



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114137004 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 04

(21) 申请号 202111356516.6

(22) 申请日 2021.11.16

(71) 申请人 中国原子能科学研究院  
地址 102413 北京市房山区新镇三强路1号  
院

(72) 发明人 高春宇 汤秀章 陈欣南

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270  
代理人 何娜 张颖玲

(51) Int. Cl.  
G01N 23/20 (2018.01)

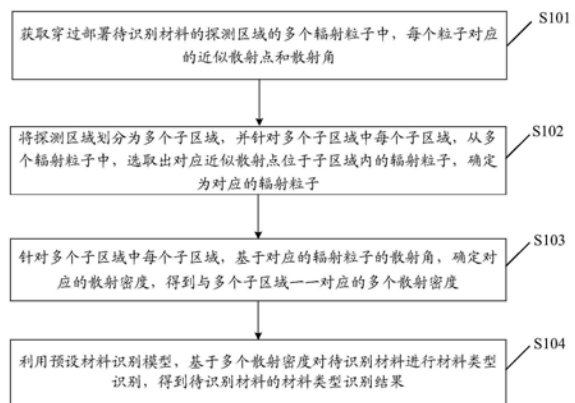
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

一种材料识别方法、装置及存储介质

(57) 摘要

本发明公开了一种材料识别方法、装置及存储介质,方法包括:获取穿过部署待识别材料的探测区域的多个辐射粒子中,每个粒子对应的近似散射点和散射角;将探测区域划分为多个子区域,并针对多个子区域中每个子区域,从多个辐射粒子中,选取对应近似散射点位于子区域内的辐射粒子,确定为对应的辐射粒子;针对多个子区域中每个子区域,基于对应的辐射粒子的散射角,确定对应的散射密度,得到与多个子区域一一对应的多个散射密度;利用预设材料识别模型,基于多个散射密度对待识别材料进行材料类型识别,得到待识别材料的材料类型识别结果。通过上述技术方案,提高了材料识别的效率。



1. 一种材料识别方法,其特征在于,所述方法包括:

获取穿过部署待识别材料的探测区域的多个辐射粒子中,每个粒子对应的近似散射点和散射角;

将所述探测区域划分为多个子区域,并针对所述多个子区域中每个子区域,从所述多个辐射粒子中,选取出对应近似散射点位于子区域内的辐射粒子,确定为对应的辐射粒子;

针对所述多个子区域中每个子区域,基于对应的辐射粒子的散射角,确定对应的散射密度,得到与所述多个子区域一一对应的多个散射密度;

利用预设材料识别模型,基于所述多个散射密度对所述待识别材料进行材料类型识别,得到所述待识别材料的材料类型识别结果。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取穿过部署待识别材料的探测区域的多个辐射粒子中,每个粒子对应的近似散射点和散射角,包括:

获取所述多个辐射粒子中每个粒子对应的入射径迹和出射径迹;

针对所述多个辐射粒子中每个粒子,将对应的入射径迹的延长线和出射径迹的延长线的交点,确定为对应的近似散射点;

针对所述多个辐射粒子中每个粒子,将对应的入射径迹的延长线和出射径迹的延长线的夹角,确定为对应的散射角。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述针对所述多个子区域中每个子区域,基于对应的辐射粒子的散射角,确定对应的散射密度,得到与所述多个子区域一一对应的多个散射密度,包括:

针对所述多个子区域中每个子区域,计算对应的辐射粒子的散射角的方差,得到对应的散射角方差;

针对所述多个子区域中每个子区域,将对应子区域的高度,确定为对应的粒子穿过长度;

针对所述多个子区域中每个子区域,将对应的散射角方差和粒子穿过长度之比确定为对应的散射密度。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述利用预设材料识别模型,基于所述多个散射密度对所述待识别材料进行材料类型识别,得到所述待识别材料的材料类型识别结果,包括:

从所述多个散射密度中,选取出表征异常的散射密度;

将选取出的散射密度输入所述预设材料识别模型,得到所述材料类型识别结果。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述利用预设材料识别模型,基于所述多个散射密度对所述待识别材料进行材料类型识别,得到所述待识别材料的材料类型识别结果之前,还包括:

获取散射密度样本,并利用待训练材料识别模型,基于所述散射密度样本对待识别样本进行材料类型识别,得到所述待识别样本的材料类型识别结果;

计算所述待识别样本的材料类型识别结果与针对所述散射密度样本预设的目标材料类型识别结果之间的损失信息,得到损失信息;

基于所述损失信息,对所述待训练材料识别模型进行模型参数调整,得到所述预设材料识别模型。

6. 一种材料识别装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取穿过部署待识别材料的探测区域的多个辐射粒子中,每个粒子对应的近似散射点和散射角;

选取模块,用于将所述探测区域划分为多个子区域,并针对所述多个子区域中每个子区域,从所述多个辐射粒子中,选取出对应近似散射点位于子区域内的辐射粒子,确定为对应的辐射粒子;

确定模块,用于针对所述多个子区域中每个子区域,基于对应的辐射粒子的散射角,确定对应的散射密度,得到与所述多个子区域一一对应的多个散射密度;

识别模块,用于利用预设材料识别模型,基于所述多个散射密度对所述待识别材料进行材料类型识别,得到所述待识别材料的材料类型识别结果。

7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,

所述获取模块,具体用于获取所述多个辐射粒子中每个粒子对应的入射径迹和出射径迹;针对所述多个辐射粒子中每个粒子,将对应的入射径迹的延长线和出射径迹的延长线的交点,确定为对应的近似散射点;针对所述多个辐射粒子中每个粒子,将对应的入射径迹的延长线和出射径迹的延长线的夹角,确定为对应的散射角。

8. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,

所述确定模块,具体用于针对所述多个子区域中每个子区域,计算对应的辐射粒子的散射角的方差,得到对应的散射角方差;针对所述多个子区域中每个子区域,将对应子区域的高度,确定为对应的粒子穿过长度;针对所述多个子区域中每个子区域,将对应的散射角方差和粒子穿过长度之比确定为对应的散射密度。

9. 一种材料识别装置,其特征在于,包括:处理器、存储器和通信总线;

所述通信总线,用于实现所述处理器和所述存储器之间的通信连接;

所述处理器,用于执行所述存储器中存储的材料识别程序,以实现权利要求1-5任一项所述的材料识别方法。

10. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有一个或者多个程序,所述一个或者多个程序可以被一个或者多个处理器执行,以实现权利要求1-5任一项所述的材料识别方法。

## 一种材料识别方法、装置及存储介质

### 技术领域

[0001] 本申请涉及材料检测技术领域,尤其涉及一种材料识别方法、装置及存储介质。

### 背景技术

[0002] 近年来,核材料的非法转移、核扩散等问题时刻威胁着国土安全,核材料检测技术逐渐引起世界各国的重视。

[0003] 与核材料的传统检测手段X射线相比, $\mu$ 子作为一种天然辐射源,没有辐照危害,同时对高Z物质敏感,穿透能力强,在核材料检测技术应用中具备天然优势,然而,由于天然 $\mu$ 子的通量有限,为了提高 $\mu$ 子成像的图像质量,通常需要较长的检测时间,对于集装箱、货物核材料走私检测等要求时效性的现场应用场景来说,材料识别及时性较差。

### 发明内容

[0004] 为解决上述技术问题,本发明实施例期望提供一种材料识别方法、装置及存储介质,直接利用预设材料识别模型,结合探测区域对应的散射密度,确定待识别材料的材料类型,从而提高了材料识别的效率。

[0005] 本发明的技术方案是这样实现的:

[0006] 本发明提供了一种材料识别方法,所述方法包括:

[0007] 获取穿过部署待识别材料的探测区域的多个辐射粒子中,每个粒子对应的近似散射点和散射角;

[0008] 将所述探测区域划分为多个子区域,并针对所述多个子区域中每个子区域,从所述多个辐射粒子中,选取出对应近似散射点位于子区域内的辐射粒子,确定为对应的辐射粒子;

[0009] 针对所述多个子区域中每个子区域,基于对应的辐射粒子的散射角,确定对应的散射密度,得到与所述多个子区域一一对应的多个散射密度;

[0010] 利用预设材料识别模型,基于所述多个散射密度对所述待识别材料进行材料类型识别,得到所述待识别材料的材料类型识别结果。

[0011] 在上述方法中,所述获取穿过部署待识别材料的探测区域的多个辐射粒子中,每个粒子对应的近似散射点和散射角,包括:

[0012] 获取所述多个辐射粒子中每个粒子对应的入射径迹和出射径迹;

[0013] 针对所述多个辐射粒子中每个粒子,将对应的入射径迹的延长线和出射径迹的延长线的交点,确定为对应的近似散射点;

[0014] 针对所述多个辐射粒子中每个粒子,将对应的入射径迹的延长线和出射径迹的延长线的夹角,确定为对应的散射角。

[0015] 在上述方法中,所述针对所述多个子区域中每个子区域,基于对应的辐射粒子的散射角,确定对应的散射密度,得到与所述多个子区域一一对应的多个散射密度,包括:

[0016] 针对所述多个子区域中每个子区域,计算对应的辐射粒子的散射角的方差,得到

对应的散射角方差；

[0017] 针对所述多个子区域中每个子区域，将对应子区域的高度，确定为对应的粒子穿过长度；

[0018] 针对所述多个子区域中每个子区域，将对应的散射角方差和粒子穿过长度之比确定为对应的散射密度。

[0019] 在上述方法中，所述利用预设材料识别模型，基于所述多个散射密度对所述待识别材料进行材料类型识别，得到所述待识别材料的材料类型识别结果，包括：

[0020] 从所述多个散射密度中，选取出表征异常的散射密度；

[0021] 将选取出的散射密度输入所述预设材料识别模型，得到所述材料类型识别结果。

[0022] 在上述方法中，所述利用预设材料识别模型，基于所述多个散射密度对所述待识别材料进行材料类型识别，得到所述待识别材料的材料类型识别结果之前，还包括：

[0023] 获取散射密度样本，并利用待训练材料识别模型，基于所述散射密度样本对待识别样本进行材料类型识别，得到所述待识别样本的材料类型识别结果；

[0024] 计算所述待识别样本的材料类型识别结果与针对所述散射密度样本预设的目标材料类型识别结果之间的损失信息，得到损失信息；

[0025] 基于所述损失信息，对所述待训练材料识别模型进行模型参数调整，得到所述预设材料识别模型。

[0026] 本发明提供了一种材料识别装置，包括：

[0027] 获取模块，用于获取穿过部署待识别材料的探测区域的多个辐射粒子中，每个粒子对应的近似散射点和散射角；

[0028] 选取模块，用于将所述探测区域划分为多个子区域，并针对所述多个子区域中每个子区域，从所述多个辐射粒子中，选取出对应近似散射点位于子区域内的辐射粒子，确定为对应的辐射粒子；

[0029] 确定模块，用于针对所述多个子区域中每个子区域，基于对应的辐射粒子的散射角，确定对应的散射密度，得到与所述多个子区域一一对应的多个散射密度；

[0030] 识别模块，用于利用预设材料识别模型，基于所述多个散射密度对所述待识别材料进行材料类型识别，得到所述待识别材料的材料类型识别结果。

[0031] 在上述装置中，所述获取模块，具体用于获取所述多个辐射粒子中每个粒子对应的入射径迹和出射径迹；针对所述多个辐射粒子中每个粒子，将对应的入射径迹的延长线和出射径迹的延长线的交点，确定为对应的近似散射点；针对所述多个辐射粒子中每个粒子，将对应的入射径迹的延长线和出射径迹的延长线的夹角，确定为对应的散射角。

[0032] 在上述装置中，所述确定模块，具体用于针对所述多个子区域中每个子区域，计算对应的辐射粒子的散射角的方差，得到对应的散射角方差；针对所述多个子区域中每个子区域，将对应子区域的高度，确定为对应的粒子穿过长度；针对所述多个子区域中每个子区域，将对应的散射角方差和粒子穿过长度之比确定为对应的散射密度。

[0033] 在上述装置中，所述识别模块，具体用于从所述多个散射密度中，选取出表征异常的散射密度；将选取出的散射密度输入所述预设材料识别模型，得到所述材料类型识别结果。

[0034] 在上述装置中，还包括模型训练模块，用于获取散射密度样本，并利用待训练材料

识别模型,基于所述散射密度样本对待识别样本进行材料类型识别,得到所述待识别样本的材料类型识别结果;计算所述待识别样本的材料类型识别结果与针对所述散射密度样本预设的目标材料类型识别结果之间的损失信息,得到损失信息;基于所述损失信息,对所述待训练材料识别模型进行模型参数调整,得到所述预设材料识别模型。

[0035] 本发明提供了一种材料识别装置,包括:处理器、存储器和通信总线;

[0036] 所述通信总线,用于实现所述处理器和所述存储器之间的通信连接;

[0037] 所述处理器,用于执行所述存储器中存储的材料识别程序,以实现上述材料识别方法。

[0038] 本发明提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有一个或者多个程序,所述一个或者多个程序可以被一个或者多个处理器执行,以实现上述材料识别方法。

[0039] 本发明提供了一种材料识别方法、装置及存储介质,方法包括:获取穿过部署待识别材料的探测区域的多个辐射粒子中,每个粒子对应的近似散射点和散射角;将探测区域划分为多个子区域,并针对多个子区域中每个子区域,从多个辐射粒子中,选取出对应近似散射点位于子区域内的辐射粒子,确定为对应的辐射粒子;针对多个子区域中每个子区域,基于对应的辐射粒子的散射角,确定对应的散射密度,得到与多个子区域一一对应的多个散射密度;利用预设材料识别模型,基于多个散射密度对待识别材料进行材料类型识别,得到待识别材料的材料类型识别结果。本发明提供的技术方案,直接利用预设材料识别模型,结合探测区域对应的散射密度,确定待识别材料的材料类型,从而提高了材料识别的效率。

## 附图说明

[0040] 图1为本发明实施例提供的一种材料识别方法的流程示意图;

[0041] 图2为本发明实施例提供的一种示例性的模拟探测环境流程示意图;

[0042] 图3为本发明实施例提供的一种示例性的确定近似散射点和散射角的示意图;

[0043] 图4为本发明实施例提供的一种示例性的预设材料识别模型的结构示意图;

[0044] 图5为本发明实施例提供的一种示例性的模型准确度随迭代次数变化的示意图;

[0045] 图6为本发明实施例提供的一种示例性的损失函数随迭代次数变化的示意图;

[0046] 图7为本发明实施例提供的一种材料识别装置的结构示意图一;

[0047] 图8为本发明实施例提供的一种材料识别装置的结构示意图二。

## 具体实施方式

[0048] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释相关申请,而非对该申请的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与有关申请相关的部分。

[0049] 本发明提供了一种材料识别方法,应用于材料识别装置,图1为本发明实施例提供的一种材料识别方法的流程示意图。如图1所示,主要包括以下步骤:

[0050] S101、获取穿过部署待识别材料的探测区域的多个辐射粒子中,每个粒子对应的近似散射点和散射角。

[0051] 在本发明的实施例中,材料识别装置可以获取穿过部署待识别材料的探测区域的

多个辐射粒子中,每个粒子对应的近似散射点和散射角。

[0052] 需要说明的是,在本发明的实施例中,辐射粒子可以为 $\mu$ 子,该辐射粒子作为一种天然辐射源,没有辐射危害,同时对高Z物质敏感,穿透能力强,在核检测技术应用中具有天然的优势。

[0053] 图2为本发明实施例提供的一种示例性的模拟探测环境流程示意图。如图2所示,多个辐射粒子先通过2层探测阵列入射进探测区域,然后穿过探测区域,最后再通过2层探测阵列散射出来。

[0054] 具体的,在本发明的实施例中,材料识别装置获取穿过部署待识别材料的探测区域的多个辐射粒子中,每个粒子对应的近似散射点和散射角,包括:获取多个辐射粒子中每个粒子对应的入射径迹和出射径迹;针对多个辐射粒子中每个粒子,将对应的入射径迹的延长线和出射径迹的延长线的交点,确定为对应的近似散射点;针对多个辐射粒子中每个粒子,将对应的入射径迹的延长线和出射径迹的延长线的夹角,确定为对应的散射角。

[0055] 需要说明的是,在本发明的实施例中,材料识别装置会获取多个辐射粒子中每个粒子对应的入射径迹和出射径迹,然后,延长入射径迹和出射径迹,将两直线的交点确定为近似散射点,将两直线的夹角确定为散射角。

[0056] 图3为本发明实施例提供的一种示例性的确定近似散射点和散射角的示意图。如图3所示,位于探测区域上面两层的探测阵列用来记录辐射粒子入射的位置信息,材料识别装置利用上面两层,即1#和2#,探测阵列记录的辐射粒子的两个位置信息拟合入射径迹,位于探测区域下面两层探测阵列用来记录辐射粒子出射的位置信息,材料识别装置利用上面两层,即3#和4#,探测阵列记录的辐射粒子的两个位置信息拟合出射径迹,然后,延长入射径迹和出射径迹,将两直线的交点 $\gamma$ 确定为近似散射点,将两直线的夹角 $\theta$ 确定为散射角。

[0057] S102、将探测区域划分为多个子区域,并针对多个子区域中每个子区域,从多个辐射粒子中,选取出对应近似散射点位于子区域内的辐射粒子,确定为对应的辐射粒子。

[0058] 在本发明的实施例中,材料识别装置将探测区域划分为多个子区域,并针对多个子区域中每个子区域,从多个辐射粒子中,选取出对应近似散射点位于子区域内的辐射粒子,确定为对应的辐射粒子。

[0059] 需要说明的是,在本发明的实施例中,材料识别装置将探测区域划分成多个子区域,具体的划分方式见图3所示,具体的划分尺寸可以根据实际需求和应用场景进行设定,对此,本发明不作限定。

[0060] 需要说明的是,在本发明的实施例中,材料识别装置在将探测区域划分成多个子区域之后,依据多个辐射粒子中每个粒子对应的近似散射点,确定多个子区域中每个子区域对应的辐射粒子。

[0061] S103、针对多个子区域中每个子区域,基于对应的辐射粒子的散射角,确定对应的散射密度,得到与多个子区域一一对应的多个散射密度。

[0062] 在本发明的实施例中,材料识别装置针对多个子区域中每个子区域,基于对应的辐射粒子的散射角,确定对应的散射密度,得到与多个子区域一一对应的多个散射密度。

[0063] 需要说明的是,在本发明的实施例中,材料识别装置对于多个子区域中每个子区域,利用该子区域对应的所有辐射粒子对应的辐射角,确定一个散射密度。

[0064] 具体的,在本发明的实施例中,材料识别装置针对多个子区域中每个子区域,基于

对应的辐射粒子的散射角,确定对应的散射密度,得到与多个子区域一一对应的多个散射密度,包括:针对多个子区域中每个子区域,计算对应的辐射粒子的散射角的方差,得到对应的散射角方差;针对多个子区域中每个子区域,将对应子区域的高度,确定为对应的粒子穿过长度;针对多个子区域中每个子区域,将对应的散射角方差和粒子穿过长度之比确定为对应的散射密度。

[0065] 需要说明的是,在本发明的实施例中,材料识别装置针对多个子区域中每个子区域,计算该区域对应的所有辐射粒子对应的散射角的方差,具体的计算方式见公式(1):

$$[0066] \quad \sigma_{\theta i}^2 = \frac{(\sigma_{\theta 1} - \sigma_a)^2 + (\sigma_{\theta 2} - \sigma_a)^2 + \dots + (\sigma_{\theta M} - \sigma_a)^2}{M} \quad (1)$$

[0067] 其中, $\sigma_{\theta i}^2$ 为第i个子区域对应的M个辐射粒子的散射角方差, $\sigma_{\theta 1}, \sigma_{\theta 2}, \dots, \sigma_{\theta N}$ 为第i个子区域对应的M个辐射粒子的散射角, $\sigma_a$ 为第i个子区域对应的M个辐射粒子的散射角均值。

[0068] 需要说明的是,在本发明的实施例中,材料识别装置对多个子区域中每个子区域,将对应子区域的高度,确定为粒子穿过长度,具体的粒子穿过长度为辐射粒子穿过的两个平行面之间的距离,即子区域的高度。

[0069] 需要说明的是,在本发明的实施例中,材料识别装置在得到多个子区域中每个子区域对应的粒子穿过长度和散射角方差之后,将某个子区域对应的散射角方差与粒子穿过长度之比确定为对应子区域的散射角密度,具体的计算公式见公式(2):

$$[0070] \quad \lambda_i = \frac{\sigma_{\theta i}^2}{L_i} \quad (2)$$

[0071] 其中, $\lambda_i$ 为第i个子区域对应的散射密度, $L_i$ 为第i个子区域对应的高度, $\sigma_{\theta i}^2$ 为第i个子区域对应的散射角方差。

[0072] S104、利用预设材料识别模型,基于多个散射密度对待识别材料进行材料类型识别,得到待识别材料的材料类型识别结果。

[0073] 在本发明的实施例中,材料识别装置利用预设材料识别模型,基于多个散射密度对待识别材料进行材料类型识别,得到待识别材料的材料类型识别结果。

[0074] 需要说明的是,在本发明的实施例中,材料类型识别结果可以包括待识别材料的材料类型,识别出该材料类型的准确度、误报率,或者,总体准确度,具体的材料类型识别结果可以根据实际需求和应用场景进行设定,对此,本发明不作限定。

[0075] 具体的预设材料识别模型针对某一材料类型的识别准确度的计算方式可以为:

$$[0076] \quad t_{accuracy}(x_i) = \frac{N_{x_i,correct}}{N_{x_i,total}} \quad i = 1, 2, 3, \dots, Q \quad (3)$$

[0077] 其中, $t_{accuracy}(x_i)$ 为材料 $x_i$ 正确识别的准确度, $N_{x_i,correct}$ 为材料 $x_i$ 正确识别的样本数, $N_{x_i,total}$ 为材料 $x_i$ 的总样本数。

[0078] 具体的预设材料识别模型将某一材料类型误识别为其他材料的误识别率的计算方式可以为:



$$[0079] \quad t(x_i, x_j) = \frac{N_{x_i \text{ 识别为 } x_j \text{ 的样本数}}}{N_{x_i \text{ 的总样本数}}} \quad j = 1, 2, 3, \dots, Q, \quad j \neq i \quad (4)$$

[0080] 其中,  $t(x_i, x_j)$  为材料  $x_i$  识别为  $x_j$  的误识别率。

[0081] 具体的预设材料识别模型的总体准确度的计算公式可以为:

$$[0082] \quad t_{total} = \frac{\sum_{i=1}^Q N_{x_i \text{ 正确识别的样本数}}}{N_{\text{总样本数}}} \quad (5)$$

[0083] 其中,  $t_{total}$  为预设材料识别模型的总体准确度,  $N_{\text{总样本数}}$  为  $Q$  种材料的总样本数,

$\sum_{i=1}^Q N_{x_i \text{ 正确识别的样本数}}$  为  $Q$  种材料的正确识别样本数。具体的, 在本发明的实施例中, 材料识别装置利用预设材料识别模型, 基于多个散射密度对待识别材料进行材料类型识别, 得到待识别材料的材料类型识别结果, 包括: 从多个散射密度中, 选取出表征异常的散射密度; 将选取出的散射密度输入预设材料识别模型, 得到材料类型识别结果。

[0084] 需要说明的是, 在本发明的实施例中, 材料识别装置在获取到多个散射密度之后, 会先对多个散射密度进行筛选, 选取出待识别材料影响到的子区域对应的散射密度, 然后利用选取出的散射密度来确定待识别材料的材料类型识别结果, 由于仅对待识别材料影响到的子区域对应的散射密度进行数据处理, 能够提高材料识别的准确度和效率。

[0085] 具体的, 在本发明的实施例中, 材料识别装置利用预设材料识别模型, 基于多个散射密度对待识别材料进行材料类型识别, 得到待识别材料的材料类型识别结果之前, 还可以执行以下步骤: 获取散射密度样本, 并利用待训练材料识别模型, 基于散射密度样本对待识别样本进行材料类型识别, 得到待识别样本的材料类型识别结果; 计算待识别样本的材料类型识别结果与针对散射密度样本预设的目标材料类型识别结果之间的损失信息, 得到损失信息; 基于损失信息, 对待训练材料识别模型进行模型参数调整, 得到预设材料识别模型。

[0086] 需要说明的是, 在本发明的实施例中, 待训练材料识别模型可以为卷积神经网络模型, 材料识别模型可以将散射密度样本输入到待训练材料识别模型中, 对散射密度样本进行特征提取, 得到待识别样本的材料类型识别结果。

[0087] 图4为本发明实施例提供的一种示例性的待识别材料识别模型的结构示意图。如图4所示, 材料识别模型将散射密度样本输入到预设材料识别模型中, 经过卷积层输出的特征图被传递至池化层进行特征选择和信息过滤, 进一步降低数据维度, 加快模型训练速度, 经过多轮卷积层和池化层的处理后, 输入的散射密度被抽象成高阶特征, 由全连接层对提取的特征进行非线性组合以得到散射密度样本对应的待识别样本的材料类型识别结果。

[0088] 需要说明的是, 在本发明的实施例中, 材料识别装置在得到待识别样本的材料类型识别结果之后, 会计算待识别样本的材料类型识别结果与针对散射密度样本预设的目标材料类型识别结果之间的损失信息, 得到损失信息, 即确定损失贡献最大的权重, 然后基于损失信息, 对待训练材料识别模型进行模型参数调整, 得到预设材料识别模型, 具体的参数调整过程为先使用交叉熵损失函数调整优化权重来减少损失, 表达式见公式 (6):

$$[0089] \quad C = -\frac{1}{N} \sum_x [y \ln a + (1-y) \cdot \ln(1-a)] \quad (6)$$

[0090] 其中,C为交叉损失函数,N为样本数,y表示针对散射密度样本预设的目标材料类型识别结果,x表示上一层待识别样本的材料类型识别结果,a表示待识别样本的材料类型识别结果,具体的a的表达式见公式(7):

$$[0091] \quad a = \sigma(z) \quad (z = wx + b) \quad (7)$$

[0092] 其中,w为链接权重,b为参数,交叉熵损失函数求导得:

$$[0093] \quad \frac{\partial C}{\partial w} = \frac{\partial C}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial w} = (a - y)x \quad (8)$$

$$[0094] \quad \frac{\partial C}{\partial b} = \frac{\partial C}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial b} = a - y \quad (9)$$

[0095] 对应的参数更新公式为:

$$[0096] \quad w = w - \eta \frac{\partial C}{\partial w} = w - \eta(a - y)x \quad (10)$$

$$[0097] \quad b = b - \eta \frac{\partial C}{\partial b} = b - \eta(a - y) \quad (11)$$

[0098] 其中, $\eta$ 为学习率。由式(10)可知,权重的更新速度与损失信息(a-y)呈线性关系,当损失信息大的时候,权重更新快,当损失信息小的时候,权重更新慢。将多个散射密度样本输入到待训练材料识别模型,进行迭代训练。

[0099] 图5为本发明实施例提供的一种示例性的模型准确度随迭代次数变化的示意图。如图5所示,随着迭代次数的增加,准确度逐渐收敛。图6为本发明实施例提供的一种示例性的损失函数随迭代次数变化的示意图,如图6所示,随着迭代次数的增加,损失函数逐渐收敛。最终得到一个最优权重集合,获得一个训练好的预设材料识别模型。

[0100] 需要说明的是,在本发明的实施例中,材料识别装置获取的散射密度样本可以是模拟的数据,也可以是实际测得的数据,相应的,训练的模型也仅适用于对应的环境,比如,材料识别装置利用模拟数据训练的预设材料识别模型,可以应用到模拟环境下的材料识别,材料识别装置利用实际数据训练的预设材料识别模型,可以应用到实际情况下的材料识别,当然,探测时间的长短对应的模型可以不同,也可以相同,对此,本发明不作限定。

[0101] 本发明提供了一种材料识别方法,方法包括:获取穿过部署待识别材料的探测区域的多个辐射粒子中,每个粒子对应的近似散射点和散射角;将探测区域划分为多个子区域,并针对多个子区域中每个子区域,从多个辐射粒子中,选取对应近似散射点位于子区域内的辐射粒子,确定为对应的辐射粒子;针对多个子区域中每个子区域,基于对应的辐射粒子的散射角,确定对应的散射密度,得到与多个子区域一一对应的多个散射密度;利用预设材料识别模型,基于多个散射密度对待识别材料进行材料类型识别,得到待识别材料的材料类型识别结果。本发明提供的材料识别方法,直接利用预设材料识别模型,结合探测区域对应的散射密度,确定待识别材料的材料类型,从而提高了材料识别的效率。

[0102] 本发明提供了一种材料识别装置,图7为本发明实施例提供的一种材料识别装置的结构示意图一。如图7所示,包括:

[0103] 获取模块701,用于获取穿过部署待识别材料的探测区域的多个辐射粒子中,每个粒子对应的近似散射点和散射角;

[0104] 选取模块702,用于将所述探测区域划分为多个子区域,并针对所述多个子区域中

每个子区域,从所述多个辐射粒子中,选取出对应近似散射点位于子区域内的辐射粒子,确定为对应的辐射粒子;

[0105] 确定模块703,用于针对所述多个子区域中每个子区域,基于对应的辐射粒子的散射角,确定对应的散射密度,得到与所述多个子区域一一对应的多个散射密度;

[0106] 识别模块704,用于利用预设材料识别模型,基于所述多个散射密度对所述待识别材料进行材料类型识别,得到所述待识别材料的材料类型识别结果。

[0107] 可选的,所述获取模块701,具体用于获取所述多个辐射粒子中每个粒子对应的入射径迹和出射径迹;针对所述多个辐射粒子中每个粒子,将对应的入射径迹的延长线和出射径迹的延长线的交点,确定为对应的近似散射点;针对所述多个辐射粒子中每个粒子,将对应的入射径迹的延长线和出射径迹的延长线的夹角,确定为对应的散射角。

[0108] 可选的,所述确定模块703,具体用于针对所述多个子区域中每个子区域,计算对应的辐射粒子的散射角的方差,得到对应的散射角方差;针对所述多个子区域中每个子区域,将对应子区域的高度,确定为对应的粒子穿过长度;针对所述多个子区域中每个子区域,将对应的散射角方差和粒子穿过长度之比确定为对应的散射密度。

[0109] 可选的,所述识别模块704,具体用于从所述多个散射密度中,选取出表征异常的散射密度;将选取出的散射密度输入所述预设材料识别模型,得到所述材料类型识别结果。

[0110] 可选的,所述材料识别装置还包括模型训练模块(图中未示出),用于获取散射密度样本,并利用待训练材料识别模型,基于所述散射密度样本对待识别样本进行材料类型识别,得到所述待识别样本的材料类型识别结果;计算所述待识别样本的材料类型识别结果与针对所述散射密度样本预设的目标材料类型识别结果之间的损失信息,得到损失信息;基于所述损失信息,对所述待训练材料识别模型进行模型参数调整,得到所述预设材料识别模型。

[0111] 本发明提供了一种材料识别装置,图8为本发明实施例提供的一种材料识别装置的结构示意图二。如图8所示,材料识别装置包括:处理器801、存储器802和通信总线803;

[0112] 所述通信总线803,用于实现所述处理器801和所述存储器802之间的通信连接;

[0113] 所述处理器801,用于执行所述存储器802中存储的材料识别程序,以实现上述材料识别方法。

[0114] 本发明提供了一种材料识别装置,获取穿过部署待识别材料的探测区域的多个辐射粒子中,每个粒子对应的近似散射点和散射角;将探测区域划分为多个子区域,并针对多个子区域中每个子区域,从多个辐射粒子中,选取出对应近似散射点位于子区域内的辐射粒子,确定为对应的辐射粒子;针对多个子区域中每个子区域,基于对应的辐射粒子的散射角,确定对应的散射密度,得到与多个子区域一一对应的多个散射密度;利用预设材料识别模型,基于多个散射密度对待识别材料进行材料类型识别,得到待识别材料的材料类型识别结果。本发明提供的材料识别装置,直接利用预设材料识别模型,结合探测区域对应的散射密度,确定待识别材料的材料类型,从而提高了材料识别的效率。

[0115] 本发明提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有一个或者多个程序,所述一个或者多个程序可以被一个或者多个处理器执行,以实现上述材料识别方法。计算机可读存储介质可以是易失性存储器(volatile memory),例如随机存取存储器(Random-Access Memory,RAM);或者非易失性存储器(non-volatile memory),例如只

读存储器 (Read-Only Memory, ROM), 闪存存储器 (flash memory), 硬盘 (Hard Disk Drive, HDD) 或固态硬盘 (Solid-State Drive, SSD); 也可以是包括上述存储器之一或任意组合的各自设备, 如移动电话、计算机、平板设备、个人数字助理等。

[0116] 本领域内的技术人员应明白, 本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此, 本发明可采用硬件实施例、软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且, 本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质 (包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等) 上实施的计算机程序产品的形式。

[0117] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备 (系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器, 使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0118] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中, 使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品, 该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0119] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上, 使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理, 从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0120] 以上所述, 仅为本发明的具体实施方式, 但本发明的保护范围并不局限于此, 任何熟悉本技术领域的技术人员在本实用申请揭露的技术范围内, 可轻易想到的变化或替换, 都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此, 本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

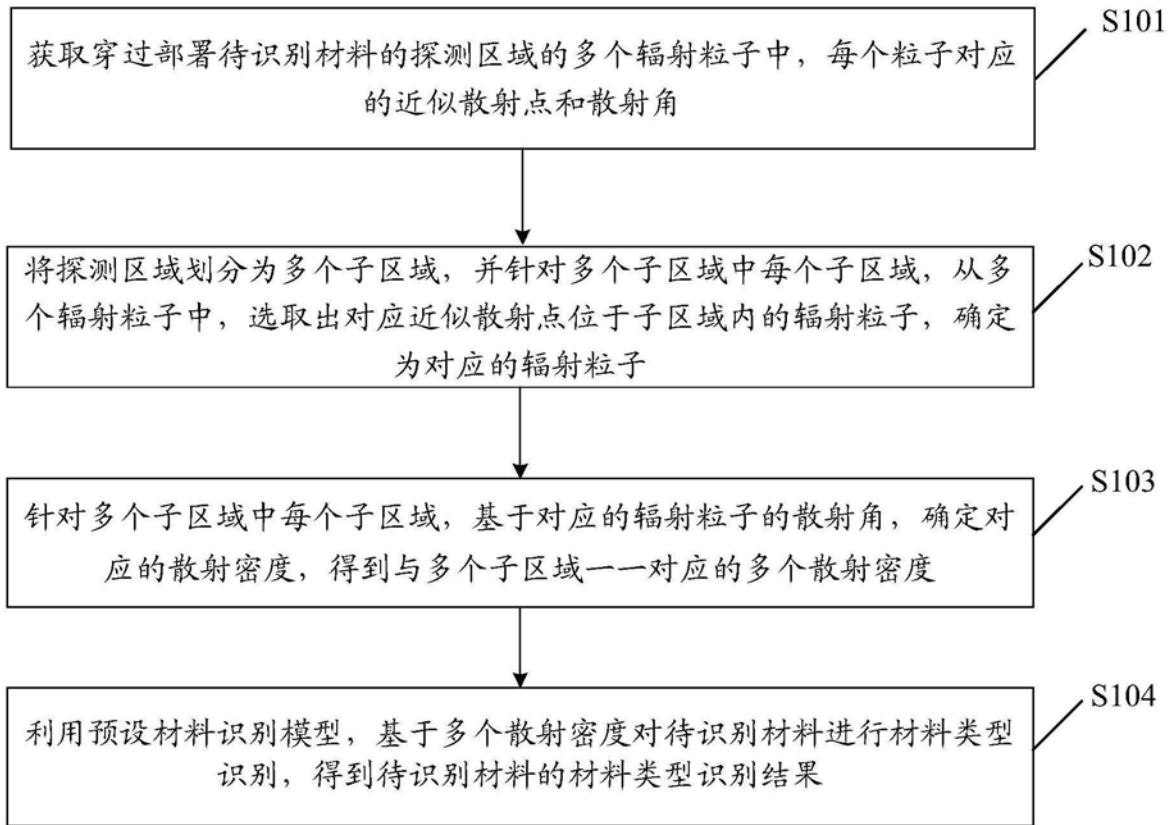


图1

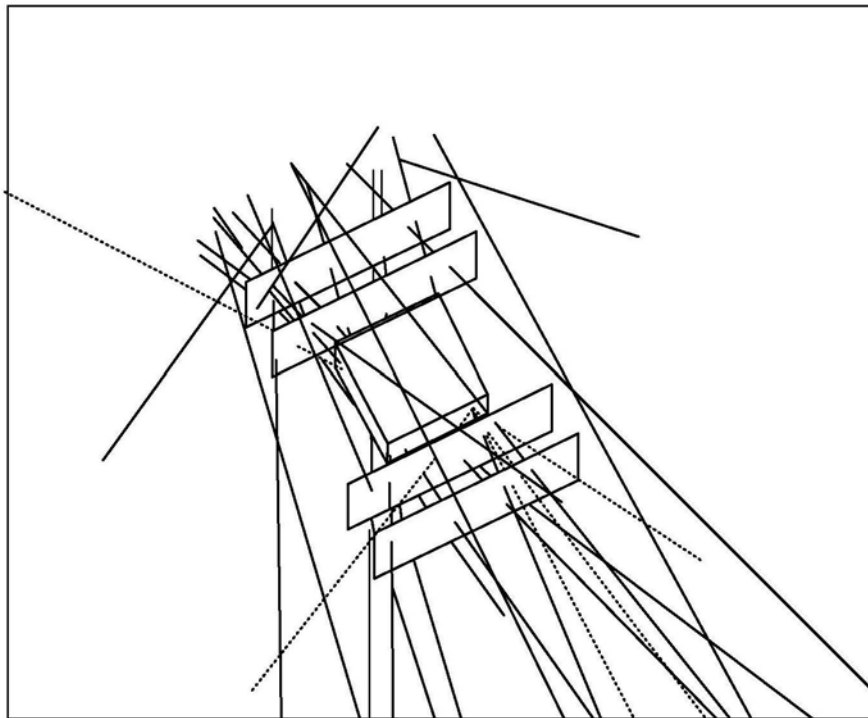


图2

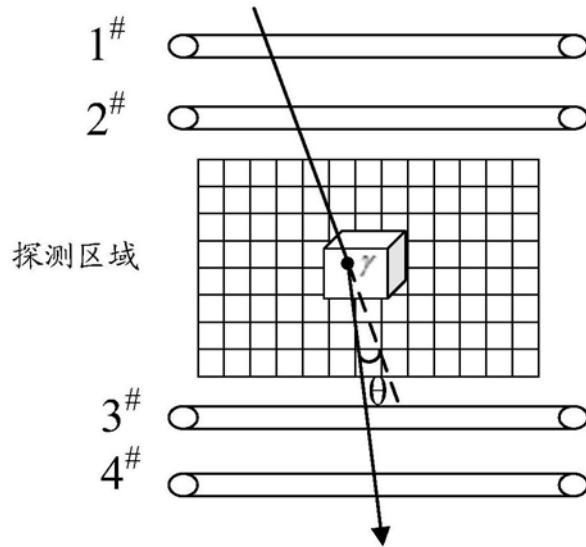


图3

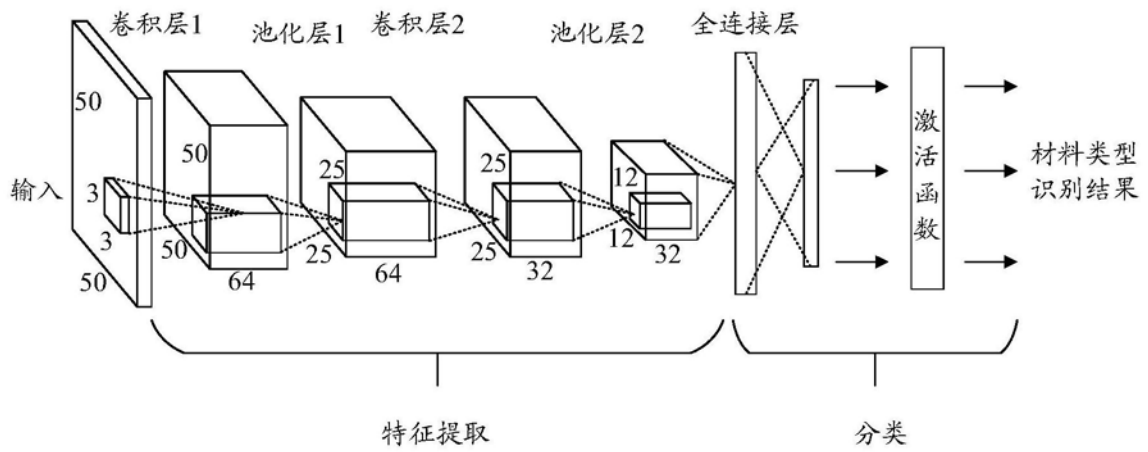


图4

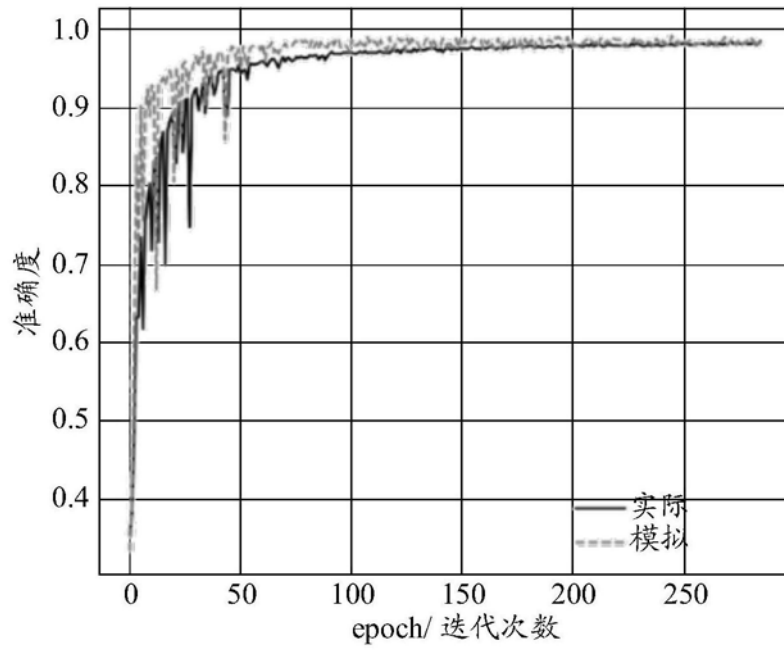


图5

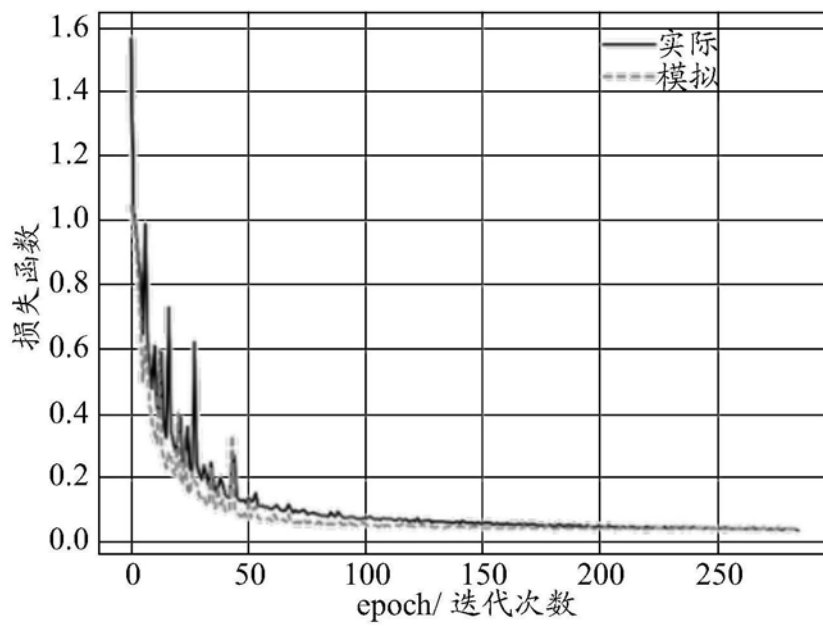


图6

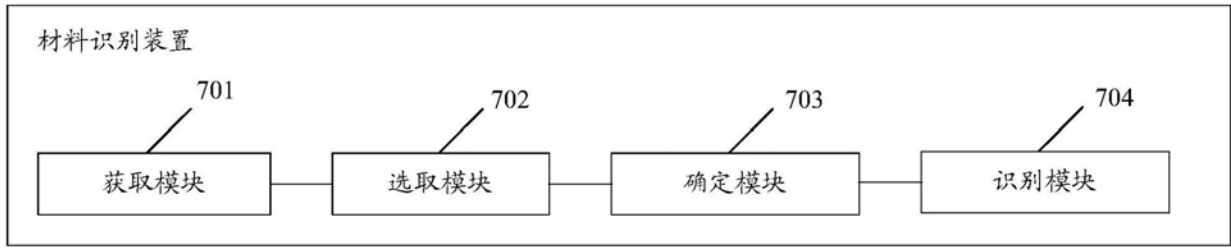


图7

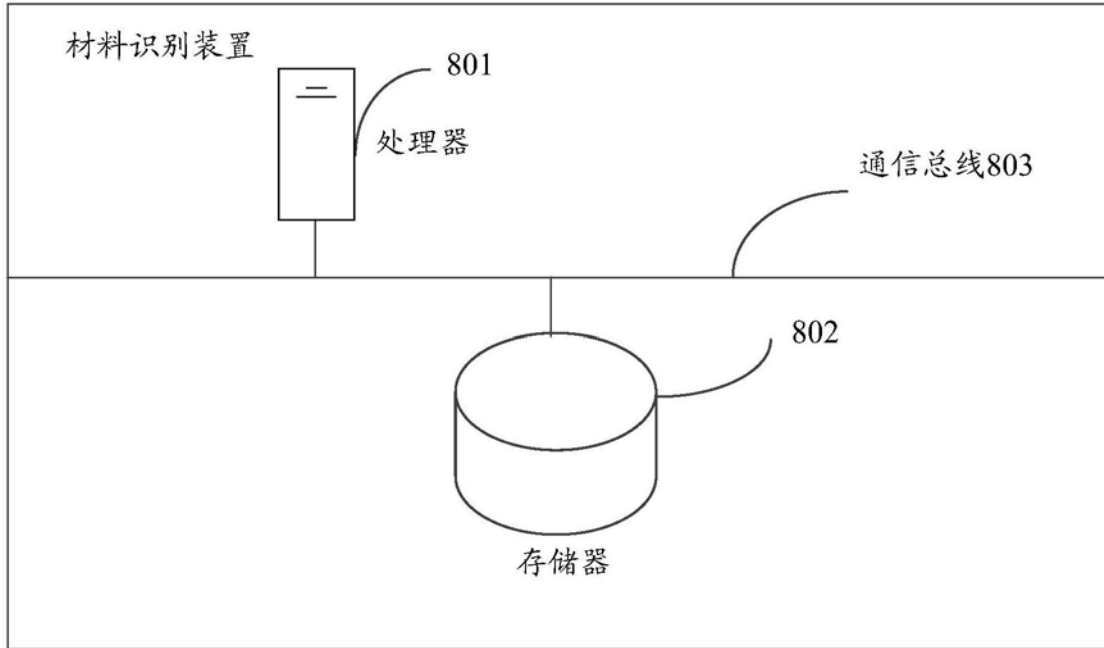


图8