

(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
2021 年 7 月 8 日 (08.07.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/134874 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 5/00 (2006.01) *G06K 19/06* (2006.01)
G06N 3/04 (2006.01) *G06K 7/14* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/076819

(22) 国际申请日: 2020 年 2 月 26 日 (26.02.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201911414600.1 2019 年 12 月 31 日 (31.12.2019) CN

(71) 申请人: 深圳大学(SHENZHEN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 陈昌盛(CHEN, Changsheng); 中国广东省深圳市南山区南海大道3688号, Guangdong 518000 (CN)。 陆涵(LU, Han); 中国广东省深圳市南山区南海大道3688号, Guangdong 518000 (CN)。 黄继武(HUANG, Jiwu); 中国广东省深圳市南山区南海大道3688号, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳舍穆专利代理事务所(特殊普通合伙)(SHENZHEN SERMON PATENT FIRM); 中国广东省深圳市宝安区新安街道留芳路6号庭威产业园3栋5楼B2区, Guangdong 518152 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,

(54) **Title:** TRAINING METHOD FOR DEEP RESIDUAL NETWORK FOR REMOVING A MOIRE PATTERN OF TWO-DIMENSIONAL CODE

(54) 发明名称: 二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法

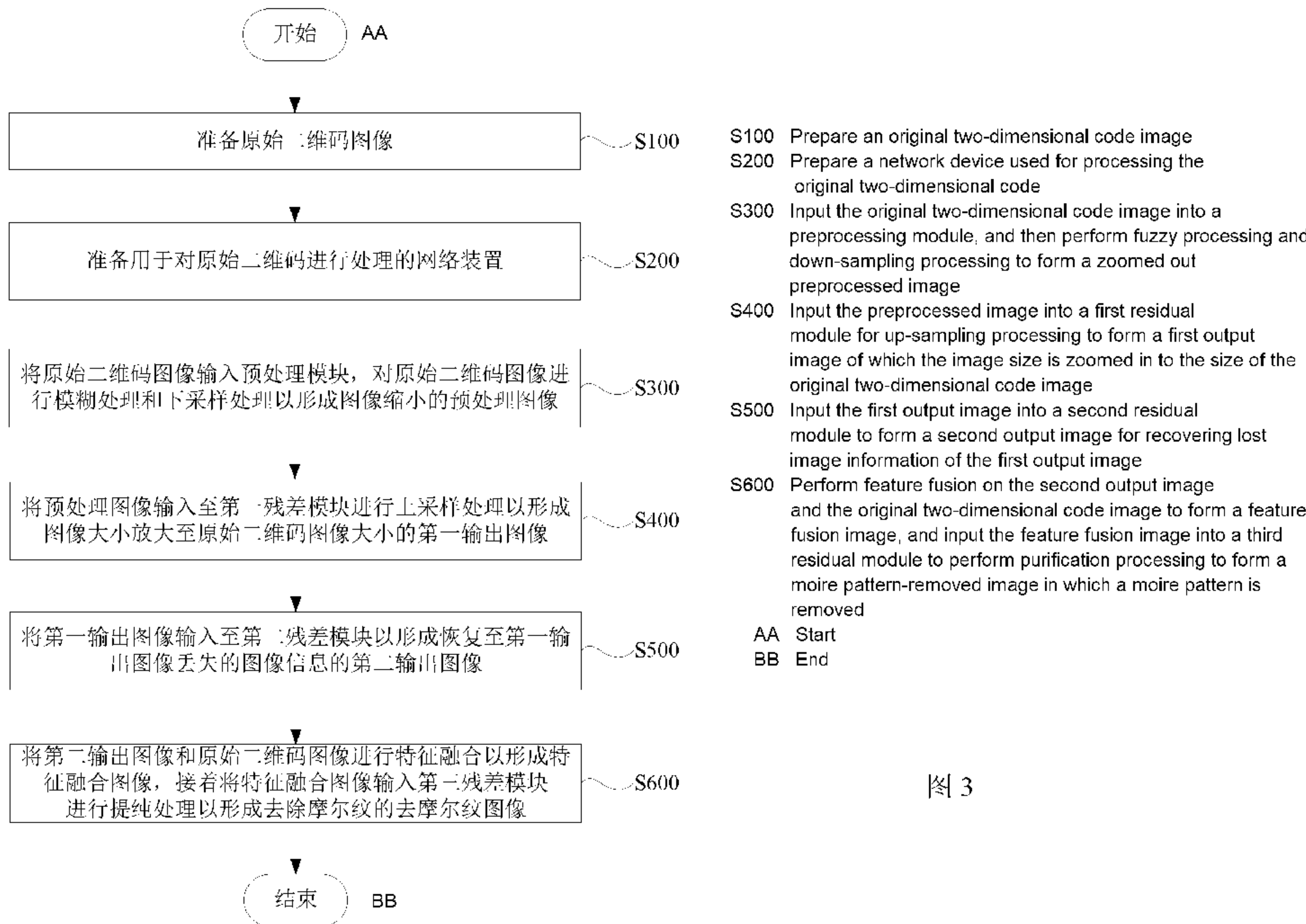


图 3

(57) **Abstract:** A training method for a deep residual network for removing a moire pattern of a two-dimensional code, comprising: preparing an original two-dimensional code image having a moire pattern (S100); inputting the original two-dimensional code image into a preprocessing module, and then performing down-sampling processing to form a zoomed-out preprocessed image (S300); inputting the preprocessed image into a first residual module for up-sampling processing to form a first output image of which the image size is zoomed in to the size of the original two-dimensional code image (S400); inputting the first output image into a second residual

JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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)。

根据细则4. 17的声明：

- 关于发明人身份(细则4. 17(i))
- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4. 17(ii))
- 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则4. 17(iii))
- 发明人资格(细则4. 17(iv))

本国际公布：

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

module to form a second output image for recovering lost image information of the first output image (S500); and performing feature fusion on the second output image and the original two-dimensional code image to form a feature fusion image, and inputting the feature fusion image into a third residual module to perform purification processing to form a moire pattern-removed image in which a moire pattern is removed (S600). Therefore, the moire pattern in an original two-dimensional code image can be removed more effectively.

(57) 摘要：一种二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法，其包括：准备带有摩尔纹的原始二维码图像(S100)；将原始二维码图像输入预处理模块，接着进行下采样处理以形成图像缩小的预处理图像(S300)；接着将预处理图像输入至第一残差模块进行上采样处理以形成图像大小放大至原始二维码图像大小的第一输出图像(S400)；接着将第一输出图像输入至第二残差模块以形成恢复第一输出图像丢失的图像信息的第二输出图像(S500)；并且接着将第二输出图像和原始二维码图像进行特征融合以形成特征融合图像，接着将特征融合图像输入第三残差模块进行提纯处理以形成去除摩尔纹的去摩尔纹图像(S600)。由此，能够更有效的去除原始二维码图像中的摩尔纹。

二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法

技术领域

5 本公开大体涉及一种二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法。

背景技术

10 目前，去除图像中的摩尔纹常用到三种方法，采用多相分量的层分解技术（LDPC），来针对相机拍摄所得图像去摩尔纹；采用小波域滤波的方法对扫描图像去摩尔纹；采用图像还原方法实现去摩尔纹。

 上述三种方法，都可以不同程度实现去除图像中的摩尔纹，但同时也存在以下三方面的局限性：

15 （1）降低了去摩尔纹技术在通用性上的优势。采用多相分量的层分解技可实现相机拍摄图像上摩尔纹的去除。但实际上这项技术只能去除少量的摩尔纹干扰，不能对存在大规模摩尔纹干扰的图像中发挥明显作用，尤其不能对摩尔纹彩色带起作用，且最终会平滑图像细节。采用小波域滤波可对扫描图像去摩尔纹，但针对的摩尔纹必须是网状结构的。采用传统的图像还原方法或者对 DnCNN（去噪卷积神经网络）进行改进实现去摩尔纹，由于这些模型并非专门针对去摩尔纹问题进行设计，只能实现次优的性能。实际上的摩尔纹是各向异性且随机变化的，上述技术只能针对特定的摩尔纹式样解决去摩尔纹问题，存在一定的局限性。

20 （2）无法彻底避免对原图像造成的影响。采用多相分量的层分解技术解决去摩尔纹问题，去除效果不明显且会平滑原图像的细节，即恢复出来的图像存在一定的失真。采用图像还原方法例如参考去噪的自适应编码器进行去摩尔纹，在去除高频带范围的摩尔纹的同时，也会去除原图像的高频成分。由于图像丢失高频信息，也会存在一定的模糊。上述技术均无法彻底避免在去摩尔纹的同时不对原图像内容造成影响。

30 （3）增加了使用复杂度。由于摩尔纹是各向异性，且非均匀的。

对于一副摩尔纹多样的图像，我们得通过多种现有技术的结合，使它们分别针对不同的摩尔纹式样发挥作用。这种做法增加了去摩尔纹问题的复杂度，需要多个步骤才能实现去摩尔纹，且无法实现较好的去除效果。

5

发明内容

本发明有鉴于上述现有的状况，其目的在于提供一种能够有效去除二维码中摩尔纹的深度残差网络的训练方法。

为此，本公开提供一种二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法，其包括：准备带有摩尔纹的原始二维码图像；准备用于对所述原始二维码进行处理的网络装置，所述网络装置包括预处理模块、第一残差模块、第二残差模块以及第三残差模块；将所述原始二维码图像输入所述预处理模块，对所述原始二维码图像进行模糊处理以增加仿真二维码图像中二维码区域的像素，接着进行下采样处理以形成图像缩小的预处理图像；接着将所述预处理图像输入至所述第一残差模块进行上采样处理以形成图像大小放大至所述原始二维码图像大小的第一输出图像；接着将所述第一输出图像输入至所述第二残差模块以形成恢复所述第一输出图像丢失的图像信息的第二输出图像；并且接着将所述第二输出图像和所述原始二维码图像进行特征融合以形成特征融合图像，接着将所述特征融合图像输入所述第三残差模块进行提纯处理以形成去除摩尔纹的去摩尔纹图像。

在本公开中，通过深度残差网络中的第一残差模块、第二残差模块和第三残差模块对预处理图像进行处理，能够方便且有效的去除原始二维码图像中的摩尔纹。

另外，在本公开所涉及的二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法中，可选地，所述第一残差模块包括依次连接的卷积核大小为 3×3 且具有 64 个特征映射的第一卷积层、第一 ReLU 激活层、串联的 16 个残差块、卷积核大小为 3×3 且具有 64 个特征映射的第二卷积层、批归一化层、卷积核大小为 3×3 且具有 256 个特征映射的第三卷积层、卷积核大小为 1×1 且具有 3 个特征映射的第四卷积层以及 tanh 激活层。由此，能够更有效地去除预处理图像中的摩尔纹。

另外，在本公开所涉及的二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法中，可选地，所述第二残差模块包括依次连接的 10 层由卷积核大小为 5×5 且具有 64 个特征映射的卷积层和第二 ReLU 激活层串联成的第一组合层以及 10 层由卷积核大小为 3×3 且具有 64 个特征映射的卷积层和第三 ReLU 激活层串联成的第二组合层。由此，能够回复第一输出图像丢失的图像信息。

另外，在本公开所涉及的二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法中，可选地，所述第三残差模块包括依次连接的卷积核大小为 3×3 且具有 128 个特征映射的第五卷积层、第四 ReLU 激活层、卷积核大小为 3×3 且具有 3 个特征映射的第六卷积层。由此，能够有效的去除第二输出图像中的摩尔纹。

另外，在本公开所涉及的二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法中，可选地，所述原始二维码图像为合成的仿真二维码图像。由此，能够更方便地生成原始二维码图像。

另外，在本公开所涉及的二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法中，可选地，所述仿真二维码图像的形成包括如下步骤：对输入图像重新采样以生成一个由 RGB 像素组成的嵌合体，并显示在显示器上；随机作投影变换来模拟所述显示器和相机之间不同的相对位置和方向；使用放射失真函数来模拟所述相机的镜头的失真；采用平顶高斯滤波器来模拟抗混叠滤波；对所述输入图像重新采样以模拟所述相机传感器的输入；在所述输入图像上增加高斯噪声来模拟传感器噪声；去马赛克处理；采用去噪滤波器进行去噪处理；压缩所述输入图像；以及输出解压缩图像以形成所述仿真二维码图像。由此，能够更方便的生成仿真二维码图像。

另外，在本公开所涉及的二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法中，可选地，与所述输入图像相对应的所述显示器上的二维码图像使用相同的所述投影变换和所述镜头失真函数进行处理。由此，能够方便得到与输入图像一一对应的显示器上的二维码图像。

另外，在本公开所涉及的二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法中，可选地，采用均方差函数 $L_1 = \frac{1}{MN} \|H(G(I)) - J\|^2$ 作为损失函数训

练所述深度残差网络，其中 M 和 N 是所述仿真二维码图像的高和宽， $H(G(I))$ 是深度残差网络输出的二维码图像， J 是与所述仿真二维码图像相对应的显示器上的二维码图像，且保存训练的损失最小时的所述深度残差网络的模型和参数。由此，能够有效的训练该深度残差网络。

5 另外，在本公开所涉及的二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法中，可选地，还包括带有摩尔纹的真实二维码图像，基于训练的损失最小时的所述深度残差网络的模型和参数，并利用所述真实二维码图像对所述深度残差网络进行迁移学习操作。由此，能够更有效地训练该深度残差网络。

10 另外，在本公开所涉及的二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法中，可选地，对所述真实二维码图像进行角度变换，得到与所述真实二维码图像一一对应的显示器上的二维码图像。由此，能够得到与真实二维码图像一一对应的显示器上的二维码图像。

15 在本公开中，通过深度残差网络中的第一残差模块、第二残差模块和第三残差模块对预处理图像进行处理，能够方便且有效的去除原始二维码图像中的摩尔纹。

附图说明

20 现在将仅通过参考附图的例子进一步详细地解释本公开的实施例，其中：

图 1 是示出了本实施方式所涉及的深度残差网络的模块示意图。

图 2 是示出了本实施方式所涉及的深度残差网络的具体结构示意图。

25 图 3 是示出了本实施方式所涉及的二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法的流程示意图。

图 4 (a) 是示出了本实施方式所涉及的合成的仿真二维码图像的示意图，图 4 (b) 是示出了本实施方式所涉及的关于图 4 (a) 去摩尔纹图像。

30 图 5 (a) 是示出了本实施方式所涉及的拍摄图像的示意图，图 5 (b) 是示出了本实施方式所涉及的重建图像的示意图，图 5 (c) 是示出了本实施方式所涉及的关于图 5 (a) 的去摩尔纹图像。

符号说明：

网络装置…1，预处理模块…10，第一残差模块…20，第二残差模块…30，第一组合层…31，第二组合层…32，第三残差模块…40。

5 具体实施方式

以下，参考附图，详细地说明本公开的优选实施方式。在下面的说明中，对于相同的部件赋予相同的符号，省略重复的说明。另外，附图只是示意性的图，部件相互之间的尺寸的比例或者部件的形状等可以与实际的不同。

10 图 1 是示出了本实施方式所涉及的网络装置 1 的模块示意图。图 2 是示出了本实施方式所涉及的网络装置 1 的具体结构示意图。图 3 是示出了本实施方式所涉及的基于网络装置 1 的二维码去摩尔纹的训练方法的流程示意图。

15 采用数字相机或智能手机等对光电显示器（或显示屏）进行拍摄可方便我们记录和传输数据，然而，由于相机传感器和显示器设备之间的像素格子不能完全匹配，拍摄所得的图像往往存在摩尔纹样式的图样干扰。现有的去摩尔纹技术大都针对自然图像进行处理，且效果不是特别理想。基于图像二维码构建显示-拍摄通信信道是一个热点问题，然而摩尔纹失真严重阻碍了该类通信系统的有效性。经调研发现
20 目前尚未有针对二维码提出的去摩尔纹技术。

针对上述问题，本公开设计了一个基于网络装置 1 的二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法。参照图 1 至图 3，本公开的网络装置 1 可以包括预处理模块 10、第一残差模块 20、第二残差模块 30 以及第三残差模块 40，预处理模块 10、第一残差模块 20、第二残差模块 30
25 以及第三残差模块 40 依次串联。

本公开二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法包括如下步骤：
准备带有摩尔纹的原始二维码图像 I（步骤 S100）；准备用于对原始二
维码进行处理的网络装置，该网络装置包括预处理模块、第一残差模
块、第二残差模块以及第三残差模块（步骤 S200）；将原始二维码图像
30 I 输入预处理模块 10，对原始二维码图像 I 进行模糊处理以增加仿真二
维码图像中二维码区域的像素，接着进行下采样处理以形成图像缩小

的预处理图像 I' (步骤 S300); 接着将预处理图像 I' 输入至第一残差模块 20 进行上采样处理以形成图像大小放大至原始二维码图像 I 大小的第一输出图像 (步骤 S400); 接着将第一输出图像输入至第二残差模块 30 以形成恢复第一输出图像丢失的图像信息的第二输出图像 (步骤 S500); 并且接着将第二输出图像和原始二维码图像 I 进行特征融合以形成特征融合图像, 接着将特征融合图像输入第三残差模块 40 进行提纯处理以形成去除摩尔纹的去摩尔纹图像 (步骤 S600)。

在本公开中, 通过网络装置 1 中的第一残差模块 20、第二残差模块 30 和第三残差模块 40 对预处理图像 I' 进行处理, 能够方便且有效的去除原始二维码图像 I 中的摩尔纹。

在一些示例中, 第一输出图像丢失的图像信息例如可以是像素点的缺失、像素点坐标的丢失等。

在一些示例中, 第一残差模块 20 可以包括依次连接的卷积核大小为 3×3 且具有 64 个特征映射的第一卷积层、第一 ReLU (修正线性单元) 激活层、串联的 16 个残差块、卷积核大小为 3×3 且具有 64 个特征映射的第二卷积层、批归一化层 (Batch Norm)、卷积核大小为 3×3 且具有 256 个特征映射的第三卷积层、卷积核大小为 1×1 且具有 3 个特征映射的第四卷积层以及 tanh (双曲正切) 激活层。在这种情况下, 可以利用第一残差模块 20 去除预处理图像 I' 中与预处理图像 I' 差异明显的摩尔纹, 例如一些彩色的带状摩尔纹。当然, 第一残差模块 20 中的卷积核的大小和特征映射的个数并不固定, 可以根据训练的网络装置 1 的不同进行调整, 此处不做限制。

在一些示例中, 第二残差模块 30 可以包括依次连接的 10 层由卷积核大小为 5×5 且具有 64 个特征映射的卷积层和第二 ReLU 激活层串联成的第一组合层 31 以及 10 层由卷积核大小为 3×3 且具有 64 个特征映射的卷积层和第三 ReLU 激活层串联成的第二组合层 32。也即, 10 层第一组合层 31 的每层都可以由一层大小为 5×5 且具有 64 个特征映射的卷积层和一层第二 ReLU 激活层串联而成, 然后再将 10 层中的每一层串联起来形成第一组合层 31; 同样的, 10 层第二组合层 32 的每层都可以由一层大小为 3×3 且具有 64 个特征映射的卷积层和一层第三 ReLU 激活层串联而成, 然后再将 10 层中的每一层串联起来形成

第二组合层 32。在这种情况下，可以利用第二残差模块 30 来恢复第一输出图像丢失的细节信息。当然，第一组合层 31 和第二组合层 32 中卷积核的大小和特征映射的个数并不固定，可以根据训练的网络装置 1 的不同进行调整，此处不做限制。

5 在一些示例中，第三残差模块 40 可以包括依次连接的卷积核大小为 3×3 且具有 128 个特征映射的第五卷积层、第四 ReLU 激活层、卷积核大小为 3×3 且具有 3 个特征映射的第六卷积层。由此，能够有效的去除第二输出图像中的摩尔纹。输入第三残差模块 40 的为第二输出图像和原始二维码图像 I，也即将第二输出图像和原始二维码图像 I 进行特征融合并输入第三残差模块 40。在这种情况下，可以使用两个卷积层对第二输出图像和原始二维码图像 I 进行提纯处理，以进一步去除一些比较规律以及和原始二维码图像 I 不易分离的摩尔纹，以得到最终的去除摩尔纹的去摩尔纹图像。

10 图 4 (a) 是示出了本实施方式所涉及的合成的仿真二维码图像的示意图，图 4 (b) 是示出了本实施方式所涉及的关于图 (a) 去摩尔纹图像。

参照图 4 (a) 和图 4 (b)，在一些示例中，原始二维码图像 I 为合成的仿真二维码图像。由此，能够更方便地生成原始二维码图像 I。

可以理解的是，为了使本公开网络装置 1 更加精确地识别真实环境中的摩尔纹，理想情况下我们只能使用真实拍摄的图像和与之相对应的显示器上的图像构成的图像对来训练该网络装置 1。然而获取在空间位置上完全匹配的图像对是比较困难的，网络很容易将不匹配的边缘错误识别成摩尔纹，而且真实拍摄的图像存在许多共同的问题：镜头失真、相机抖动等，这些都会严重影响到图像对的对齐。考虑到使用真实图像构建高质量的大型图像集的难度，我们采用带有真实摩尔纹的仿真二维码图像来训练网络。为了更加准确地模拟摩尔纹生成过程，我们严格执行从图像显示在 LCD 显示器上到使用相机拍摄图像再到相机内部的数字处理整个流程。

25 在一些实例中，仿真二维码图像的形成包括如下步骤：对输入图像重新采样以生成一个由 RGB 像素组成的嵌合体，并显示在显示器上；随机作投影变换来模拟显示器和相机之间不同的相对位置和方向；使

用放射失真函数来模拟相机的镜头的失真；采用平顶高斯滤波器来模拟抗混叠滤波；对输入图像重新采样以模拟相机传感器的输入；在输入图像上增加高斯噪声来模拟传感器噪声；去马赛克处理；采用去噪滤波器进行去噪处理；压缩输入图像；以及输出解压缩图像以形成仿真二维码图像。由此，能够更方便的生成仿真二维码图像。

在一些示例中，可以采用 bayer CFA 对输入图像重新采样以模拟相机传感器的输入。

另外，在一些示例中，可以采用 JPEG、TIFF、RAW 等格式压缩输入图像。

在一些示例中，与输入图像相对应的显示器上的二维码图像可以使用相同的投影变换和镜头失真函数进行处理。由于需要仿真二维码图像与显示器上的二维码图像一一对应的构成图像对来训练该网络装置 1，因此可以使用相同的投影变换和镜头失真函数对显示器上的二维码图像进行处理。

在一些示例中，可以采用均方差函数 $L_1 = \frac{1}{MN} \|H(G(I')) - J\|^2$ 作为损失函数训练网络装置 1，其中 M 和 N 是仿真二维码图像的高和宽， $H(G(I'))$ 是网络装置 1 输出的二维码图像，J 是与仿真二维码图像相对应的显示器上的二维码图像，且保存训练的损失（loss）最小时的网络装置 1 的模型和参数。由此，能够有效的训练该网络装置 1。

在一些示例中，损失函数也可以用损失函数也可以用交叉熵损失函数、指数损失函数、Hinge 损失函数（SVM）来实现，在具体应用中可以根据实际情况进行选择，此处不做限制。

在本实施方式中，如上所述，可以将仿真二维码图像作为原始图像 I 输入该网络装置 1 进行训练，以得到相应的去摩尔纹图像（如图 4（b）所示）。由此，能够减小使用大量数据的真实二维码图像带来的难度。

图 5（a）是示出了本实施方式所涉及的拍摄图像的示意图，图 5（b）是示出了本实施方式所涉及的重建图像的示意图，图 5（c）是示出了本实施方式所涉及的关于图 5（a）的去摩尔纹图像。

在一些示例中，为了实现二维码的去摩尔纹，本公开提出的网络装置 1 模型可以分成两个阶段进行：(a) 采用大量仿真生成的带合成摩尔纹的仿真二维码图像对网络进行预训练（参照如上对仿真二维码图像的训练），使网络可以针对二维码发挥去摩尔纹的性能。(b) 考虑真实环境中摩尔纹的特性，训练中可以采用相对少量的真实拍摄的带摩尔纹的真实二维码图像基于网络装置 1 进行迁移学习（Fine-tune），使网络针对真实图像上的摩尔纹有更加理想的去除效果。经过两个阶段训练的网络装置 1，可以对带摩尔纹的真实拍摄的二维码图像实现良好的去摩尔纹性能。

因此，在一些示例中，本公开还可以包括带有摩尔纹的真实二维码图像，基于训练的损失最小时的网络装置 1 的模型和参数，并利用真实二维码图像对网络装置 1 进行迁移学习操作。由此，能够更有效地训练该网络装置 1。

以下详述迁移学习操作。

使用仿真二维码图像对网络进行预训练后，网络具有去除摩尔纹的功能，但仿真二维码图像并不能完全模拟出真实环境中的情况，所以需要利用真实拍摄的真实二维码图像对网络进行微调，使网络能够发挥实际效果，同时增强网络的鲁棒性。对预训练过程中损失最小时的模型和参数进行保存，在此基础上，利用真实拍摄带摩尔纹的真实二维码图像对网络进行迁移学习操作。

由于该网络装置 1 是有监督学习的方式，网络的输入输出图像应当除了有无摩尔纹之外无其他差别，但真实拍摄的真实二维码图像很难找到与之匹配的标签，所以可以利用二维码中固定的模块：定位图样、校准图样和探测图样对拍摄的二维码图像进行角度变换，使之可以与显示器上的二维码图像一一对应。经过角度变换后的重建图像（如图 5（b）所示）作为迁移学习阶段的网络输入，而与之相对应的屏幕上的二维码图像作为网络输出。迁移学习过程仍然使用均方误差（MSE）函数作为损失函数，网络经过真实数据（真实二维码图像）的迁移学习操作，可以对真实拍摄环境中的摩尔纹有更加理想的去除效果。

在一些示例中，在具体的训练参数设置为 batchsize 可以为 4，迭代次数可以为 12×10^5 次，学习率可以为 10^{-5} ，优化器可以为 Adam。

在预训练阶段，可以利用 MATLAB 对展示在显示器上 600 张不同的二维码进行摩尔纹仿真处理以生成 60000 张 512×512 带有摩尔纹的仿真二维码图像，其中可以将 50000 张用于训练，10000 张用于测试。

5 在一些示例中，可以利用深度学习框架 tensorflow 来实现网络装置 1。本公开的训练和测试环境可以为搭载 NVIDIA Tesla P100 GPU 和 Intel Xeon E5-2695 v4 CPU 的服务器。

10 在一些示例中，可以使用 Dell U2414H 显示器显示不同的二维码图像，并可以采用三台智能手机（苹果 iPhone 8plus、小米 MI 8、魅族 m1 metal 等）对二维码图像进行拍摄。

15 参照图 5（a），在一些示例中，在迁移学习阶段，可以采集 10000 张真实的带摩尔纹的真实二维码图像对网络装置 1 进行迁移学习操作，使网络可以发挥更好的去摩尔纹的效果。可以从手机的版本 2 到版本 6 每个版本各采集 2000 张，利用手机从不同角度，不同距离对屏幕上同一张二维码图像拍摄 20 次。接着可以对拍摄的 10000 张真实二维码图像进行重建，根据二维码中固定的模块：定位图样，校准图样和三个探测图样进行角度变换，得到与屏幕上显示的二维码图像一一对应的重建图像，如图 5（b）所示。

20 另外，再次参照图 1，可以将手机等设备拍摄的真实二维码图像作为输入，并经过透视变换、角度变换等操作进行图像的重建得到重建图像，以作为该网络装置 1 的输入进行迁移学习。在这种情况下，可以使该训练好的网络装置 1 对真实环境中拍摄好的二维码图像有更加理想的去除效果。

25 虽然以上结合附图和实施例对本公开进行了具体说明，但是可以理解，上述说明不以任何形式限制本公开。本领域技术人员在不偏离本公开的实质精神和范围的情况下可以根据需要对本公开进行变形和变化，这些变形和变化均落入本公开的范围。

权 利 要 求 书

1.一种二维码去摩尔纹的深度残差网络的训练方法，其特征在于，
包括：

准备带有摩尔纹的原始二维码图像；

5 准备用于对所述原始二维码进行处理的网络装置，所述网络装置包括预处理模块、第一残差模块、第二残差模块以及第三残差模块；

 将所述原始二维码图像输入所述预处理模块，对所述原始二维码图像进行模糊处理以增加仿真二维码图像中二维码区域的像素，接着进行下采样处理以形成图像缩小的预处理图像；

10 将所述预处理图像输入至所述第一残差模块进行上采样处理以形成图像大小放大至所述原始二维码图像大小的第一输出图像；

 将所述第一输出图像输入至所述第二残差模块以形成恢复所述第一输出图像丢失的图像信息的第二输出图像；并且

15 将所述第二输出图像和所述原始二维码图像进行特征融合以形成特征融合图像，接着将所述特征融合图像输入所述第三残差模块进行提纯处理以形成去除摩尔纹的去摩尔纹图像。

2.如权利要求 1 所述的训练方法，其特征在于，

20 所述第一残差模块包括依次连接的卷积核大小为 3×3 且具有 64 个特征映射的第一卷积层、第一 ReLU 激活层、串联的 16 个残差块、卷积核大小为 3×3 且具有 64 个特征映射的第二卷积层、批归一化层、卷积核大小为 3×3 且具有 256 个特征映射的第三卷积层、卷积核大小为 1×1 且具有 3 个特征映射的第四卷积层以及 tanh 激活层。

25 3.如权利要求 1 所述的训练方法，其特征在于，

 所述第二残差模块包括依次连接的 10 层由卷积核大小为 5×5 且具有 64 个特征映射的卷积层和第二 ReLU 激活层串联成的第一组合层以及 10 层由卷积核大小为 3×3 且具有 64 个特征映射的卷积层和第三 ReLU 激活层串联成的第二组合层。

30

4.如权利要求 1 所述的训练方法，其特征在于，

所述第三残差模块包括依次连接的卷积核大小为 3×3 且具有 128 个特征映射的第五卷积层、第四 ReLU 激活层、卷积核大小为 3×3 且具有 3 个特征映射的第六卷积层。

5

5.如权利要求 1 所述的训练方法，其特征在于，

所述原始二维码图像为合成的仿真二维码图像。

6.如权利要求 5 所述的训练方法，其特征在于，

10

所述仿真二维码图像的形成包括如下步骤：

对输入图像重新采样以生成一个由 RGB 像素组成的嵌合体，并显示在显示器上；

随机作投影变换来模拟所述显示器和相机之间不同的相对位置和方向；

使用放射失真函数来模拟所述相机的镜头的失真；

15

采用平顶高斯滤波器来模拟抗混叠滤波；

对所述输入图像重新采样以模拟所述相机传感器的输入；

在所述输入图像上增加高斯噪声来模拟传感器噪声；

去马赛克处理；

采用去噪滤波器进行去噪处理；

20

压缩所述输入图像；以及

输出解压缩图像以形成所述仿真二维码图像。

7.如权利要求 6 所述的训练方法，其特征在于，

与所述输入图像相对应的所述显示器上的二维码图像使用相同的所述投影变换和所述镜头失真函数进行处理。

8.如权利要求 1 所述的训练方法，其特征在于，

采用均方差函数 $L_1 = \frac{1}{MN} \|H(G(I)) - J\|^2$ 作为损失函数训练所述深度残差网络，

其中 M 和 N 是所述仿真二维码图像的高和宽， $H(G(I))$ 是深度残差网络输出的二维码图像，J 是与所述仿真二维码图像相对应的显示器上的二维码图像，且保存训练的损失最小时的所述深度残差网络的模型和参数。

9.如权利要求 8 所述的训练方法，其特征在于，

还包括带有摩尔纹的真实二维码图像，基于训练的损失最小时的所述深度残差网络的模型和参数，并利用所述真实二维码图像对所述深度残差网络进行迁移学习操作。

10.如权利要求 8 所述的训练方法，其特征在于，

对所述真实二维码图像进行角度变换，得到与所述真实二维码图像一一对应的显示器上的二维码图像。

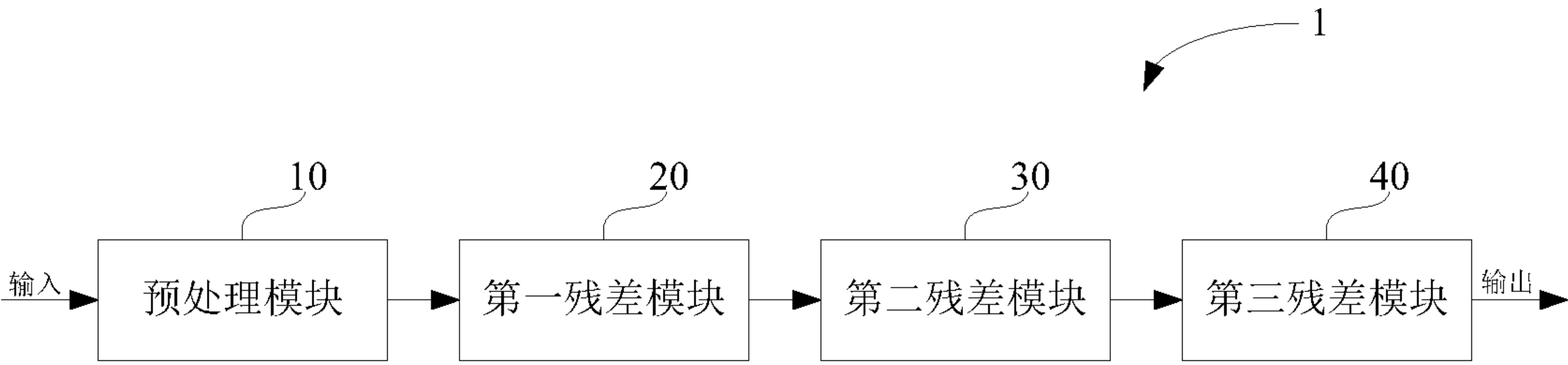


图 1

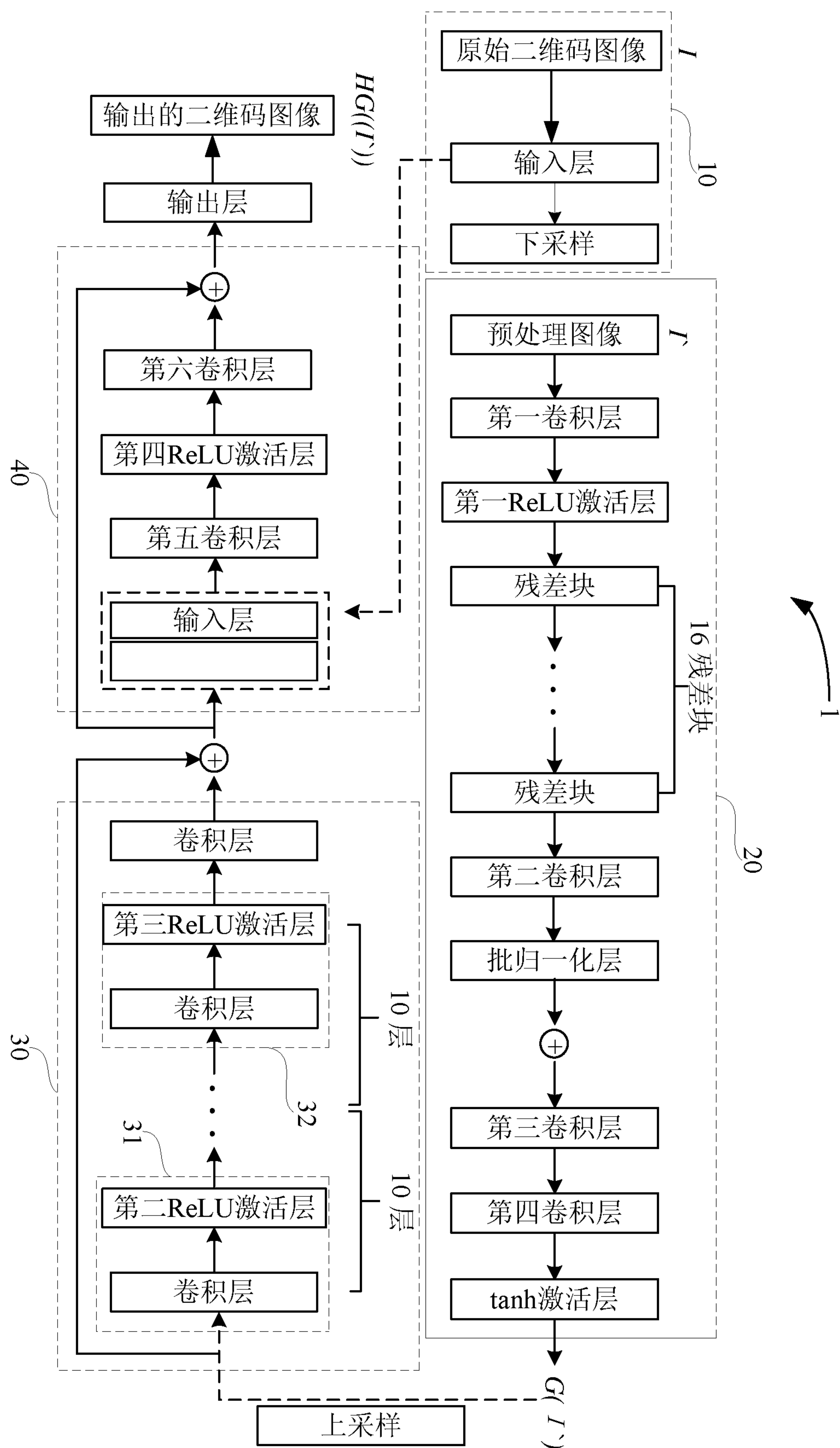


图 2

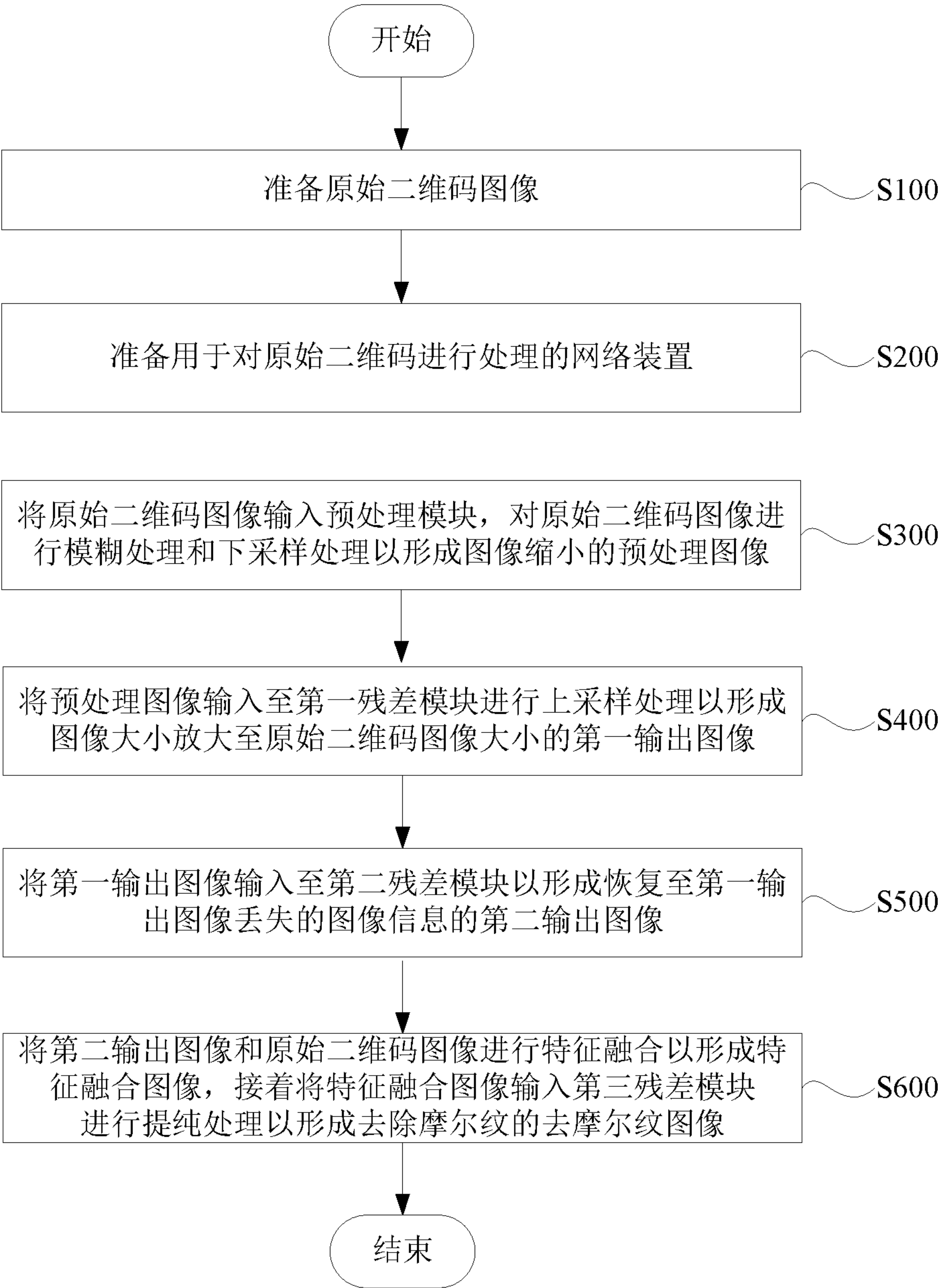


图 3

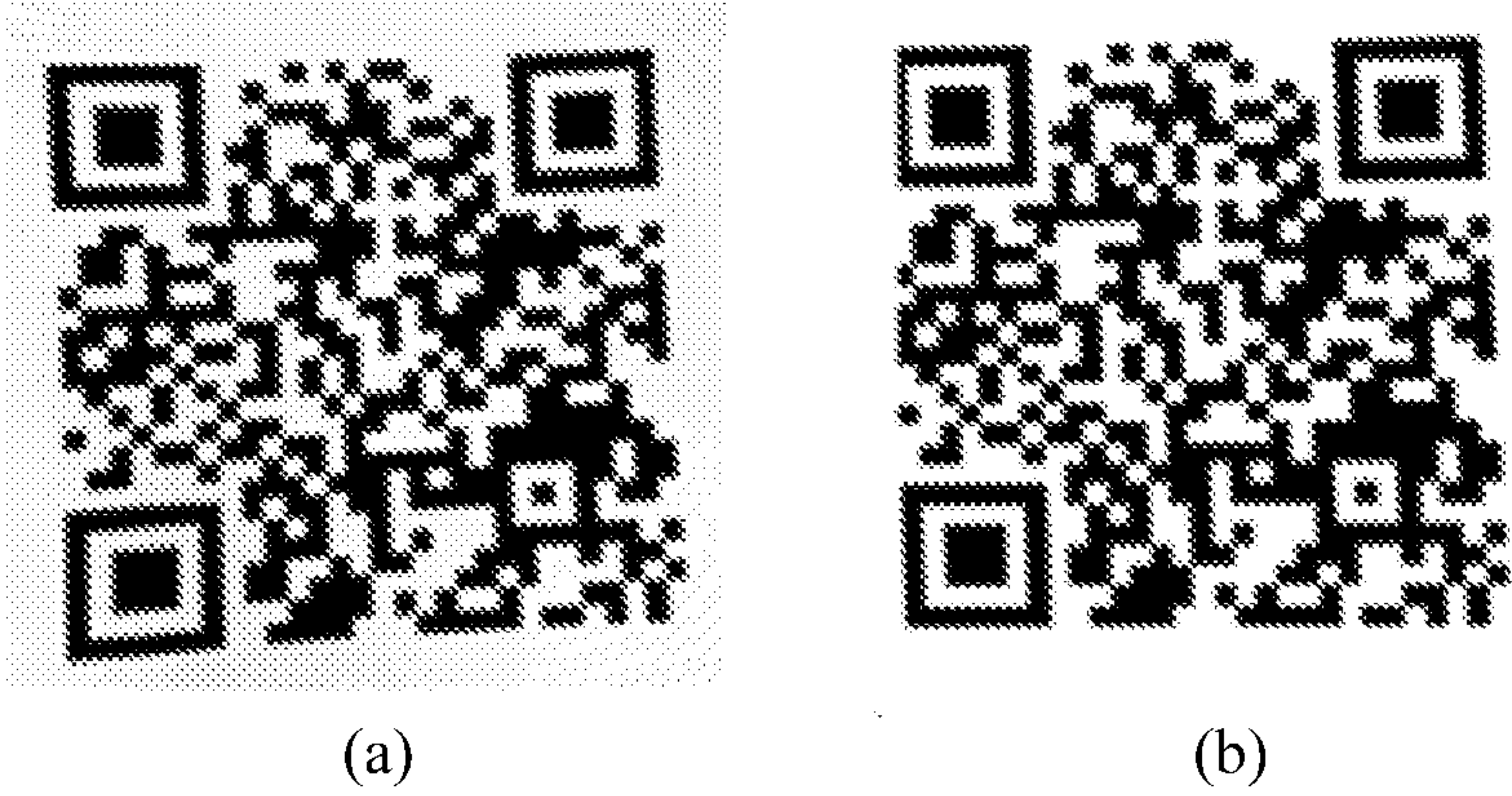


图 4

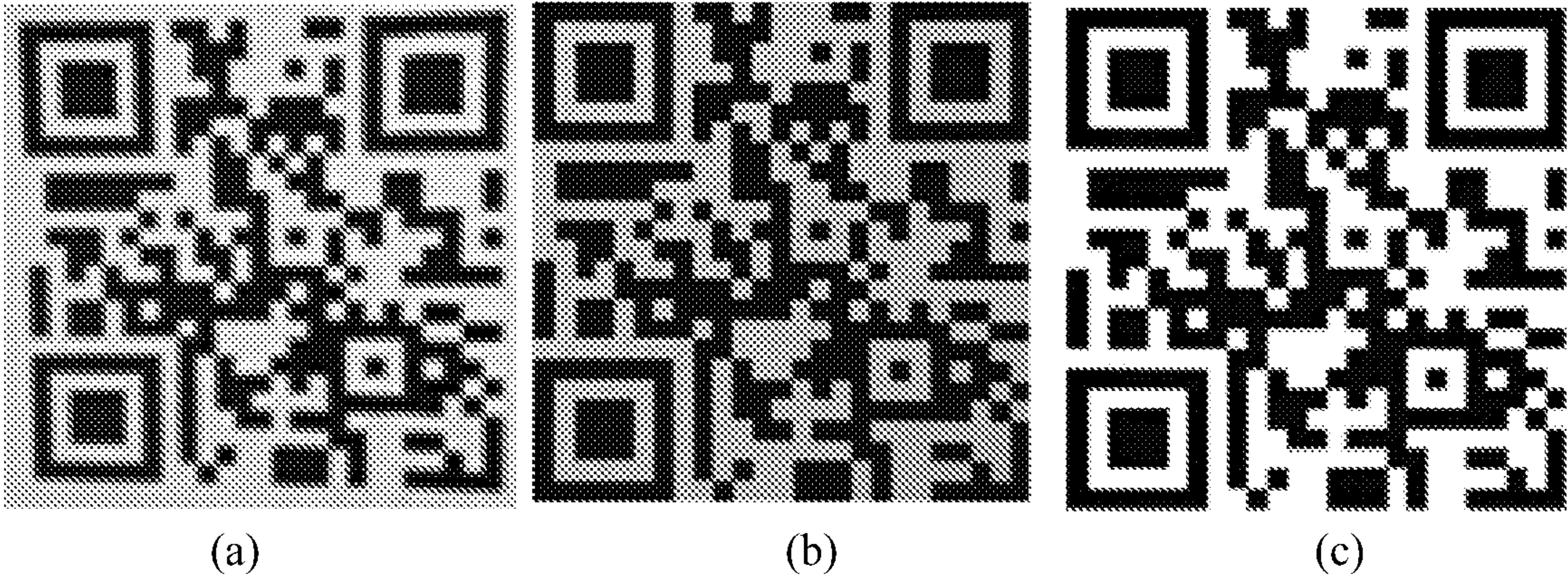


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/076819

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 5/00(2006.01)i; G06N 3/04(2006.01)i; G06K 19/06(2006.01)i; G06K 7/14(2006.01)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)

G06T5;G06N3;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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 摩尔纹, 摩尔条纹, 莫尔纹, 莫尔条纹, 干涉条纹, 干涉纹, 衍射纹, 衍射条纹, 横纹, 波纹, 二维码, 条形码, 条码, 点阵图, 图形码, 识别码, 二维条码, 支付码, 收款码, 残差, 网络, 卷积, 上采样, 下采样, 去噪, 除噪, 融合, 投影, 高斯, 抗混叠, 模拟, 马赛克, 压缩, 仿真, 分辨率, 放大, 缩小, 损失函数, 均方差, moire, interference fringe, diffraction fringe, striation, ripple, two-dimensional code, identification code, two-dimensional bar code, pay code, residual, convolution, upsampling, downsampling, denoising, fusing, projection, gaussian, anti-aliasing, simulation, mosaic, compression, simulation, resolution, magnification, reduction, relu, deep residual network, image

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 110287969 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 27 September 2019 (2019-09-27) description, paragraphs [0003]-[0047]	1-5, 8-10
A	CN 109345449 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 15 February 2019 (2019-02-15) entire document	1-10
A	US 2018268533 A1 (ADOBE SYSTEMS INCORPORATED) 20 September 2018 (2018-09-20) entire document	1-10
A	CN 109993698 A (XI'AN POLYTECHNIC UNIVERSITY) 09 July 2019 (2019-07-09) entire document	1-10
A	CN 107358575 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 17 November 2017 (2017-11-17) entire 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 08 September 2020	Date of mailing of the international search report 29 September 2020
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China Facsimile No. (86-10)62019451	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/076819

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110287969	A	27 September 2019	None			
CN	109345449	A	15 February 2019	WO	2020015167	A1	23 January 2020
US	2018268533	A1	20 September 2018	None			
CN	109993698	A	09 July 2019	None			
CN	107358575	A	17 November 2017	None			

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2020/076819
A. 主题的分类 G06T 5/00(2006.01)i; G06N 3/04(2006.01)i; G06K 19/06(2006.01)i; G06K 7/14(2006.01)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) G06T5;G06N3;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)) CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 摩尔纹, 摩尔条纹, 莫尔纹, 莫尔条纹, 干涉条纹, 干涉纹, 衍射纹, 衍射条纹, 横纹, 波纹, 二维码, 条形码, 条码, 点阵图, 图形码, 识别码, 二维条码, 支付码, 收款码, 残差, 网络, 卷积, 上采样, 下采样, 去噪, 除噪, 融合, 投影, 高斯, 抗混叠, 模拟, 马赛克, 压缩, 仿真, 分辨率, 放大, 缩小, 损失函数, 均方差, moire, interference fringe, diffraction fringe, striation, ripple, two-dimensional code, identification code, two-dimensional bar code, pay code, residual, convolution, upsampling, downsampling, denoising, fusing, projection, gaussian, anti-aliasing, simulation, mosaic, compression, simulation, resolution, magnification, reduction, relu, deep residual network, image		
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
X	CN 110287969 A (大连理工大学) 2019年 9月 27日 (2019 - 09 - 27) 说明书第[0003]-[0047]段	1-5, 8-10
A	CN 109345449 A (西安交通大学) 2019年 2月 15日 (2019 - 02 - 15) 全文	1-10
A	US 2018268533 A1 (ADOBE SYSTEMS INC.) 2018年 9月 20日 (2018 - 09 - 20) 全文	1-10
A	CN 109993698 A (西安工程大学) 2019年 7月 9日 (2019 - 07 - 09) 全文	1-10
A	CN 107358575 A (清华大学) 2017年 11月 17日 (2017 - 11 - 17) 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 2020年 9月 8日		国际检索报告邮寄日期 2020年 9月 29日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(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		受权官员 王玥 电话号码 86- (10) - 53962545

国际申请号
PCT/CN2020/076819

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	110287969	A	2019年 9月 27日		无		
CN	109345449	A	2019年 2月 15日	W0	2020015167	A1	2020年 1月 23日
US	2018268533	A1	2018年 9月 20日		无		
CN	109993698	A	2019年 7月 9日		无		
CN	107358575	A	2017年 11月 17日		无		