326；也可用于探测车辆侧面和后方物体的方法和装置中，如专利号为 6,152,564 的“红外眼运动测量设备”。

有若干个标准和测试方法用于规范织物的红外属性。中国纺织品工业标准 FZ/T 64010-2000 规定，经过处理后的织物，只有红外发射率增加超过 8%，才能称为红外增强织物。在中国国家标准 GB/T 18319-2001 中公开了一种确定织物热保持属性的一种方法。另外，织物的红外吸收率和表面温度改变率也可用于表征织物的热属性。

但是上述方法都不能定量地描述织物由动态达到平衡这一过程，同时也没有办法确定面料正反两面红外辐射特性的差异，因此迫切需要一种能够定量地测试织物红外辐射属性的方法和装置。

发明内容

本发明的目的是提供一种能够定量地测试织物红外辐射属性的方法和装置。

为了实现上述目的，本发明提供了一种用于测试织物样本的红外线属性的装置，其中，该装置包括：一框架，该框架包括设置在其两侧的两根滑动杆，和设置在其下部的一底座；一仿生皮肤模型，设置在该框架的该底座上，

用于模仿排汗状态下的人体皮肤；一红外辐射源，其设置在该框架的顶端，并可沿所述两根滑动杆上下滑动，以改变其垂直位置；一样品台，用于在其上设置所述织物样本，其设置在该仿生皮肤模型的上方，并可调整与该仿生皮肤模型之间的距离；一下传感器杆，其可上下滑动并可左右转动地连接在所述滑动杆的其中之一，并紧邻所述样品台的下方，在其末端设置有一第一红外辐射传感器；一上传感器杆，其可上下滑动并可左右转动地连接在所述滑动杆的其中之一，并紧邻所述样品台的上方，在其末端设置有一第二红外辐射传感器；该第一红外辐射传感器用于测量该织物样本的上表面反射的红外线强度以及该第二红外辐射传感器用于测量该织物样本的下表面透射的红外线强度；从而根据该测量值计算出表征织物样本红外辐射属性的物理量。

本发明的装置可以两种方式工作：当打开所述红外辐射源并关闭该仿生皮肤模型时，可用于测量织物的红外阻挡属性；当关闭所述红外辐射源并使该仿生皮肤模型工作时，可用于测量织物的红外保持属性。

根据本发明的另一方面，还公开了一种利用上述的装置测试织物样本的红外线属性的方法，包括以下步骤：关闭该仿生皮肤模型，并以一黑盒子覆盖该仿生皮肤模型；打开该红外辐射源；在将该织物样本设置在该样品台上之前，读取该第一红外辐射传感器的测量值，作为入射到该织物样本表面的红外辐射强度；将该织物样本设置在该样品台上，然后读取该第一红外辐射传感器和第二红外辐射传感器的测量值，其分别为透射过该织物样本的红外线强度和该织物样本表面反射的红外线的强度；和根据上述测量值计算表征该样本织物红外辐射属性的多个物理量的值，由于上述步骤是在该仿生皮肤模型不工作的情况下进行的，所以该多个物理量反映了织物样本阻挡红外线的的能力。

还可以利用上述的装置，通过如下步骤测试织物样本的红外线保持属性：关闭该红外辐射源；启动该仿生皮肤模型，并将覆盖在该仿生皮肤模型上的一覆盖物去除；在将该织物样本设置在该样品台上之前，读取该第二红外辐射传感器的测量值，作为入射到该织物样本表面的红外辐射强度；将该织物样本设置在该样品台上，然后读取该第二红外辐射传感器和第一红外辐

射传感器的测量值，其分别为透射过该织物样本的红外线强度和该织物样本表面反射的红外线的强度；和根据上述测量值计算表征该样本织物红外辐射属性的多个物理量的值；由于上述步骤是在该仿生皮肤模型工作而该红外辐射源关闭的情况下进行的，所以该多个物理量反映了织物样本保持红外线的能力。

本发明的有益效果是，在本发明的装置中，使用红外传感器直接测量织物两个表面在红外线辐射情况下的红外线强度变化，其仿真了太阳光下的穿着条件。基于该测量结果，定义了一系列指标，用于描述纺织品的动态和静态的红外属性。从而解决了如何定量描述织物的热辐射属性的技术问题。

本发明的装置可以广泛地应用于大型商场用于产品的促销，也可辅助服装设计人进行选料，而织物的生产厂家还可以使用该装置进行新产品的研发。

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步说明。

附图说明

图 1 是红外线在织物中透射和反射的示意图；

图 2 是根据本发明的织物红外线属性测量装置的结构原理图；

图 3 是本发明装置的样品台的俯视图；

图 4 是本发明装置中所使用的红外传感器的响应曲线；

图 5 是用于测量织物的反射红外属性的传感器的输出曲线；

图 6 是用于测量织物的透射红外属性的传感器的输出曲线；

图 7 示出了利用本发明的装置进行红外属性测量的三种样本的反射表面的红外线强度变化曲线；

图 8 示出了利用本发明的装置进行红外属性测量的三种样本的透射表面的红外线强度变化曲线。

具体实施方式

能量可以三种方式传递：电磁辐射、传导和对流。辐射的方法是指以波和粒子流的形式通过空间进行能量传递。因此热能可以在没有介质的情况下，通过辐射进行传递，就像太阳光线一样。其以直线传播，并具有比可见光更长的波长。

当光线通过包含有吸收物质的样本时，该光线就会被削弱。这种现象可由朗伯特—比尔定律（Lambert-Beer's Law）来描述，透射过样本的光量被称

为透射率，其表达为穿过的光强度 I_t 与该光束的初始光强度 I_0 的比率。即：

$$T = I_t / I_0 \quad (1)$$

其中： T ：是透射率；

I_t ：是透射的光强度；

I_0 ：入射光束的强度。

假定该织物样本是一均匀的薄膜，其具有均匀的厚度和在每个方向均匀的红外能量吸收能力，当具有一定辐射强度 (W/m^2) 的一束红外线到达该样本的前表面时，能量可以表达为下列公式：

$$I_0 = I_t + I_r + I_a \quad (2)$$

其中，

I_0 是入射到样本上的红外线的强度 (W/m^2)；

I_t 是透射过的红外线的强度 (W/m^2)；

I_a 是被吸收了的红外线的强度；

I_r 是反射的红外线的强度；

为了进一步细化公式 (2)，图 1 示出了红外线与织物样本之间的相互作用。如图 1 所示，作为红外辐射源，例如太阳光，覆盖了整个波谱，因此，照射到样本上的光束的强度不仅仅在红外的范围内 (I_0)，还包括其他波段 ($I_{\text{其它}}$) 的辐射能。另一方面，在吸收了辐射能之后，该样本的温度会升高并在两个表面发射出其他红外线。因此，透射的红外线强度可表达为：

$$I_t = I_{dt} + I_{et} \quad (3)$$

并且反射的红外线强度可以表达为：

$$I_r = I_{dr} + I_{er} \quad (4)$$

其中， I_{dt} 和 I_{dr} 分别是直接穿过织物表面和在表面上直接反射的光强 (W/m^2)。 I_{et} 和 I_{er} 代表了该样本两个表面发射的红外线的强度 (W/m^2)。

本发明的织物红外属性测试装置就是根据上述原理设计的。

图 2 示出了本发明的织物红外属性测试装置的结构原理图。其包括一框架 1，该框架包括设置在其两侧的两根滑动杆 11、12，和设置在其下部的一底座 16；仿生皮肤模型 2 设置在该框架的该底座上，用于模仿排汗状态下的人体皮肤；红外辐射源 4 其设置在一位于框架顶端的承载板 15 上，承载板通过两个滑动夹头 13、14 分别与所述两个滑动杆连接，并可沿所述两根滑

动杆 11、12 上下滑动，以调整该红外辐射源和该织物之间的距离（在 100mm 至 500mm 之间）；样品台 6，用于在其上设置所述织物样本 7，其设置在该仿生皮肤模型的上方，并可调整与该仿生皮肤模型之间的距离；下传感器杆 3，其可上下滑动并可左右转动地连接在所述滑动杆的其中之一，位于样品台 6 与仿生皮肤模型 2 之间，在其末端设置有一第一红外辐射传感器 31；上传感器杆 5，可上下滑动并可左右转动地连接在所述滑动杆的其中之一，并紧邻所述样品台的上方，在其末端设置有一第二红外辐射传感器 51；所述第一红外辐射传感器和第二红外辐射传感器用于分别测量该织物样本 7 两个表面反射的红外线强度和透射的红外线强度；从而根据该测量值计算出表征织物样本红外辐射属性的物理量。本发明装置的红外传感器的响应范围选择在 6 到 14 微米的范围内。

如图 2 所示，样品台通过一对导杆 61、62 可滑动地设置在该框架的底座上，从而可以调节样品台与仿真皮肤模型之间的距离，通常，该距离设为 5mm。如图 3 所示，样品台的具有一中心圆孔 63，其直径大约为 80 毫米；织物样本通过两个固定环 71、72 平整地固定在该样品台上，且覆盖该中心圆孔。该固定环的直径大约为 140mm 且同心。该待测样本表面与该仿生皮肤之间的距离还可以通过在样品台 6 四个角处设置螺钉来调节。再请参照图 2，上传感器杆 5 和下传感器杆 3 分别通过两个滑动夹头 52、32 连接到所述滑动杆上，滑动夹头 52、32 可沿该滑动杆上下滑动，也可绕该滑动杆转动，从而实现该第一红外辐射传感器和第二红外辐射传感器位置的调整，在测量状态下，该第一红外辐射传感器和该第二红外辐射传感器二者之中至少有一个是作为透射传感器而设置在该中心圆孔的范围内，用于测量透射的红外线强度，而另一个作为反射传感器，用于测量织物表面反射的红外线强度。

另外，仿生皮肤模型 2 用于仿真人体皮肤，其具有恒定的表皮温度 33℃，为了实现对该仿生皮肤模型排汗率的控制，该装置还包括一精确的泵（图中未示出），其与所述仿生皮肤模型相连，用于在 $5\text{g/m}^2\text{hr}$ 到 $1000\text{g/m}^2\text{hr}$ 之间调整所述仿生模型的排汗率，以模仿在不同的代谢率下的排汗率，从无知觉地排汗到大汗淋漓。

以下描述本发明装置用于测试织物红外属性的两种测量模式：

（1）确定织物阻挡外部红外辐射的能力：

这种测试方式能够用于模仿阳光下的织物，并测量在不排汗的情况下的织物红外线属性。详细过程如下所述：

关闭该仿生皮肤模型 2，并将其以一个黑盒子覆盖，以将该皮肤模型的影响降到最小。该上传感器杆 5 用于测量该反射的红外线强度 (I_r)，该上传感器杆的端部安装的第二红外辐射传感器 51 的型号为 ZP115，以测量该反射的红外线强度 I_r ，该传感器正好位于该样品台上的该孔的中心位置，并与该水平样品台成 45 度角，测试样本设置在该样品台上。该传感器和样本反射面之间的距离固定为 5mm。另一个第一红外辐射传感器 31，与该上传感器杆 5 上的第二红外辐射传感器 51 相同，直接面向该红外辐射源 4，安装在该下传感器杆 3 的末端，用于测量入射的红外线的强度 I_0 和透射的红外线的强度 I_t 。在这种情况下，该样本的上表面就是反射表面，而下表面就是透射表面。在该透射表面和该传感器之间的距离也调整为 5mm。

在将该样本设置在该样品台上之前，该第一红外辐射传感器 31 的测量值表示了入射红外线的强度 I_0 。在将该样本固定在该样品台上之后，该第一红外辐射传感器 31 的测量值表示了该织物透射表面发出的红外线强度 I_t 。该第二红外辐射传感器 51 的测量值 I_r 表示了该样本的反射表面的红外线发射强度。

整个测试过程持续 5 分钟，所有测量值记录到一计算机中。

上述测量过程由于仿生皮肤模型不工作，仅仅红外辐射源工作，所以可以测出织物的抵抗红外辐射的属性。

(2) 确定在轻微出汗/大汗淋漓的状态下该织物的红外线保持属性。

与第一种方法类似，这种方法能够用于仿真在室内的条件下出汗时穿着衣物的情况。详细过程如下所述：

接通该仿生皮肤模型 2，关闭该红外辐射源 4，并将覆盖在该仿生皮肤模型 2 上的黑盒子移去。该仿生皮肤模型的排汗率被控制在从 $5\text{g/m}^2\text{hr}$ 到 $1000\text{g/m}^2\text{hr}$ 的范围内。在这种情况下，我们能够模仿穿着衣物的一个人，其处于各种代谢状态下，以确定在不同排汗率下的织物的红外线保持属性。

在这种情况下，该织物样本的上表面是透射表面，下表面是反射表面。第二红外辐射传感器 51 用于测量从该皮肤模型中入射的红外线强度 I_0 和在该样本的透射表面的透射的红外线强度 I_t 。在将该样本设置在该样品台之前，

该第二红外辐射传感器 51 的测量值表示了入射红外辐射的强度 I_0 。在将该样本设置在该样品台上之后,该第二红外辐射传感器 51 的测量值表示了该透射的红外线强度 I_t 。该下传感器杆 3 上的第一红外辐射传感器 31 用于测量自样本反射表面反射的红外线强度 I_r 。

整个测量持续 5 分钟,所有测量数据记录在计算机中。

上述测量过程由于在仿生皮肤模型工作,而红外辐射源不工作的情况下进行的,所以可以测出织物的保持人体红外辐射的属性。

基于现有技术的研究,织物的红外反射属性的空间分布符合余弦定律(参见“织物的红外反射属性的研究”,西北工学院学报,纺织品科学技术版,1996 年第二期,第 180—183 页)。因此,整个的红外线发射强度可以通过在 0 到 180 度的范围内对 I_t 或 I_r 积分而得到。或者,以 5mm 的步长在 20mm 的范围内分别在两个方向轻微地移动该样本,以得到该透射的红外线强度 I_t 的平均值。并以 45 度为步长将该反射测量传感器从 0 度旋转到 180 度,以得到反射的红外线的强度的平均值。

由于传感器具有响应时间,所以下面论述本发明的装置的响应属性的特征。

为了确定在测量过程中的传感器响应时间,进行了一个试验,其过程是这样的:

- 1、接通该红外辐射源 4,将传感器杆 3、5 上的传感器均转为直接面向该红外辐射源;
- 2、旋转该传感器杆,使得传感器远离该红外辐射区,并在传感器上覆盖一大的不透明的盒子,将红外辐射屏蔽;
- 3、当系统达到稳定状态后,将该盒子移除,并将该测量杆转动到该辐射区的中心,并记录系统的输出。

图 4 示出了典型的传感器响应曲线,从该图中我们可以看出,该反射和透射红外传感器的响应时间分别为 $10.4 \pm 0.02s$, $10.7 \pm 0.27s$ 。

作为例子,下面解释在测试织物阻挡外部的红外辐射属性时,传感器输出值的曲线图。

如图 5 所示,是测量反射红外强度的第二红外辐射传感器 51 的输出曲线图。而图 6 是测量透射的红外强度的第一红外辐射传感器 31 的输出曲线

图。在时间点 t_{r1} 之前，测试板上没有放置样本。在将该样本设置在测试板上之后， t_{r1} 到 t_{r2} 之间的时间段显示了由于传感器的响应时间而造成的输出延迟。 t_{r2} 到 t_{r3} 之间的时间段是动态改变阶段，在 t_{r3} 之后的时间段是稳定阶段。与如图 6 所示的样本表面的透射的红外线强度 I_t 相比，该样本表面反射的红外线强度 I_r 以一较大的上升角在很短的时间内很快地上升，并到达稳定阶段。类似的，在图 6 中也定义了时间点 t_{t1} , t_{t2} 和 t_{t3} 。在 t_{t1} 时间点之前的测量值是入射的红外线强度 I_0 。

如图 6 所示，入射到该样本反射表面的红外线强度 I_0 是一个恒定值，并可在将样本覆盖在该样品台之前（时间点 t_{t1} 之前）测量。在将样本固定在该样品台上之后，红外线被该样本部分地阻挡，并可直接地测量透射的红外线的强度 I_{dt} 。该时间点 t_{t2} 的延迟是由于测量系统响应的延迟。

测量结果 I_r 代表了样本反射表面的红外发射强度，其包括两个分量：直接反射的红外线强度 I_{dr} ；和由于样本吸收辐射能并且反射表面温度升高，而由反射表面发射的红外线强度 I_{er} 。

类似的，测量结果 I_t 也代表了样本透射表面的红外线发射强度，其也包含两个分量：直接透射的红外线强度 I_{dt} ；和由于样本吸收辐射能并且透射表面温度升高，而由透射表面发射的红外线强度 I_{er} 。

为了表征织物的红外线属性，根据上述测量值定义了如下的指标：其在表 1 中详细列出：

符号	解释	单位
直接测量获得的量		
I_0	入射的红外线强度	W/m^2
I_r	反射表面的红外线强度	W/m^2
I_t	透射表面的红外线强度	W/m^2
t_r	反射表面的红外线传感器响应时间	s
t_t	透射表面的红外线传感器响应时间	s
I_{syst}	由该透射传感器测量到的系统最低红外辐射强度	W/m^2

I_{sysr}	由该反射传感器测量到的系统最低红外辐射强度	W/m^2

另外还定义了一些可以从上述直接测量值中计算得到的指标值，例如：标准化的反射表面红外强度 IE_r ， 标准化的透射表面红外强度 IE_t ，在稳定阶段织物反射表面的平均红外辐射强度 IE_{rms} ，在稳定阶段织物反射表面发出的平均红外辐射强度 IE_{ers} ，等等。上述所定义的指标可由专业的统计软件 SPSS11.0 进行计算和分析。

由此，通过该装置，可对该织物的热辐射属性和应用进行分类。例如，织物反射表面的红外线反射强度越高，该织物越凉快。

下面将要讨论的是具体的测试实例。在标准的测试环境下(温度 $21\pm1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $65\pm2\%$ ，利用该装置对三种不同的织物进行了测试。该织物的基本信息如表 2 所示：

表 2：样本的物理属性

样本	颜色	内容	结构	在 11b/in^2 的压力下的厚度	重量 g/m^2
S1	白	覆有 UV 块纳米材料的纯棉	纺织	0.54 ± 0.01	155 ± 0.25
S2	白	纯棉	纱布	0.35 ± 0.01	45.6 ± 0.0 2
S3	灰	40%功能 PE 60%棉	针织	1.82 ± 0.02	465 ± 1.2

图 7 和图 8 分别示出了织物反射表面和透射表面的测试曲线。

从图 7 可以看出，尽管该三种样本具有不同的结构，但是这些样本在初始阶段和动态阶段的开始具有相似的红外线属性。很明显，样本 S3 在稳定阶段具有比其它样本大很多的反射面的反射红外强度，并具有更长的动态阶段。

图 8 显示了样本 S2 在三者中具有最大的初始透射强度。这是由于纱布具有较低的覆盖率，很多红外线可直接地穿过。同时，样本 S2 以最短的时间达到了稳定阶段，并且在皮肤与织物接触时，刺激的强度最低。另一方面，

有较少的红外线能够直接穿过织物 S3，并且需要更长的时间到达稳定阶段。这说明，样本 S3 具有最高的覆盖率，并且在皮肤与织物接触时，具有最高的刺激强度。

在本发明的装置中，使用红外传感器直接测量织物两个表面在红外线辐射情况下的红外线强度变化，其仿真了太阳光下的穿着条件。基于该测量结果，定义了一系列指标，用于描述纺织品的动态和静态的红外属性。从而解决了如何定量描述织物的热辐射属性的技术问题。

本发明的装置可以广泛地引用于大型商场用于产品的促销，也可辅助服装设计人进行选料，而织物的生产厂家还可以使用该装置进行新产品的研发。

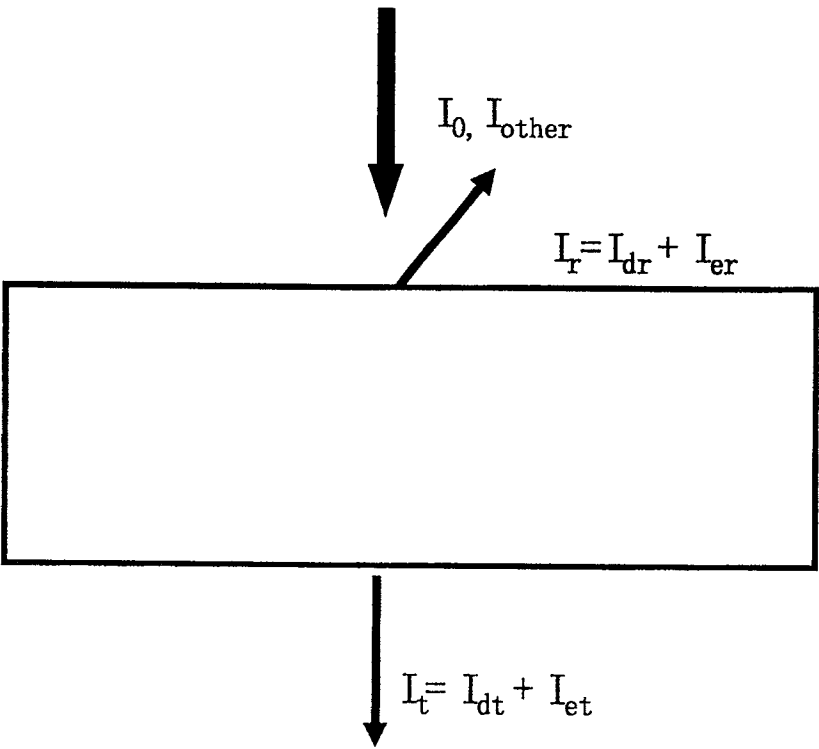


图1

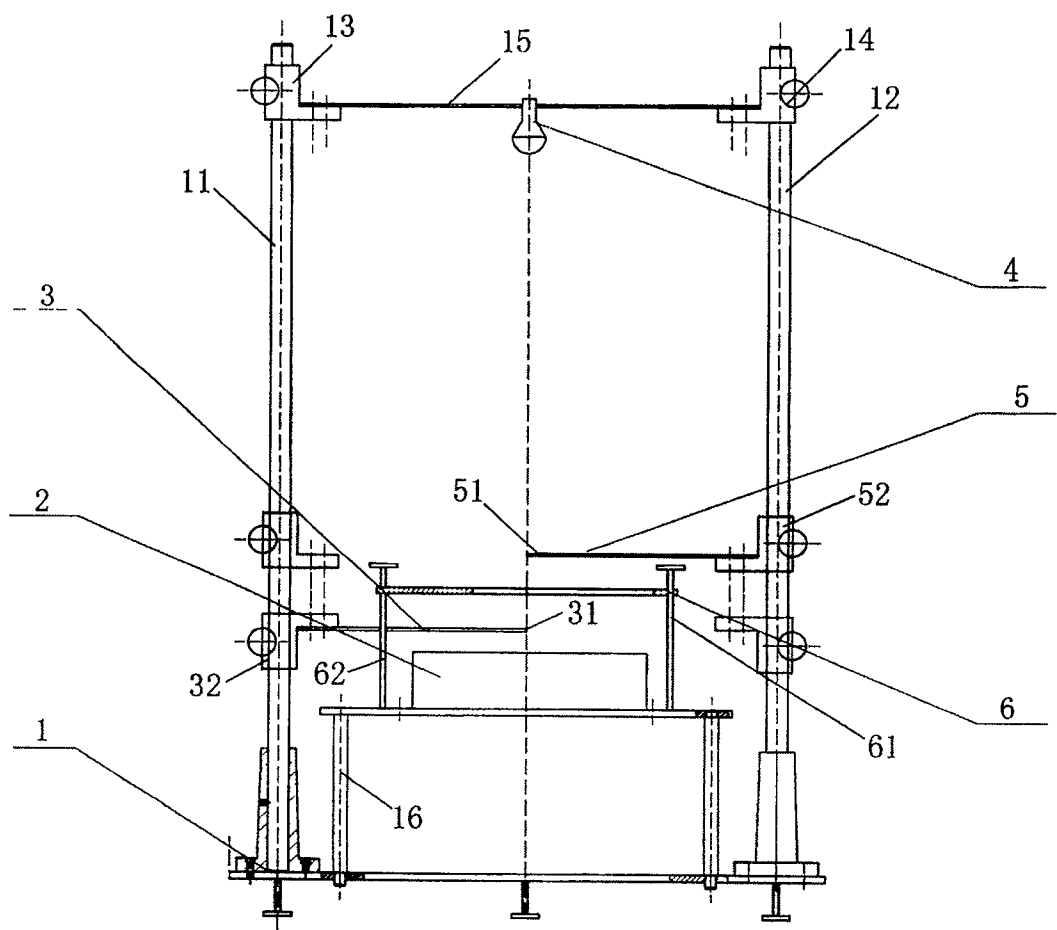


图2

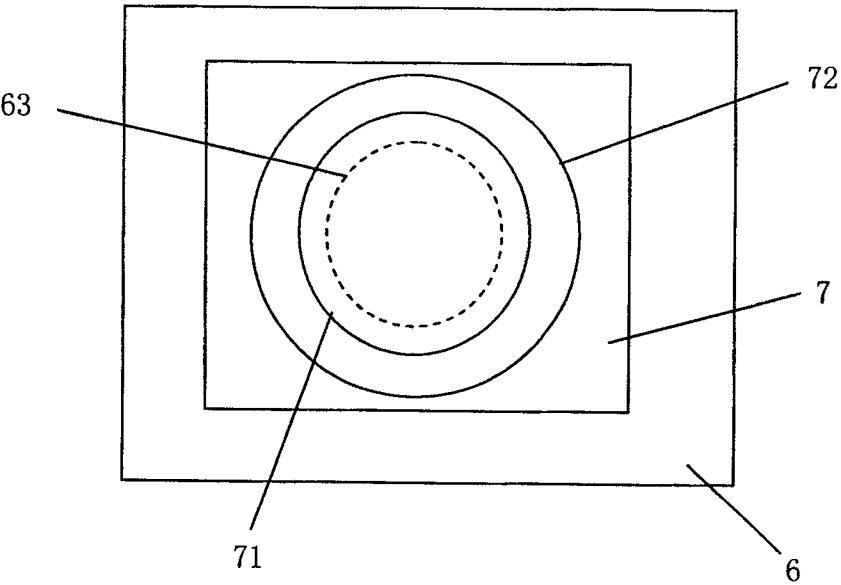


图3

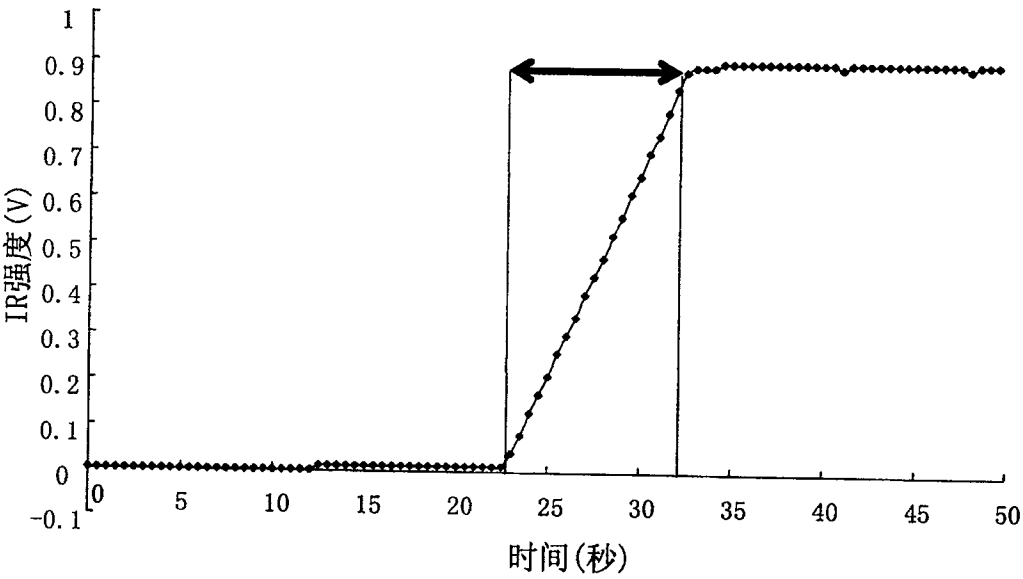


图4

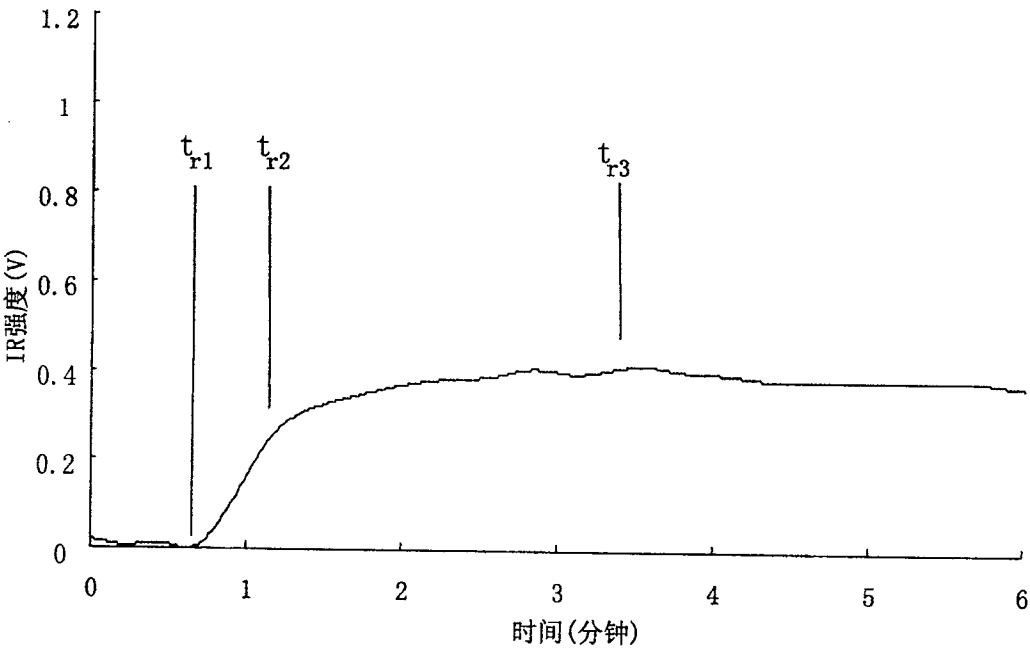


图5

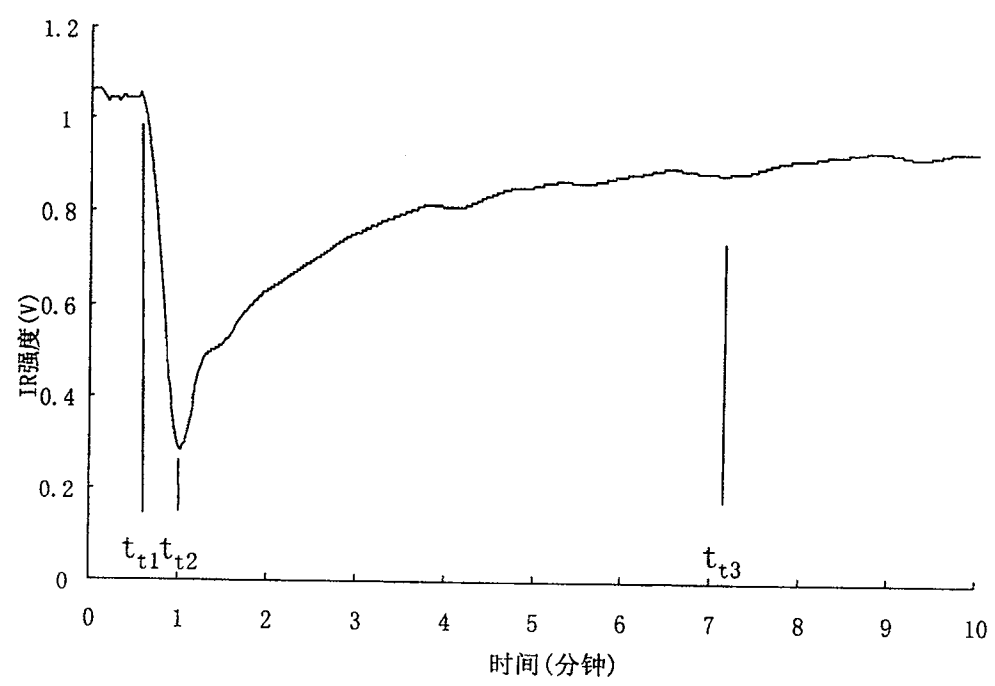


图6

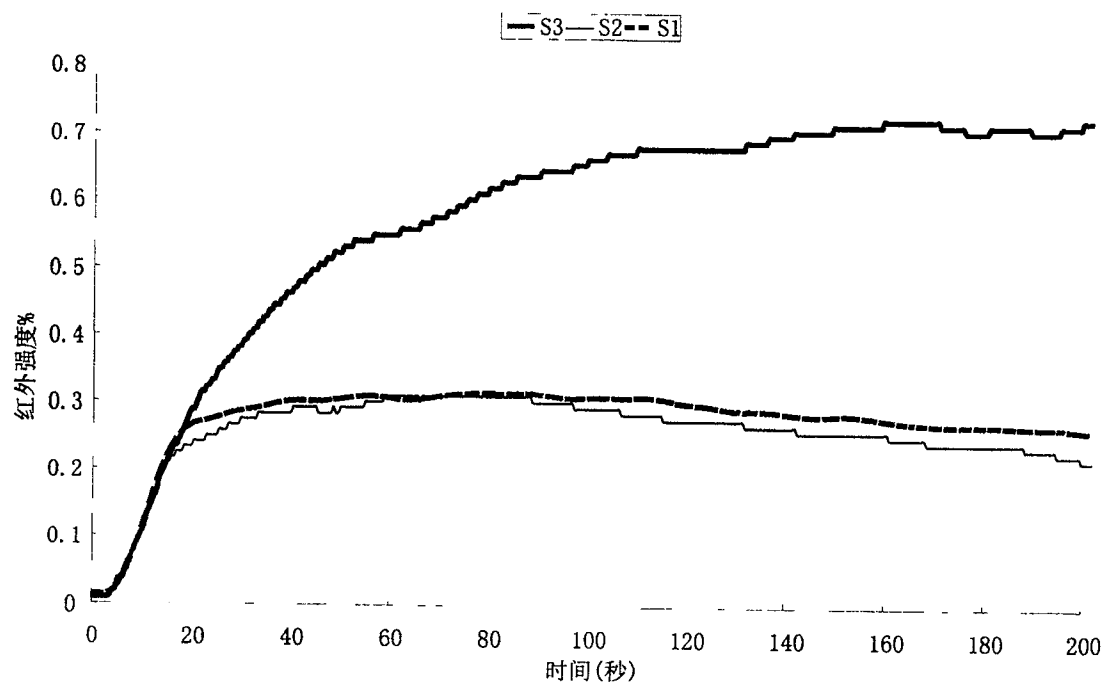


图7

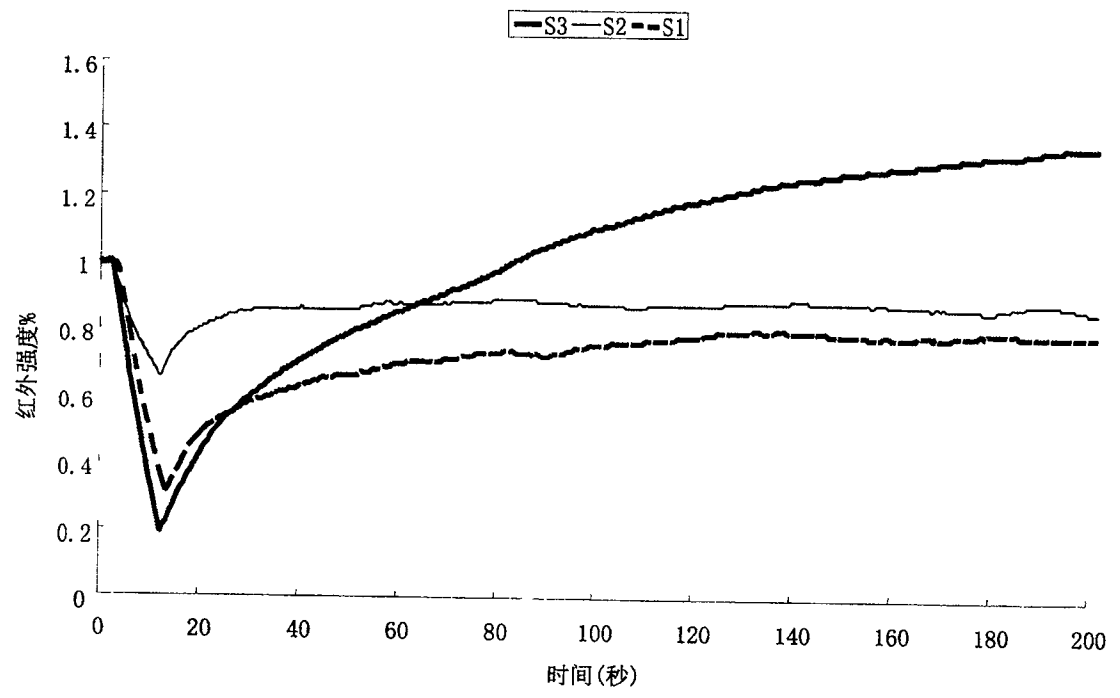


图8