

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 12 月 22 日 (22.12.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/202165 A1

(51) 国际专利分类号:
G07D 7/202 (2016.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/083909

(22) 国际申请日: 2016 年 5 月 30 日 (30.05.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201510347268.7 2015 年 6 月 19 日 (19.06.2015) CN

(71) 申请人: 广州广电运通金融电子股份有限公司
(GRG BANKING EQUIPMENT CO., LTD.) [CN/CN];
中国广东省广州市萝岗区科学城科林路 9 号,
Guangdong 510663 (CN)。

(72) 发明人: 梁添才 (LIANG, Tiancai); 中国广东省广州市
萝岗区科学城科林路 9 号, Guangdong 510663
(CN)。 金晓峰 (JIN, Xiaofeng); 中国广东省广州市
萝岗区科学城科林路 9 号, Guangdong 510663 (CN)。
龚文川 (GONG, Wenchuan); 中国广东省广州市萝

岗区科学城科林路 9 号, Guangdong 510663 (CN)。
刘建平 (LIU, Jianping); 中国广东省广州市萝岗区
科学城科林路 9 号, Guangdong 510663 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司
(UNITALEN ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市朝
阳区建国门外大街 22 号赛特广场 7 层, Beijing
100004 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保
护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,
JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保
护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA,

[见续页]

(54) Title: MULTISPECTRAL BANKNOTE IDENTIFICATION APPARATUS AND METHOD

(54) 发明名称: 一种钞票的多光谱识别装置及方法

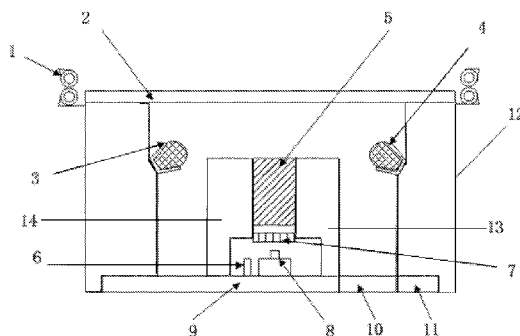


图 1

(57) Abstract: A multispectral banknote identification apparatus and method are used for obtaining images of a banknote in multiple spectral bands and comparing the images with those under preset conditions to improve identification accuracy. The identification apparatus comprises: a wide-field imaging module (5) for obtaining a reflection image of a banknote to be detected; an adjustable-wavelength module (7) for extracting n reflection sub-images of the reflection image in n spectral bands, n being a natural number great than 2; a photoelectric detection module (8) for performing optical-electrical signal conversion on the reflection sub-images, and obtaining corresponding converted images; and an authentication module (11) for identifying, by using the converted images, the authenticity of the banknote to be detected.

(57) 摘要: 一种钞票的多光谱识别装置及识别方法, 用于获取钞票的各个光谱段的图像并与预设条件进行对比, 提高识别精度。识别装置包括: 用于获取待检测钞票的反射图像的宽视场成像模块(5); 用于对反射图像进行 n 个光谱段下的 n 个反射子图像的提取的可调波长模块(7), n 为大于 2 的自然数; 用于对反射子图像进行光电信号转换, 并获取相对应的转换图像的光电探测模块(8); 用于通过转换图像识别待检测钞票真假的鉴别模块(11)。



WO 2016/202165 A1



RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,

CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种钞票的多光谱识别装置及方法

本申请要求于 2015 年 06 月 19 日提交中国专利局、申请号为 201510347268.7、发明名称为“一种钞票的多光谱识别装置及方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5

技术领域

本发明实施例涉及一种无接触式光学检测技术，尤其涉及一种钞票的多光谱识别装置及方法。

10 背景技术

光学变色油墨，简称光变油墨，目前大多被应用于钞票上使假币容易被辨别出来。从不同角度观察，油墨会显现出不同的颜色，从而保证了颜色不被复制，我国在新版人民币100元和50元上首次使用了光学变色油墨作为防伪特征。

15 现有技术中的光学变色油墨的识别装置，包括框架、透镜、位于透镜两侧发光角度不同的两个光源，当光线以不同的角度照射真钞表面的变色油墨防伪标识，不同的入射角度的光线被变色油墨反射后的光谱信息就不同，不同的光谱信息转换出的电信号也不同，经过反射后的光线被接触式图像传感器接收，接触式图像传感器对接收到的两种光线进行分析处理比
20 较，然后将得到的信息与真钞的相关信息比对，以达到鉴别真伪的目的。

现有技术的缺陷是，光学变色油墨的识别装置不能比对钞票的各个光谱段的图像，识别精度差。

发明内容

25 本发明实施例提供一种钞票的多光谱识别装置，用于获取钞票的各个光谱段的图像并与预设条件进行比对，提高识别精度。

—2—

本发明实施例一种钞票的多光谱识别装置的技术方案包括：

宽视场成像模块、可调波长模块、光电探测模块、鉴别模块；

所述宽视场成像模块用于获取待检测钞票的反射图像；

5 所述可调波长模块用于对所述反射图像进行 n 个光谱段下的 n 个反射子图像的提取，其中 n 为大于 2 的自然数；

所述光电探测模块用于对所述 n 个反射子图像进行光电信号转换，并获取与所述 n 个反射子图像相对应的 n 个转换图像；

所述鉴别模块用于通过所述 n 个转换图像识别所述待检测钞票的真伪。

优选的，

10 所述可调波长模块包括：上反射层、下反射层、可调节部件，所述可调节部件用于调节所述上反射层和所述下反射层的相对位置。

优选的，

所述的钞票的多光谱识别装置还包括信号发生模块，所述信号发生模块用于向所述可调波长模块间隔发送电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n 。

15 优选的，

所述可调节部件为静电制动器，所述静电制动器用于接收所述电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n ；

所述上反射层安装在上电介质板上，所述下反射层安装在下电介质板上，所述静电制动器分别与所述上电介质板、所述下电介质板电性连接。

20 优选的，

所述钞票的多光谱识别装置还包括图像分离模块，所述图像分离模块用于从所述 n 个转换图像中分离出 n 个光学变色油墨转换图像；

所述鉴别模块用于通过所述 n 个光学变色油墨转换图像识别所述待检测钞票的真伪。

—3—

优选的，

所述钞票的多光谱识别装置还包括左光源模块和右光源模块，所述左光源模块、所述右光源模块各分别位于所述钞票的多光谱识别装置的左侧、右侧。

5 本发明实施例还提供一种钞票的多光谱识别方法，包括：

S1：获取待检测钞票的反射图像；

S2：对获取的所述反射图像进行 n 个光谱段下的 n 个反射子图像的提取，其中 n 为大于 2 的自然数；

10 S3：对提取的所述 n 个反射子图像进行光电信号转换，并获取与所述 n 个反射子图像相对应的 n 个转换图像；

S4：通过获取的所述 n 个转换图像识别所述待检测钞票的真伪。

优选的，

所述 S2 具体包括：

获取预置电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n ；

15 根据获取的所述预置电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n 对所述反射图像进行 n 个光谱段下的 n 个反射子图像的提取，所述预置电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n 与所述 n 个光谱段一一对应。

优选的，

20 所述 S3 之后、所述 S4 之前还包括：对获取的所述 n 个转换图像进行分离，分离出 n 个光学变色油墨转换图像。

优选的，

所述 S4 具体包括：通过所述 n 个光学变色油墨转换图像进行所述待检测钞票的真伪识别。

本发明实施例的有益效果是：

首先宽视场成像模块接收待检测钞票的反射图像，然后可调波长模块对反射图像进行 n 个光谱段下的 n 个反射子图像的提取，然后光电探测模块将 n 个反射子图像进行光电信号转换，并获取与 n 个反射子图像相对应的 n 个转换图像，然后鉴别模块通过 n 个转换图像识别待检测钞票的真伪，采用
5 上述技术方案，由于反射图像被分成 n 个光谱段下的 n 个反射子图像，由于光谱段越多，鉴别越精细，因此可以提高钞票的鉴别精度。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对
10 实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据提供的附图获得其他的附图。

图1为本发明实施例一种钞票的多光谱识别装置的结构示意图；

图2为本发明实施例一种钞票的多光谱识别装置的控制关系图；

15 图3为本发明实施例一种钞票的多光谱识别装置的法布里-珀罗干涉仪原理示意图；

图4为本发明实施例一种钞票的多光谱识别装置的可调波长模块示意图；

图5为本发明实施例一种钞票的多光谱识别方法的流程图。

20

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没
25 有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

—5—

下面以待检测介质为钞票详细说明本发明实施例一种钞票的多光谱识别装置的具体技术方案，需要说明的是，该钞票的多光谱识别装置可应用于不同领域，不做具体限定。

请参阅图1至图4，本发明实施例一种钞票的多光谱识别装置的技术方

5 案包括：

宽视场成像模块5、可调波长模块7、光电探测模块8、鉴别模块11；

宽视场成像模块5，用于获取待检测钞票的反射图像；

可调波长模块7，用于对反射图像进行n个光谱段下的n个反射子图像的提取，其中n为大于2的自然数；

10 光电探测模块8，用于将n个反射子图像进行光电信号转换，并获取与n个反射子图像相对应的n个转换图像；

鉴别模块11，通过n个转换图像识别待检测钞票的真伪。

采用上述技术方案，首先宽视场成像模块接收待检测钞票的反射图像，然后可调波长模块对反射图像进行n个光谱段下的n个反射子图像的提取，
15 然后光电探测模块将n个反射子图像进行光电信号转换，并获取与n个反射子图像相对应的n个转换图像，然后鉴别模块通过n个转换图像识别待检测钞票的真伪，采用上述技术方案，由于反射图像被分成n个光谱段下的n个反射子图像，由于光谱段越多，鉴别越精细，因此可以提高钞票的鉴别精度。

20 优选的，可调波长模块7包括：上反射层、下反射层、可调节部件，可调节部件用于调节上反射层和下反射层的相对位置。

优选的，钞票的多光谱识别装置还包括信号发生模块6，信号发生模块6用于向可调波长模块7间隔发送电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n 。

优选的，可调节部件为静电制动器，静电制动器用于接收电压信号 S_1 、
25 S_2 、 S_3 、... S_n ；上反射层安装在上电介质板上，下反射层安装在下电介质板上，静电制动器分别与上电介质板、下电介质板连接。

—6—

优选的，钞票的多光谱识别装置还包括图像分离模块 10，图像分离模块 10 用于从 n 个转换图像中分离出 n 个光学变色油墨转换图像；鉴别模块 11 用于通过 n 个光学变色油墨转换图像识别待检测钞票的真伪。

本发明实施例中的一种钞票的多光谱识别装置可以具体包括：

- 5 走钞模块1、透明保护玻璃2、光源模块（光源模块可以进一步包括左光源模块3、右光源模块4，此处不做具体限定）、宽视场成像模块5、信号发生模块6、可调波长模块7、光电探测模块8、信息处理模块9、图像分离模块10、鉴别模块11、结构框架12、结构框架13和结构框架14。

下面对一种钞票的多光谱识别装置的各模块进行详细说明：

- 10 走钞模块1，该走钞模块1位于透明保护玻璃2的左右两侧，用于接收待检测的钞票，与信息处理模块9电性连接（通过总线A连接），需要说明的是，本发明实施例中也可以通过其他方式接收待检测的钞票，此处不做具体限定；

- 15 透明保护玻璃2，该透明保护玻璃2位于结构框架12的正上方，可以用于保持内部模块的清洁，此处的透明保护玻璃2可根据实际应用环境设置，也可使用透明塑料类材质进行遮盖，此处不做具体限定；

- 20 光源模块，光源模块可以用于照射待检测的钞票，本实施例中的钞票的多光谱识别装置可以包括左光源模块3和右光源模块4，左光源模块3和右光源模块4可以分别放置在结构框架12的左、右内侧，左光源模块3和右光源模块4可以发出白光或其他颜色光，与信息处理模块9电性连接（通过总线A连接），此处对于光源模块的结构、光源模块的放置方式、光源模块的发光颜色均不做具体限定；

- 25 宽视场成像模块5，该宽视场成像模块5可以为宽视场成像透镜模块，该宽市场成像模块5为了获取待检测钞票的全部反射图像，可以位于钞票的下方；

当本发明实施例中的钞票的多光谱识别装置包括透明保护玻璃2和左光源模块3和右光源模块4时，该宽视场成像模块5可以位于透明保护玻璃2

-7-

的下方（需要说明的是，为了便于采集待检测钞票的全部反射图像，宽视场成像模块5可以位于透明保护玻璃2的正下方，不做具体限定），左光源模块3和右光源模块4发出的光照射到钞票的不同角度，待检测钞票反射出的图像中包含不同的光谱信息，然后宽视场成像模块5获取待检测钞票的反射图像；

可调波长模块7，需要说明的是，可调波长模块7可以为微机械可调波长模块，可调波长模块7可以位于宽视场成像模块5的下方（为了更准确的识别待检测钞票的真伪，可调波长模块7可以位于宽视场成像模块5的正下方，不做具体限定），用于对反射图像进行n个光谱段下的n个反射子图像的提取，可调波长模块7通过总线B与信号发生模块6电性连接，可调波长模块7与鉴别模块11通过总线D电性连接；

光电探测模块8，该光电探测模块8可以位于可调波长模块7的下方（不做具体限定），用于待检测钞票的n个反射子图像的光电转换，通过光电信号转换获取与n个反射子图像相对应的n个转换图像，光电探测模块8与图像分离模块10通过总线C电性连接；

信号发生模块6，该信号发生模块6用于向可调波长模块7间隔发送一维电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n ，信号发生模块6与可调波长模块7通过总线B电性连接；

信号处理模块9，该信号处理模块9可以位于光电探测模块8的下方（具体不做限定），信号处理模块9用于信号发生模块6的电压信号控制、左光源模块3、右光源模块4的控制，与走钞模块1、左光源模块3、右光源模块4和信号发生模块6通过总线A电性连接；

图像分离模块10，该图像分离模块10可以位于信息处理模块9的右侧（具体不做限定），图像分离模块10用于对待检测钞票的n个转换图像的光学变色油墨区域的分离，分离出n个光学变色油墨转换图像，图像分离模块10通过总线C与光电探测模块8电性连接，图像分离模块10与鉴别模块11通过总线D电性连接；

—8—

鉴别模块11, 该鉴别模块可以位于图像分离模块10的右侧(具体不做限定), 用于通过n个转换图像识别待检测钞票的真伪, 当本发明实施例中的钞票的多光谱识别装置包括图像分离模块10时, 鉴别模块11通过n个光学变色油墨转换图像识别待检测钞票的真伪, 鉴别模块11与图像分离模块10
5 通过总线E连接;

采用上述技术方案, 与金融自助设备连接的走钞模块1输送待检测的钞票, 走钞模块1在待检测的钞票完全覆盖透明保护玻璃2时触发信息处理模块9, 信息处理模块9启动左光源模块3和右光源模块4, 左光源模块3和右光源模块4发出的光通过透明保护玻璃2照射到待检测钞票的表面;

10 信息处理模块9在启动左光源模块3和右光源模块4的同时触发信号发生模块6, 信号发生模块6在最大电压 $V_{\max}$ 的范围内按照电压间距 ΔV 产生间隔的一维电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n , 其中一维电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n 的长度为N, 相邻电压信号间的时间周期为 T_1 (需要说明的是, 一维电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n 的发送间隔时间不一定相等), $N \geq 3$;

15 宽视场成像模块5接收由透明保护玻璃2透射的待检测钞票的反射图像, 并将待检测钞票的反射图像会聚后通过可调波长模块7到达光电探测模块8, 为了便于待检测钞票的光学变色油墨的不同方向的反射信息的收集, 宽视场成像模块5可以为成像视场角度达到M度以上的成像镜头或鱼眼镜头, 宽视场成像模块5的透镜数量设定为N个, 其中 $M \geq 160$, $N \geq 3$;

20 可调波长模块7接收信号发生模块6间隔发送的一维电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n , 每一个电压信号对应一个光谱段, 因此可以有n个光谱段; 可调波长模块7将按照时间周期 T_1 提取n个光谱段下的n个反射子图像, 其中n为大于2的自然数;

25 可调波长模块7可由法布里-珀罗干涉仪和微机械控制设备两部分组成。

其中, 如图3所示, 法布里-珀罗干涉仪由两个特性相同的反射层(可以根据位置关系分为上反射层、下反射层)及其中间的间隔层构成, 间隔

—9—

层的厚度设置为d, 则对应的法布里-珀罗干涉仪透射主波长 λ_1 为:

$\lambda_1=2nd$; 其中, n是法布里-珀罗干涉仪间隔层对应的折射率。

5 法布里-珀罗干涉仪只有对与间隔层光学厚度和反射膜反射通带相关的特定波长的光具有较高的透射率, 而其它波长光的透射率则很低, 表现出带通特性。

其中, 微机械控制装置由静电制动器、上电介质板和下电介质板组成, 其中法布里-珀罗干涉仪的上反射层分别附着在上电介质板的内侧, 下反射层附着在下电介质板的内侧, 上、下电介质板上的反射层之间为法布里-珀罗干涉仪所对应的间隔层。

10 可调波长模块7的静电制动器接收信号发生模块6间隔产生的电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n , 静电制动器驱动上、下电介质板带动反射层移动, 按照输入的电压信号改变间隔层的厚度 d_1 , 则 d_1 为:

$d_1 = d - \frac{V}{V_{\max}} d$, 其中, $V_{\max}$ 是静电制动器所能承受的最大电压, V为信号发

生器产生的电压信号, d为间隔层的初始距离。

15 此时可调波长模块7所对应的透射主波长 λ_2 为:

$$\lambda_2 = 2n \left(d - \frac{V}{V_{\max}} d \right)$$

20 可调波长模块7的静电制动器接收信号发生模块6传输来的一维电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n , 将会带动上、下电介质板按照时间周期 T_1 依次移动n次, 将待检测钞票的反射图像在可见光(400nm-760nm)和近红外(800-1100nm)范围内调整为n个反射子图像。上、下电介质板的移动将会带动内侧的反射层的n次移动, 法布里-干涉仪的间隔层厚度也随之改变, 因而所对应的可调波长模块7透射主波长也相应的改变n次。

光电探测模块8可以获取在n个光谱段的n个转换图像 $\{I_k\}_{k=1}^n$, 将n个光谱段对应的n个转换图像上传到图像分离模块10, 图像分离模块10从获取的n

- 10 -

个转换图像中分离获得n个电压信号下透射的光谱段所对应的n个光学变色油墨转换图像 $\{P_k\}_{k=1}^n$ ，具体过程如下：

由于n个光谱段照射时，待检测钞票位置固定，所以这n个转换图像 $\{I_k\}_{k=1}^n$ 是严格对齐的，由于光学变色油墨在待检测钞票的同一区域。每张钞票经过采集模块时位置会有一定变动，但是变动不会太大。为此，图像分离模块10首先设定一个光学变色油墨大致区域R，并截取区域R的n个光学变色油墨转换图像 $\{R_k\}_{k=1}^n$ 。光学变色油墨区域在若干光谱段图像中较黑，图像分离模块10取最小图像 $R_{\min}$ ，其中 $R_{\min}$ 的每一点(x, y)的值为 $R_{\min}(x, y) = \min \{R_k(x, y) | k = 1, 2, \dots, n\}$ 。图像分离模块10采用经典的OTSU二值化算法得到精确的n个光学变色油墨转换图像 $\{P_k\}_{k=1}^n$ 。

钞票图像容易受到污迹、褶皱等影响，但是这些影响会在所有波长的图像中同时显现，为了消除这些影响，本发明可以采用差分图像来提高鉴别模块11的鲁棒性。图像分离模块10将n个光学变色油墨转换图像 $\{P_k\}_{k=1}^n$ 上传到鉴别模块11，鉴别模块11依次计算相邻时间周期 T_1 （相邻时间周期 T_1 产生相邻波长）的光学变色油墨转换图像之间的差分图像 $\{\Delta P_k\}_{k=1}^n$ ，并计算n-1幅差分图像对应的直方图，鉴别模块11将算n-1幅差分图像对应的直方图按照时间次序首尾相连组成特征向量H，将特征向量H代入SVM(Support Vector Machine)方法确定的判定阈值中鉴别光学变色油墨的真伪，判别公式为：

$$s = w \bullet H + b = \sum_{i=1}^{n \times 511} w_i H_i + b, \text{ 根据 } s \text{ 值做出判断。}$$

为了从差分图像得到待检测钞票的真伪判别，本发明采用模式识别方法，从图像中提取特征，然后使用分类器对特征进行分类得到真伪判别。

由于真伪钞票光学变色油墨区域的主要差别在于对各波长的光的反射分布差异，反映到差分图像上主要表现为强度分布差异，并且所有的差分图像的直方图特征都对最后的真伪判别有贡献，所以本发明采用差分图像的直方图作为特征，并将所有的差分图像的直方图联合起来作为最后的分

- 11 -

类特征。具体为计算N-1幅差分图像 D_i 对应直方图，其中直方图的灰度级别是511级，并将N-1幅差分图像的直方图按照次序首尾相连组成特征向量H。具体过程如下：

$$\text{差分图像 } \Delta P_k = \begin{cases} P_{k+1} - P_k, k=1,2,\dots,N-1 \\ P_n - P_1, \text{ 其它} \end{cases}, k=1,2,\dots,N$$

- 5 计算每张差分图像的直方图 $H_{ist}(\Delta P_k), k=1,2,\dots,N$ ，直方图为一个511维的向量，计算公式为：

$$H_{ist}(\Delta P_k) = \frac{n_i}{n}, i = -255, -254, \dots, 0, \dots, 255$$

其中 n_i 为图像 ΔP 中取值为 i 的像素点的个数， n 为像素点的总个数。最后将N个直方图连接起来组成一个 $N*511$ 维的向量，成为最后的鉴别特征向量，即

$$H = [H_{ist}(\Delta P_1), H_{ist}(\Delta P_2), \dots, H_{ist}(\Delta P_n)]$$

鉴别模块11根据鉴别特征向量H进行最后真伪判别，判别公式为：

$$s = w \bullet H + b = \sum_{i=1}^{n*511} w_i H_i + b$$

- 15 根据 s 的值做出判断 $s \geq 0$ ，此钞票的光学变色油墨为真； $s < 0$ ，此钞票的光学变色油墨为假。其中 $w_i, i=1,2,\dots,n*511$ ； b 为待训练的权重参数。本发明中采用的鉴别特征向量H的维数较高，学习训练SVM分类器不依赖样本的维数，非常适合高维模式识别问题，本发明采用SVM分类器对鉴别特征向量H进行真伪判别。SVM分类器确定权重参数 w 和 b 的具体过程如下：

- 20 识别装置收集大量真假钞票样本，并组成训练样本集 $\{I^m, y^m\}_{m=1}^M$ ， M 为训练样本集的样本个数。其中 I^m 为采集的钞票图像， $y^m \in \{-1, 1\}$ 为样本标签，-1表示该张钞票为伪钞，+1表示为真钞。

训练的最终结果是根据训练样本集 $\{I^m, y^m\}_{m=1}^M$ ，计算得到SVM分类器最优权重参数 w^* ， b^* 。

- 12 -

识别装置对每张钞票按照上述过程提取特征组成特征训练集 $\{H^m, y^m\}_{m=1}^M$ ，通过经典的SMO优化算法求解下式：

$$\text{最小化: } L(a) = \sum_{i=1}^M a^i - \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^M a^i a^j y^i y^j H^i (H^j)^T$$

$$\text{约束条件: } \sum_{i=1}^M a^i y^i = 0, a^i \geq 0, i=1, 2, \dots, M$$

- 5 得到最优解 a_* 为一个向量 $a_* = (a_*^1, a_*^2, \dots, a_*^M)$ ，然后根据公式求出计算得到SVM分类器最优权重参数 w^* ， b^* ：

$$w^* = \sum_{i=1}^M a_*^i y^i H^i, \quad b^* = \sum_{i=1}^M a_*^i y^i$$

其中，其中 H^i 为第 i 张钞票图像 I^i 的特征向量， y^i 为第 i 张钞票的样本标签， a 为拉格朗日乘子向量 $a = (a^1, a^2, \dots, a^M)$ ， $L(a)$ 为待优化的能量函数。

- 10 w^* ， b^* 为最优权重参数。

序列最小优化算法（英语：Sequential minimal optimization, SMO）是一种用于解决支持向量机训练过程中所产生优化问题的算法，目前被广泛使用于SVM的训练过程中，并在通行的SVM库中得到实现。在训练过程完毕后，识别装置对每张待鉴别钞票图像 I 根据上述步骤提取特征 H ，然后根

- 15 据公式

$$s = w_* \bullet H + b_* = \sum_{i=1}^{n \times 511} w_{*i} H_i + b_* \text{ 计算得到 } s, \text{ 根据 } s \text{ 的值做出判断 } s \geq 0, \text{ 此钞票的光}$$

学变色油墨为真； $s < 0$ ，此钞票的光学变色油墨为假。

请参阅图5，本发明实施例还提供一种钞票的多光谱识别方法，包括：

S1：获取待检测钞票的反射图像；

- 20 S2：对获取的反射图像进行 n 个光谱段下的 n 个反射子图像的提取，其中 n 为大于 2 的自然数；

-13-

S3: 对提取的 n 个反射子图像进行光电信号转换, 并获取与 n 个反射子图像相对应的 n 个转换图像;

S4: 通过获取的 n 个转换图像识别待检测钞票的真伪。

优选的, S2 具体包括:

5 获取预置电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n ;

根据获取的预置电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n 对反射图像进行 n 个光谱段下的 n 个反射子图像的提取, 预置电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n 与 n 个光谱段一一对应。

10 优选的, 步骤 S3 之后、S4 之前还包括: 对获取的 n 个转换图像进行分离, 分离出 n 个光学变色油墨转换图像。

优选的, 步骤 S4 具体包括: 通过 n 个光学变色油墨转换图像进行待检测钞票的真伪识别。

15 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案, 而非对其限制; 尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明, 本领域的普通技术人员应当理解: 其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改, 或者对其中部分技术特征进行等同替换; 而这些修改或者替换, 并不使相应技术方案

的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

权 利 要 求

1、一种钞票的多光谱识别装置，其特征在于，包括：宽视场成像模块、可调波长模块、光电探测模块、鉴别模块；

所述宽视场成像模块用于获取待检测钞票的反射图像；

5 所述可调波长模块用于对所述反射图像进行 n 个光谱段下的 n 个反射子图像的提取，其中 n 为大于 2 的自然数；

所述光电探测模块用于对所述 n 个反射子图像进行光电信号转换，并获取与所述 n 个反射子图像相对应的 n 个转换图像；

10 所述鉴别模块用于通过所述 n 个转换图像识别所述待检测钞票的真伪。

2、根据权利要求 1 所述的钞票的多光谱识别装置，其特征在于，所述可调波长模块包括：上反射层、下反射层、可调节部件，所述可调节部件用于调节所述上反射层和所述下反射层的相对位置。

15 3、根据权利要求 2 所述的钞票的多光谱识别装置，其特征在于，所述的钞票的多光谱识别装置还包括信号发生模块，所述信号发生模块用于向所述可调波长模块间隔发送电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n 。

4、根据权利要求 3 所述的钞票的多光谱识别装置，其特征在于，所述可调节部件为静电制动器，所述静电制动器用于接收所述电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n ；

20 所述上反射层安装在上电介质板上，所述下反射层安装在下电介质板上，所述静电制动器分别与所述上电介质板、所述下电介质板电性连接。

5、根据权利要求 4 所述的钞票的多光谱识别装置，其特征在于，所述钞票的多光谱识别装置还包括图像分离模块，所述图像分离模块用于从所述 n 个转换图像中分离出 n 个光学变色油墨转换图像；

25 所述鉴别模块用于通过所述 n 个光学变色油墨转换图像识别所述待检

测钞票的真伪。

6、根据权利要求1所述的钞票的多光谱识别装置，其特征在于，所述钞票的多光谱识别装置还包括左光源模块和右光源模块，所述左光源模块、所述右光源模块各分别位于所述钞票的多光谱识别装置的左侧、右侧。

5 7、一种钞票的多光谱识别方法，其特征在于，包括：

S1：获取待检测钞票的反射图像；

S2：对获取的所述反射图像进行 n 个光谱段下的 n 个反射子图像的提取，其中 n 为大于2的自然数；

10 S3：对提取的所述 n 个反射子图像进行光电信号转换，并获取与所述 n 个反射子图像相对应的 n 个转换图像；

S4：通过获取的所述 n 个转换图像识别所述待检测钞票的真伪。

8、根据权利要求7所述的钞票的多光谱识别方法，其特征在于，所述S2具体包括：

获取预置电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n ；

15 根据获取的所述预置电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n 对所述反射图像进行 n 个光谱段下的 n 个反射子图像的提取，所述预置电压信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、... S_n 与所述 n 个光谱段一一对应。

20 9、根据权利要求8所述的钞票的多光谱识别方法，其特征在于，所述S3之后、所述S4之前还包括：对获取的所述 n 个转换图像进行分离，分离出 n 个光学变色油墨转换图像。

10、根据权利要求9所述的钞票的多光谱识别方法，其特征在于，所述S4具体包括：通过所述 n 个光学变色油墨转换图像进行所述待检测钞票的真伪识别。

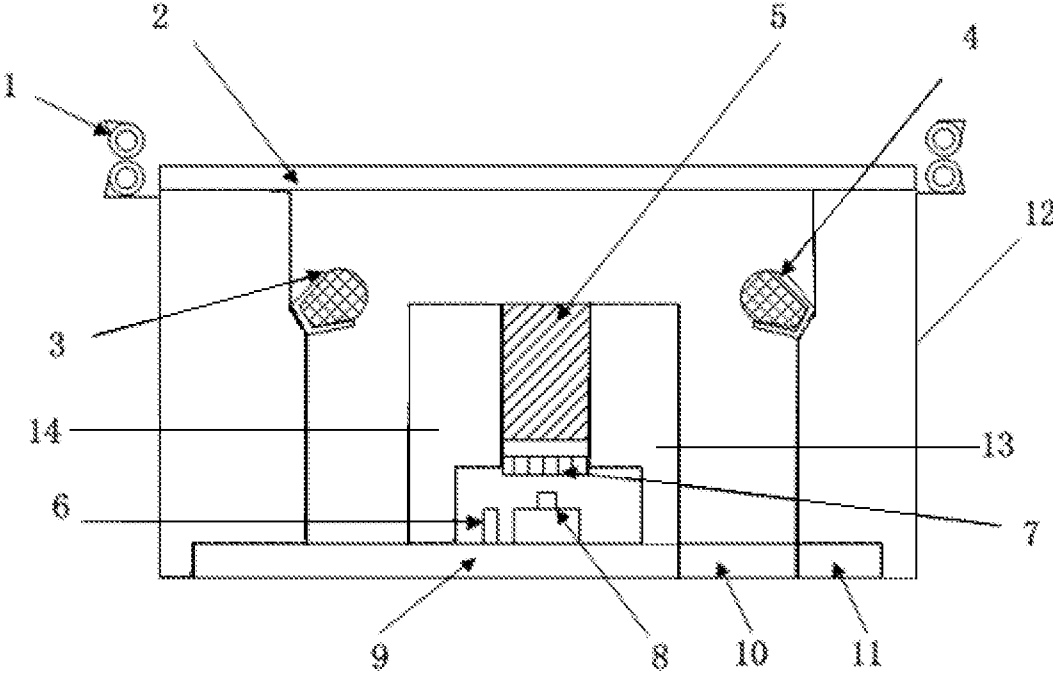


图 1

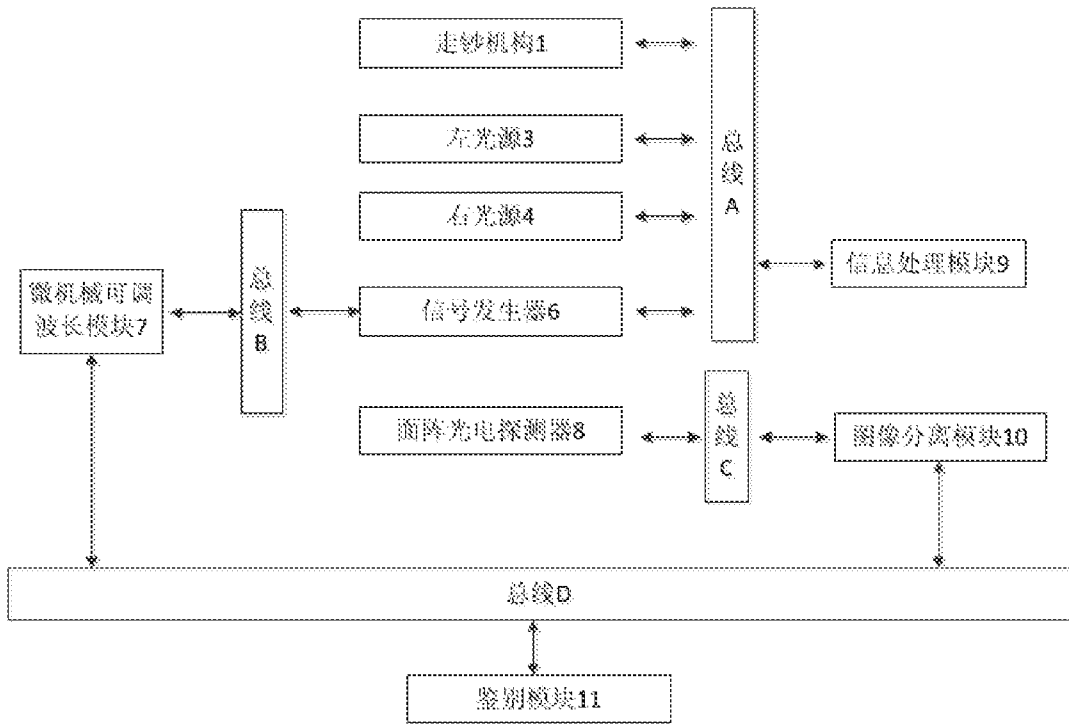


图 2

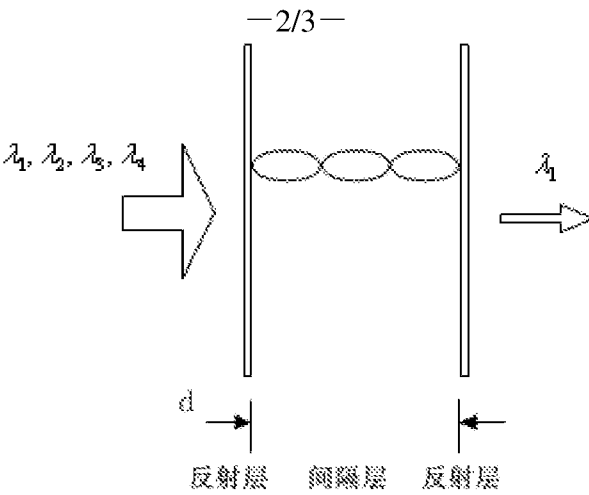


图 3

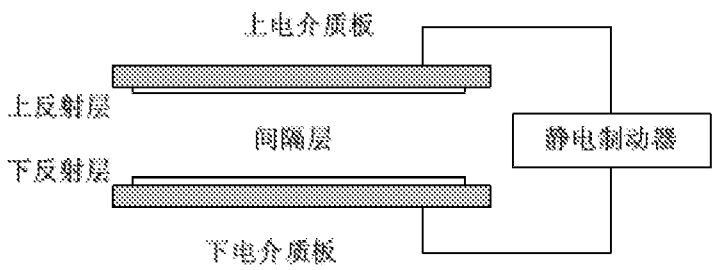


图 4

— 3/3 —

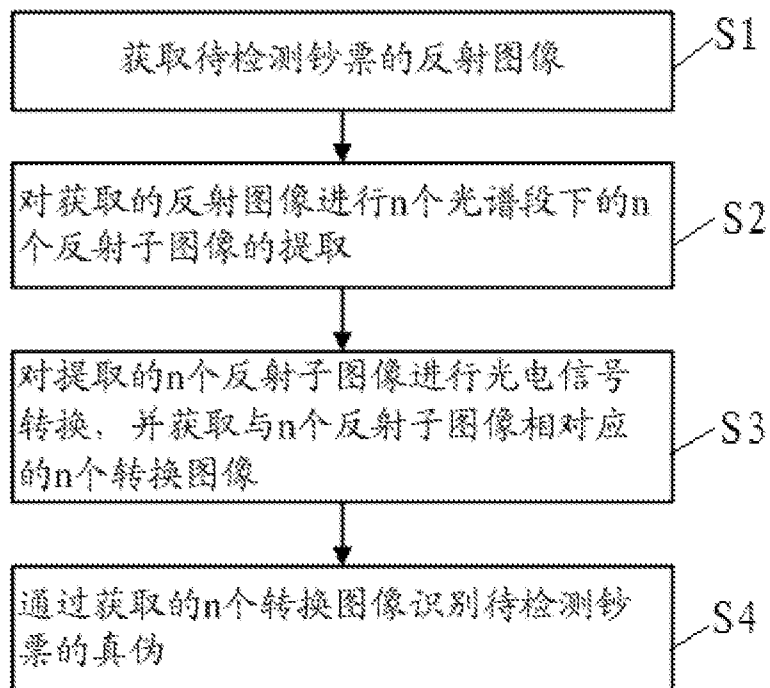


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/083909

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G07D 7/202 (2016.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G07D; G07F; G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI; CNABS; VEN; JPABS; CNTXT: spectrum, true and false, paper sheet, securities, spectral, spectrum, multi, image, pattern, photo, identify, detect, recognize, compare, authenticity, counterfeit, true, false, note, banknote, cash, money, sheet, paper, wavelength, reflect, lens, adjust, interference

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104916036 A (GRG BANKING EQUIPMENT CO., LTD.), 16 September 2015 (16.09.2015), claims 1-10, description, paragraphs 45-118, and figures 1-5	1-10
X	CN 102236931 A (SINODATA CO., LTD.), 09 November 2011 (09.11.2011), description, paragraphs 9-51, and figures 1-2	1-10
A	CN 101308540 A (TZEKWAN TECHNOLOGY (HANGZHOU) CO., LTD.), 19 November 2008 (19.11.2008), the whole document	1-10
A	CN 103903326 A (GUANGZHOU KEER OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.), 02 July 2014 (02.07.2014), the whole document	1-10
A	CN 101083000 A (MEI, INC.), 05 December 2007 (05.12.2007), the whole document	1-10
A	CN 101605199 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION), 16 December 2009 (16.12.2009), the whole document	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 23 August 2016 (23.08.2016)	Date of mailing of the international search report 13 September 2016 (13.09.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer LIU, Honglei Telephone No.: (86-10) 62085793

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/083909

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101290665 A (TZEKWAN TECHNOLOGY (HANGZHOU) CO., LTD.), 22 October 2008 (22.10.2008), the whole document	1-10
A	EP 3018636 A1 (ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI RES COMMITTEE), 11 May 2016 (11.05.2016), the whole document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/083909

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104916036 A	16 September 2015	None	
CN 102236931 A	09 November 2011	None	
CN 101308540 A	19 November 2008	CN 101308540 B	20 April 2011
CN 103903326 A	02 July 2014	CN 103903326 B	06 July 2016
CN 101083000 A	05 December 2007	JP 2007323655 A	13 December 2007
		US 8177046 B2	15 May 2012
		US 7913832 B2	29 March 2011
		JP 5147293 B2	20 February 2013
		US 2011139575 A1	16 June 2011
		BR PI0701941 A	19 February 2008
		CN 101083000 B	19 February 2014
		EP 1868166 A2	19 December 2007
		US 2007278065 A1	06 December 2007
		EP 1868166 A3	26 December 2007
CN 101605199 A	16 December 2009	EP 2134071 A2	16 December 2009
		EP 2134071 A3	14 July 2010
		EP 2365688 A1	14 September 2011
		US 2009310193 A1	17 December 2009
		EP 2365688 B1	29 January 2014
		CN 101605199 B	09 May 2012
		JP 2009301200 A	24 December 2009
		JP 4609531 B2	12 January 2011
		US 8059315 B2	15 November 2011
CN 101290665 A	22 October 2008	CN 101290665 B	02 June 2010
EP 3018636 A1	11 May 2016	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/083909

A. 主题的分类

G07D 7/202 (2016.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

G07D; G07F; G06K

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNKI; CNABS; VEN; JPABS; CNTXT: 光谱, 多, 图案, 图像, 识别, 检测, 对比, 真伪, 钞票, 纸币, 纸页, 纸张, 有价证券, 波长, 反射, 透镜, 调整, 调节, 干涉, spectral, spectrum, multi, image, pattern, photo, identify, detect, recognize, compare, authenticity, counterfeit, true, false, note, banknote, cash, money, sheet, paper, wavelength, reflect, lens, adjust, interference

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 104916036 A (广州广电运通金融电子股份有限公司) 2015年 9月 16日 (2015 - 09 - 16) 权利要求1-10、说明书第45-118段及附图1-5	1-10
X	CN 102236931 A (北京中科金财科技股份有限公司) 2011年 11月 9日 (2011 - 11 - 09) 说明书第9-51段及附图1-2	1-10
A	CN 101308540 A (梓昆科技杭州有限公司) 2008年 11月 19日 (2008 - 11 - 19) 全文	1-10
A	CN 103903326 A (广州科珥光电科技有限公司) 2014年 7月 2日 (2014 - 07 - 02) 全文	1-10
A	CN 101083000 A (MEI公司) 2007年 12月 5日 (2007 - 12 - 05) 全文	1-10
A	CN 101605199 A (三菱电机株式会社) 2009年 12月 16日 (2009 - 12 - 16) 全文	1-10

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2016年 8月 23日

国际检索报告邮寄日期

2016年 9月 13日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10) 62019451

授权官员

刘宏磊

电话号码 (86-10) 62085793

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 101290665 A (梓昆科技杭州有限公司) 2008年 10月 22日 (2008 - 10 - 22) 全文	1-10
A	EP 3018636 A1 (ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI RES COMMITTEE) 2016年 5月 11日 (2016 - 05 - 11) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/083909

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104916036	A	2015年 9月 16日	无			
CN	102236931	A	2011年 11月 9日	无			
CN	101308540	A	2008年 11月 19日	CN	101308540	B	2011年 4月 20日
CN	103903326	A	2014年 7月 2日	CN	103903326	B	2016年 7月 6日
CN	101083000	A	2007年 12月 5日	JP	2007323655	A	2007年 12月 13日
				US	8177046	B2	2012年 5月 15日
				US	7913832	B2	2011年 3月 29日
				JP	5147293	B2	2013年 2月 20日
				US	2011139575	A1	2011年 6月 16日
				BR	PI0701941	A	2008年 2月 19日
				CN	101083000	B	2014年 2月 19日
				EP	1868166	A2	2007年 12月 19日
				US	2007278065	A1	2007年 12月 6日
				EP	1868166	A3	2007年 12月 26日
CN	101605199	A	2009年 12月 16日	EP	2134071	A2	2009年 12月 16日
				EP	2134071	A3	2010年 7月 14日
				EP	2365688	A1	2011年 9月 14日
				US	2009310193	A1	2009年 12月 17日
				EP	2365688	B1	2014年 1月 29日
				CN	101605199	B	2012年 5月 9日
				JP	2009301200	A	2009年 12月 24日
				JP	4609531	B2	2011年 1月 12日
				US	8059315	B2	2011年 11月 15日
CN	101290665	A	2008年 10月 22日	CN	101290665	B	2010年 6月 2日
EP	3018636	A1	2016年 5月 11日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)