



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102341045 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201080010692. 8

A61F 2/10(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 03. 03

A61B 19/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

12/402, 355 2009. 03. 11 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 09. 05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/026102 2010. 03. 03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/104718 EN 2010. 09. 16

(73) 专利权人 修复型机器人公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 谢赫尔扎德·A·库雷希

米格尔·G·卡纳莱斯

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 章蕾

(51) Int. Cl.

A61B 17/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101277657 A, 2008. 10. 01,

WO 2007041267 A2, 2007. 04. 12,

WO 2008024954 A2, 2008. 02. 28,

US 6572625 B1, 2003. 06. 03,

WO 2009148922 A1, 2009. 12. 10,

审查员 吴培

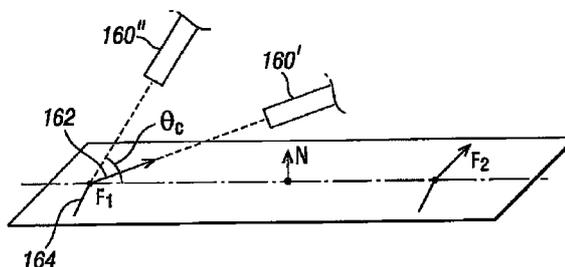
权利要求书2页 说明书11页 附图7页

(54) 发明名称

用于使用图像产生的拓扑皮肤模型来收获及植入毛发的系统及方法

(57) 摘要

本发明提供用于相对于待收获的毛囊单位对毛发收获工具进行定向的系统及方法。此外,提供植入毛囊单位的系统及方法,所述系统及方法是基于现存毛囊单位的定向或基于预定插入角。所述所提供的系统及方法使用图像处理及图像产生的拓扑皮肤模型。在一些实施例中,举例来说,使用平面拟合、二次拟合、三次拟合、网格拟合及参数拟合来执行表面拟合。



1. 一种用于对用于移植毛囊单位的工具进行定向的方法,其包括:
挑选工具的最小接近角;
确定感兴趣毛囊单位的出射角;
将所述感兴趣毛囊单位的所述出射角与所述工具的所述最小接近角进行比较;
基于所述感兴趣毛囊单位的所述出射角与所述工具的所述最小接近角的所述比较的结果而相对于所述感兴趣毛囊单位对所述工具进行定向。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中确定所述感兴趣毛囊单位的所述出射角包括确定多个毛囊单位的代表性出射角。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述代表性出射角包括所述多个毛囊单位的每一者的出射角的平均值或中值。
4. 根据权利要求1到3中任一权利要求所述的方法,其中相对于所述感兴趣毛囊单位对所述工具进行定向包括:如果所述最小接近角比所述感兴趣毛囊单位的所述出射角高,那么将所述工具定向为所述最小接近角。
5. 根据权利要求1到3中任一权利要求所述的方法,其中所述感兴趣毛囊单位进一步包括头及尾,且其中确定所述感兴趣毛囊单位的所述出射角包括确定所述感兴趣毛囊单位的所述头及所述尾的3D坐标,以及执行与所述尾坐标的表面拟合。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中所述表面拟合包括平面拟合、二次拟合、三次拟合、网格拟合或参数拟合中的一者或一者以上。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述感兴趣毛囊单位为虚拟毛发,且所述确定所述出射角包括产生所述虚拟毛发,使得所述虚拟毛发的所述出射角等于或大于所述工具的所述最小接近角。
8. 根据权利要求1到3中任一权利要求所述的方法,其中对所述工具进行定向包括使携带所述工具的机器人臂自动移动。
9. 根据权利要求1到3中任一权利要求所述的方法,其中对所述工具进行定向包括致动手持式毛发收获装置的调整机构。
10. 根据权利要求1到3中任一权利要求所述的方法,其中所述工具包括用于收获毛囊单位的工具。
11. 根据权利要求1到3中任一权利要求所述的方法,其中挑选所述最小接近角包括选择或使用预先选择的最小接近角。
12. 根据权利要求1到3中任一权利要求所述的方法,其中基于毛囊单位中的一者或一者以上的位置或者基于植入部位的位置而挑选所述最小接近角。
13. 根据权利要求1到3中任一权利要求所述的方法,其中基于线性函数或阶梯函数或多项式函数或者通过将选定度数加上体表的区域中的现存毛发的代表性出射角而挑选所述最小接近角。
14. 根据权利要求1到3中任一权利要求所述的方法,其中所述工具的所述最小接近角为约45度到65度。
15. 根据权利要求1到3中任一权利要求所述的方法,其中所述工具为毛囊单位植入工具,且其中所述感兴趣毛囊单位为位于植入部位或虚拟毛发附近的毛囊单位。
16. 根据权利要求1到3中任一权利要求所述的方法,其进一步包括至少部分地基于现

存毛发的所述出射角而产生一个或一个以上虚拟毛发,且其中所述感兴趣毛囊单位包括所述一个或一个以上虚拟毛发。

17. 根据权利要求 7 所述的方法,其中使用基准标记来产生所述虚拟毛发。

18. 一种用于毛发移植的系统,其包括:

接口,其适于接收含有毛囊单位的图像数据;以及

图像处理器,其包括用于对所述图像数据执行操作的一个或一个以上模块,所述一个或一个以上模块包含用于以下各项的指令:

选择或使用在毛囊单位的移植中所使用的工具的预先选择的最小接近角;

确定所述毛囊单位的出射角;

将所述毛囊单位的所述出射角与所述工具的所述最小接近角进行比较;

基于所述毛囊单位的所述出射角与所述工具的所述最小接近角的所述比较的结果而相对于所述毛囊单位对所述工具进行定向。

19. 根据权利要求 18 所述的系统,其进一步包括图像获取装置。

20. 根据权利要求 18 到 19 中任一权利要求所述的系统,其中所述系统为机器人系统,且其进一步包括机器人臂,且所述工具操作地连接到所述机器人臂。

21. 根据权利要求 18 到 19 中任一权利要求所述的系统,其进一步包括监视器,所述监视器经配置以显示所述毛囊单位的所述出射角与所述工具的所述最小接近角的所述比较的所述结果。

22. 根据权利要求 18 到 19 中任一权利要求所述的系统,其中所述系统包括毛发收获工具、毛发植入工具或组合式毛发收获/移植工具中的一者或一者以上。

23. 根据权利要求 18 所述的系统,其中所述用于确定所述毛囊单位的所述出射角的指令包括用以产生虚拟毛发的指令,且所述接口适于接收含有所述虚拟毛发的图像数据。

用于使用图像产生的拓扑皮肤模型来收获及植入毛发的系统及方法

技术领域

[0001] 本发明大体来说涉及用于毛发收获、植入及移植的系统及方法，且特定来说，涉及允许减少对所收获毛发毛囊的潜在损坏并维持所收获毛发毛囊的完整性的装置及技术。

背景技术

[0002] 毛发移植程序已众所周知，且通常涉及从“供体区域”（例如，患者头皮的侧边缘及后边缘或其它体表）收获供体毛发移植物且将其植入于光秃区域（“受体区域”）中。多年以来已开发出用于收获供体毛发移植物的各种技术。一个此种技术涉及从头皮的后部区域切除一条皮肤且接着在显微镜下对所述条进行剖切以隔离个别毛发毛囊单位以供稍后植入到受体区域中。此技术具有众多缺点，包含非常耗时、乏味、昂贵且需要缝合并产生疤痕。近来，一些医师采用一种称为毛囊单位提取（“FUE”）的技术，其允许在不需要从患者的头皮切割一条组织的情况下收获个别毛囊单位。

[0003] 用于收获毛囊单位的 FUE 方法允许通过利用具有切割边缘及具有（例如）1mm 的直径的内部管腔的中空穿孔器直接从供体区域收获个别毛囊单位。使用所述穿孔器在毛囊单位周围的皮肤中做出小的圆形切口。此后，（例如）使用镊子移除所述毛囊单位以供随后借助专门设计的插入针植入到受体部位中。FUE 程序避免与切割一条皮肤相关联的疤痕、减少患者的不舒适感且减少恢复时间，然而，其为费劲的程序、花费长时间来执行且其需要高程度的技术技能。

[0004] 第 6,572,625 号美国专利（“拉斯曼 (Rassman) 专利”）描述一种用于在 FUE 程序期间将毛发毛囊与中空收获穿孔器对准的机制。拉斯曼专利中所描述的收获程序教导用户沿着待提取的毛囊单位的轴线来对准收获仪器的轴线。

发明内容

[0005] 根据本发明的一个方面，提供一种用于针对待收获的毛囊单位对用于收获毛囊单位的工具进行定向的方法。在一些实施例中，所述方法包括：挑选用于收获毛囊单位的工具的最小接近角；确定感兴趣 FU 的出射角；将所述感兴趣 FU 的所述出射角与所述工具的最小接近角进行比较；及基于所述感兴趣 FU 的所述出射角与所述工具的最小接近角的所述比较的结果而相对于所述感兴趣 FU 对所述工具进行定向。在一些实施例中，对所述工具进行定向包括使所述工具操作地连接到的机器人臂自动移动。在其它实施例中，对所述工具进行定向包括（例如）通过致动调整机构而对手持式工具进行手动定向。

[0006] 根据本发明的另一方面，提供一种用于从体表收获毛囊单位的方法。此方法包括：在待收获的 FU 上方定位具有管腔的收获工具，所述 FU 具有伸长轴线；基于 FU 的出射角与收获工具的选定最小接近角的比较的结果而相对于所述 FU 的伸长轴线对所述收获工具进行定向；将所述收获工具插入到待收获的 FU 周围的体表中；及移除所述 FU。

[0007] 根据本发明的又一方面，提供一种用于对用于移植毛囊单位的工具进行定向的方

法。在一些实施例中,所述方法包括:挑选所述工具的最小接近角(举例来说,通过使用工具的预先选择的最小接近角);确定感兴趣FU的出射角;将所述感兴趣FU的所述出射角与所述工具的所述最小接近角进行比较;及基于所述感兴趣FU的所述出射角与所述工具的所述最小接近角的所述比较的结果而相对于所述感兴趣FU对所述工具进行定向。在一些实施例中,所述工具为毛发植入工具,且所述方法针对相对于植入部位对所述毛发植入工具进行定向。

[0008] 根据本发明的另一方面,提供用于对用于植入毛囊单位的工具进行定向的另一种方法。此方法在于植入部位处不存在或存在非常有限数目的先存在毛囊单位时尤其有用。在一些实施例中,所述方法包括产生具有出射角的一个或一个以上虚拟毛发或FU,举例来说,通过使用基准标记;选择或使用用于植入毛囊单位的植入工具的预先选择的最小接近角;其中所述一个或一个以上虚拟毛发经产生使得所述一个或一个以上虚拟毛发的出射角等于或大于所述植入工具的最小接近角;及基于所述植入工具的最小接近角与所述一个或一个以上虚拟毛发的出射角的比较的结果而相对于所述一个或一个以上虚拟毛发对所述植入工具进行定向。

[0009] 根据本发明的再一方面,提供一种用于毛发移植的系统,其包括:接口,其适于接收含有毛囊单位(FU)的图像数据;及图像处理器,其包括用于对所述图像数据执行操作的一个或一个以上模块,所述一个或一个以上模块包含用于以下各项的指令:选择或使用在毛囊单位的移植中所使用的工具的预先选择的最小接近角;确定所述FU的出射角;将所述FU的所述出射角与所述工具的所述最小接近角进行比较;及基于感兴趣FU的所述出射角与所述工具的所述最小接近角的所述比较的结果而相对于所述FU对所述工具进行定向。所述系统可进一步包含图像获取装置。在一些实施例中,所述系统为机器人系统,在其它实施例中,所述系统经配置以供与手持式毛发移植装置一起使用。

[0010] 本发明的另一系统包括图像获取装置及处理器,所述处理器经配置以用于:确定感兴趣FU的出射角;挑选在毛囊单位的移植中所使用的工具的最小接近角;将所述感兴趣FU的所述出射角与所述工具的所述最小接近角进行比较;及基于所述感兴趣FU的所述出射角与所述工具的所述最小接近角的所述比较的结果而相对于所述感兴趣FU对所述工具进行定向。

[0011] 一种制品包括机器可存取媒体,所述机器可存取媒体包含在由机器存取时致使所述机器执行包括以下各项的操作的数据:确定感兴趣FU的出射角;挑选在毛囊单位的移植中所使用的工具的最小接近角;将所述感兴趣FU的所述出射角与所述工具的所述最小接近角进行比较;及基于所述感兴趣FU的所述出射角与所述工具的所述最小接近角的所述比较的结果而相对于所述感兴趣FU对所述工具进行定向。

[0012] 本文中所描述的系统及方法可经实施以供与用于移除生物单位(包含毛发收获及/或移植)的手动、部分自动化及完全自动化(包含机器人)系统及程序一起使用。结合附图阅读以下详细说明,本发明的其它及进一步目标及优点将变得显而易见。

附图说明

[0013] 参考说明书、权利要求书及附图,本发明的特征及优点将变得显而易见,且同样地变得更好理解,附图中:

[0014] 图 1 图解说明根据现有技术的毛囊单位提取方法以及与此方法相关联的毛发毛囊横切；

[0015] 图 2 是供与本发明的一些实施例一起使用的机器人系统的一个实例的示意性透视图；

[0016] 图 3 是示范根据本发明的表面拟合过程的一个实例的流程图；

[0017] 图 4A 及图 4B 是展示感兴趣毛囊单位的出射角及工具接近角的示意图；

[0018] 图 5A 及图 5B 示范根据本发明相对于 FU 的工具定向的实例；

[0019] 图 6 是根据本发明表面拟合建模在毛发植入中的使用的一个实例的示意性描绘；

[0020] 图 7 是根据本发明表面拟合建模在毛发植入中的使用的另一实例的示意性描绘；
及

[0021] 图 8 是供与用于毛发移植的手持式装置一起使用的毛发收获 / 植入系统的示范性实施例的示意图。

具体实施方式

[0022] 在以下具体实施方式中，参考以图解说明方式展示其中可实践本发明的一些示范性实施例的附图。在这点上，参考所描述的图的定向，使用例如“顶部”、“底部”、“前部”、“后部”、“远端”、“近端”等方向性术语。由于可以若干种不同定向来定位本发明的组件或实施例，因此方向性术语的使用是出于图解说明目的而非限制性目的。应理解，在不背离本发明范围的情况下，可利用其它实施例并可做出结构或逻辑改变。因此，不应将以下具体实施方式视为具有限制意义，且本发明的范围由所附权利要求书界定。

[0023] 参考系统或过程，形容词“自动化”总体上意指特定系统或所述过程中的步骤的一部分或全部涉及自主机构或功能；即，所述机构或功能不需要手动致动。最终，程序中的一个或一个以上步骤可以是自动化的或自主的，其中一些部分需要手动输入。此定义涵盖仅需要操作者按下 ON 开关或排定所述操作的自动化系统，且也涵盖其中使用手持式工具但系统的某一机构自主地起作用（即，无人输入）来执行功能的系统。本文中所描述的自动化系统中的一些系统还可以是机器人辅助的或计算机 / 软件 / 机器指令控制的。本发明的装置及方法在手动程序及系统中以及在自动化程序及系统中都是有用的。本发明的工具可与机器人辅助的系统及程序一起使用。当提及使用系统的特定组件或过程中的特定步骤时，副词“自动地”意指此步骤是自主地实现的，即，无实时手动辅助。

[0024] 如本文中所使用的术语“工具”或“收获工具”或“植入工具”是指能够从体表移除或收获毛囊单位（“FU”）或将 FU 植入到体表中的任何数目的工具或末端执行器。在此意义上，体表可附接到人体或可以从人体移除的一片皮肤或体组织。此类工具可具有许多不同的形式及配置。在许多实施例中，所述工具包含中空管状轴且因此可标示为（例如）插管、针或穿孔器。如本文中所使用的术语“操作地连接”、“耦合”或“安装”或“附接”意指直接或通过一个或一个以上介入组件间接耦合、附接或安装。

[0025] 如上文所提及，虽然本发明尤其适用于毛发收获及植入中来提供用于收获及植入毛囊单位（FU）的装置及方法，但其并不限于毛发移植。需要患者皮肤表面的模型（其中假设所述皮肤表面具有一些毛发）的其它程序可从本文中所描述的发明的系统及方法受益。本发明的一个适用性实例为用于美容或其它医学目的的诊断皮肤成像。在一些应用中，本

发明可与经设计以追踪在长时间内生长的毛发的视觉系统（例如，每一个别毛发接收一指纹，其中此指纹的一部分为毛发的自然出射角）一起使用。

[0026] 图 1 图解说明与用于毛囊单位收获的现有装置相关联的某些问题。在毛囊提取技术期间，操作者将收获穿孔器与毛发的在皮肤上面伸出的可见部分大致平行地对准，例如，如第 6, 572, 625 号美国专利中所描述。接着通常用很大的力将穿孔器推到皮肤中。如图 1 中所见，毛囊单位（“FU”）的每一毛囊 1 具有毛球 2（表面下最底部分）及毛干 3，所述毛干延伸穿过皮肤的表皮、真皮及皮下脂肪层。毛球 2 表示毛囊的关键结构中的一者，其含有毛囊干细胞及黑色素细胞，其它关键结构（未展示）包含（例如）皮脂腺、外根鞘。当收获用于随后植入于另一区域中的毛囊单位时，不损坏这些关键结构颇为重要。

[0027] 然而，基于 FUE 的装置及方法的限制之一由以下事实引起：毛发毛囊在皮肤下方并不维持相同生长方向。通常，毛发毛囊在皮肤下方显著改变其方向或角度。如图 1 中所见，毛干 3 在皮肤上面的部分的定向不同于毛干 3 在皮肤下面的部分的定向。一般来说，已观测到 FU 与皮肤的出射角比其皮下进程更具锐度。因此，将毛发收获工具 4 与 FU 在皮肤上面的可见轴线对准并基于毛发毛囊在皮肤上面的可见部分来推进穿孔器可导致 FU 横切、将其损坏或使得其变得不可用。如图 1 中所见，沿着毛干 3 的轴线以锐角来推进毛发收获工具 4 导致横切（切断）毛发毛囊在皮肤水平下面的含有毛球 2 的一部分。

[0028] 也已观测到，以高速度指向头皮且与定位成锐角的毛发毛囊对准的工具（例如中空穿孔器）：1) 将趋向于切削皮肤；2) 将在皮肤中形成不一致且不合意的非对称切口。举例来说，穿孔器的前边缘将比相对边缘更深地向皮肤中做出切口。此为不合意的，因为借助前边缘进行的较深切口可切割到毛囊中。已借助高速摄录像且在临床上观测到此动作。

[0029] 为了避免或实质上减少上文所描述的问题，开发一种如本文中所述的技术。所描述的系统及方法的益处包含：减小在收获期间对毛囊的横切率；防止收获针在体表（例如，头皮）上滑动、刮伤皮肤表面或由于针可接近表面所成的锐角而不充分地穿透皮肤表面；以及改进毛发植入期间的美观结果。针相对于体表（举例来说，头皮）的“接近角”（如参考图 4A 更详细地描述）在收获及植入过程两者中均为重要的。在收获期间，需要避免几乎平躺在头皮上的那些毛囊，因为针在刺穿期间将趋向于沿着皮肤切削，由此增加横切率。在植入期间，需要匹配现存毛囊的角度，使得新植入的毛发毛囊较自然地弯曲。

[0030] 在两种情况下，实时地计算患者头皮（或其它相关体表）的模型并使用此模型来测量相机的视场（FOV）中的现存毛发的出射角以及针相对于所述体表的接近角为有益的。在一些实施例中，利用平面模型（即，将患者的头皮表示为平面）来对体表模型进行参数化。在其它实施例中，所述模型计及人体曲率及 3D 尺寸。因此，本文中所揭示的解决方案决不限于所描述的特定模型而仅作为实例提供。

[0031] 图 2 是可由本文中所描述的发明的方法实施的机器人系统 20 的一个实例的示意性透视图。系统 20 包含机器人臂 22 及组合件 24，举例来说，组合件 24 经安装以用于在所述机器人臂的下管 26 上旋转。展示各种箭头以图解说明系统 20 的移动能力。可在组合件 24 中并入各种电机及其它移动装置以使得工具 28 的操作尖端能够沿多个方向进行精细移动。示范性机器人系统 20 进一步包含至少一个成像获取装置 29，下文更详细地对其进行描述。图像获取装置可安装于固定位置中，或者其可耦合（直接或间接）到机器人臂或其它可控制运动装置。展示工具 28 的操作尖端定位于体表 30（在此情况下为患者头皮的其上

具有毛发毛囊的一部分)上方。工具 28 为任何数目的分别适用于从体表 30 移除毛囊单位及 / 或将毛囊单位植入到体表 30 中的收获及 / 或植入工具。在一些实施例中,收获工具与植入工具可组合于一个工具中,在其它实施例中,这些工具可为单独的工具。

[0032] 图 2 的处理器 32 包括用于处理从图像获取装置 29 获得的图像的图像处理器。处理器 32 还可指令机器人臂 22 及组合件 24 的各种移动装置(包含收获 / 植入工具)且(例如)通过如图 2 中示意性展示的机器人控制件 34 而行动。机器人控制件 34 可操作地耦合到所述机器人臂且经配置以控制所述机器人臂的运动,包含基于由图像获取装置获取的图像或数据的运动。或者,机器人控制件 34 可作为处理器 32 的一部分并入,使得所有工具(包含收获工具、机器人臂及所述组合件的任何其它可移动部分)的所有移动(包含基于由图像获取装置获取的图像或数据的那些移动)的所有处理及控制均集中在一个地方。系统 20 可进一步包括监视器 35、键盘 36 及鼠标 38。所述系统进一步包括适于接收图像数据的接口,所述系统的各个部分允许操作者监视条件并视需要而提供指令。可在监视器 35 上看到体表 30 的放大图像。另外,所述系统可包括适用于 FU 的收获及 / 或植入或者适用于毛发治疗计划的其它工具、装置及组件。

[0033] 图 2 中所示的图像获取装置 29 的一些非限制性实例包含一个或一个以上相机,例如任何市售相机。所述图像获取装置可拍摄静止图像,或者其可为录像装置(例如摄录像机)或任何其它图像获取装置或传感器。尽管立体或多视角成像装置非常适用于本文中所描述的系统及方法,但并未必采用此类几何形状或配置,且本文中所描述的概念不受如此限制。同样地,虽然图像获取装置优选地为数字装置,但其未必是数字装置。举例来说,所述图像获取装置可为模拟 TV 相机,所述模拟 TV 相机获取初始图像,所述初始图像接着经处理成数字图像(举例来说,经由模 / 数装置,如商业现用帧捕获器)以供将来在本发明的方法中使用。所述图像获取装置可耦合到用以控制成像操作并处理图像数据的处理系统(展示为并入于图 2 中的处理器 32 中)。

[0034] 有时可称为处理器的图像处理器可包括经编程及经配置以执行本文中所描述的方法的任何适合装置。其可并入有单个或多个处理器以控制各种子系统并提供用户接口。举例来说,所述图像处理器可编程有经配置以执行进一步更详细描述的方法的软件。通过举例而非限制的方法,适合图像处理器可为包含一个或一个以上处理器或者其它类型装置的数字处理系统。图像处理器可为控制器或任何类型的个人计算机(“PC”)。或者,所述图像处理器可包含专用集成电路(ASIC)或现场可编程门阵列(FPGA)。所述图像处理器还可包含存储器、存储装置及此项技术中通常已知的其它组件,且因此,此处不需要对其进行详细描述。

[0035] 表面拟合过程及出射角确定的描述

[0036] 根据本发明的一个方面,提供用于依据图像对皮肤或体表拓扑进行建模的方法。图 3 的流程图图解说明在本文中所描述的发明中所使用的表面拟合过程的一个实施例的实例。举例来说,可使用如参考图 2 所描述的图像获取装置来获得含有毛囊单位的体表的图像。在一个实施例中,在每一图像获取事件的情况下使用两个相机获得两个立体灰度图像,举例来说,左及右灰度图像(100)。对所获取图像进行分段(110)。可(例如)使用图像分段软件来实现分段。由于毛发毛囊单位的物理属性,可作为图像分段过程的一部分而容易地将所述毛发毛囊单位的基点(即,从真皮冒出的端)与其尖端区分开。举例来说,基

点部分具有不同的轮廓且通常比远尖端部分粗。此外,通常可识别毛囊单位的阴影,依据定义,其“衔接”于基点处。在(120)处,执行立体重构以定位视场(FOV)中存在的一个或一个以上感兴趣毛囊单位的位置。举例来说,可在本发明中使用的一种立体重构过程描述于2007年5月10日作为US 2007/0106306A1公开的共同拥有待决专利申请案中,所述申请案以引用的方式并入本文中。根据上文所提及的过程,识别毛发毛囊的中心的位置且在左及右经纠正图像两者中对其进行匹配。每一毛囊具有一“尾”-毛发离开体表(例如,头皮)的点及一“头”-毛干的尖端。在左及右图像两者中识别每一毛发毛囊的头及尾,其中可计算毛发毛囊的头及尾的三维坐标。通过利用已知的相机几何形状,确定每一相关FU的3D坐标,包含确定每一头及尾的3D坐标。立体重构仅为定位感兴趣毛囊单位的位置的一个实例。举例来说,可通过利用两个以上图像来获得关于视场中的毛囊的3D信息。或者,还可通过用激光“测距仪”装置扩增视觉系统而从一个或一个以上灰度图片获得3D数据。

[0037] 一旦知晓相关毛发毛囊列表及其头及尾的3D坐标,就可执行与FU的尾坐标的表面拟合(130)。在图3的实例中,假设头皮的正成像的部分为平坦的且使用(例如)最小平方技术来执行表面拟合。在所示的实例中,表面表示患者头皮。可将尾位置集合与以下形式的函数拟合:

[0038] (1) $Ax+By+Cz+D=0$ [方程式 1]

[0039] 方程式1界定平面且因此系统将患者的头皮表示为平面表面。一般来说,拟合函数可为高阶多项式(例如,2阶二次或更高)的函数,其考虑到头皮的自然曲率。或者,可将网格与尾位置集合拟合,此将适用于(例如)由于在毛发移植程序的情况下局部麻醉剂的施加或肿胀而具有相当量的“局部凸块”及“凹槽”的大体弯曲表面。尽管以上实例采用最小平方技术来执行表面拟合,但还可使用所属领域的技术人员所熟知的任何数目的数学分析。

[0040] 可使用表面模型(平面表面、二次、高阶多项式、网格、参数等)来计算每一感兴趣毛囊单位的“出射角”及在程序中所使用的工具(例如,毛发收获工具、毛发植入工具)的“工具接近角”。图4A及图4B图解说明平面拟合实例的以上角度。高阶多项式拟合(例如二次拟合)将使用与头皮表面的接触点处的正切平面来计算出射角测量。在图4A中, θ_N 表示工具150(例如针)与体表(例如头皮)的接近角。在图4B中, θ_{F1} 表示毛发毛囊1与头皮的出射角,而 θ_{F2} 表示毛发毛囊2与头皮的出射角,且N箭头表示正交于头皮表面的向量。

[0041] 以上描述是基于如何对皮肤(举例来说,患者的头皮)的小“区”进行表面拟合,其中“小”是头皮的大约为 1cm^2 的区。对于显著更大的区(举例来说, 3.5cm^2 的面积),平面假设可能行不通,因为实际上体表尤其是头的表面并非平坦而是弯曲的。在此情况下,可通过将毛发尾坐标与2D半球形表面(在数学上描述为2D二次曲面)拟合来近似曲率。可取所测量的毛囊尾坐标且可执行与所述形式的2D抛物线的二次拟合,举例来说,如下:

[0042] $z = A + R(x-x_0)^2 + R(y-y_0)^2$,

[0043] 其中抛物型表面的顶点为 (x_0, y_0) ,其在顶点处的值为A,且患者的头皮在经成像区中的曲率半径为R。

[0044] 表面拟合过程在毛囊单位的收获中的使用

[0045] 确定了存在截止点(或对于各种体表,为一系列截止点),如果尝试将例如针的工

具与其出射角 θ 太小的给定毛发完全对准,那么在所述截止点处横切的风险变高。图 5A 描绘此情形。毛囊单位 F_1 具有“皮肤上面”干部分 162、“皮肤下面”干部分 164 及出射角 θ_{F_1} 。如从图 5A 可看出,出射角 θ_{F_1} 为完全锐角,且干部分 162 与 164 的方向之间存在显著差异,皮肤下面干部分 164 具有较不具锐度的皮下方向。另一方面,毛囊单位 F_2 具有较竖直的出射角,且其干的“皮肤上面”部分与皮下部分较接近于平行。对毛囊 F_1 的横切风险相对高于 F_2 的横切风险,因为展示 F_1 几乎平地躺在头皮上。当与 F_1 完全准时,工具 160 (例如收获针) 将具有在刺穿期间沿着表面切削或刮擦的较大倾向。此外,由于此毛囊下方的干及球比假定干离开皮肤的定向可能猜测出的情况更接近于表面法线地定向,因此工具 160 横切 F_1 的可能性相对较大。相比之下,如果针 160 与 F_2 完全对准,那么横切此毛囊的风险减小,因为较可能工具 160 将循着毛囊 F_2 的皮下方向行进。

[0046] 在执行毛发收获时,尤其是当使用例如机器人系统的自动化系统时,通常需要使待收获的毛囊单位的位置的区域周围的皮肤伸展。此可使用皮肤拉伸器装置来完成。已观测到,当使用皮肤拉伸器装置时,其趋向于甚至进一步减小其中应用皮肤拉伸器装置的区域中毛囊的出射角。举例来说,在一些情况下,皮肤拉伸器装置应用在 5 到 12 度的范围中(在一些情况下在 7 到 10 度的范围中)减小相关 FU 的出射角。也就是说,组织处毛发的“自然”出射角为 50 度,那么在应用皮肤拉伸器装置之后,出射角测量为约 43 度。因此,如果用户将工具与将可能被横切的毛发毛囊对准,那么皮肤拉伸器装置应用甚至进一步增加此类毛发毛囊的数目。类似地,盐水到供体/受体区域中的注入可导致毛发的“自然”出射角的改变。皮肤拉伸装置及盐水注入可不仅用于机器人毛发移植程序中,而且与部分自动化的程序及使用手持式装置的程序一起使用,因此,大量毛囊单位具有 45° 或小于 45° 的出射角的此问题可适用于所有类型的毛发移植程序。

[0047] 图 5B 图解说明根据本发明相对于感兴趣 FU 来对工具进行定向的方法。基于各种因素及某些特性(包含在程序中所使用的工具或机构的几何形状及设计、促进所要皮肤表面穿透所需的力、相关区域中现存毛发的出射角的测量),确定了存在截止工具接近角 θ_c (也称为工具的最小接近角),低于所述截止工具接近角 θ_c ,就不应将工具与相关 FU 对准。这是因为(例如)横切而不切割组织或形成非对称剖切的风险变得太高。换句话说,如果毛囊的出射角小于 θ_c ,那么代替将工具的轴线与毛囊单位的干的可见部分对准,用户应以此截止工具接近角 θ_c 来对工具进行定向。建议,对于某些工具及应用,截止或最小工具接近角 θ_c 必须在约 40° 到 65° 的范围中且优选地在 45° 到 55° 的范围中且甚至更优选地在 50° 到 55° 的范围中加以选择。实际上,尤其是在采用皮肤拉伸器时,绝大多数的所收获毛发将具有小于所建议 θ_c 的出射角。在这些情形下,可通过将针的定向角限制为不小于截止接近角 θ_c 而相对于感兴趣 FU 对工具进行定向。在某些应用中,出于上文所提及的原因,可需要给相关的现存毛发毛囊的出射角添加约 15° 到 20° 来确定所要的最小接近角 θ_c 。举例来说,如果毛发出射角为 35° ,那么可使用大约 50° 的最小接近角来产生可接受的收获结果。

[0048] 在图 5A 及图 5B 中,在 F_1 的情况下,由于 $\theta_{F_1} < \theta_c$,因此系统不与 F_1 毛发向量对准,而是对针或穿孔器 160 的轴线进行定向(假设 F_1' 的出射角为 θ_c)。将针精确地定位在由 F_1 形成的垂直于头皮表面的平面内的计算使用表面 N 的法线。

[0049] 根据如上文所描述的本发明一个方面,提供对用于收获的工具进行定向的方法。

此方法可用于使用例如展示为图 2 中的实例的机器人系统的系统的程序以及各种其它自动化、部分自动化或手动系统（包含使用如参考图 8 所描述的手持式装置）中。作为初步步骤，获得感兴趣毛囊单位的图像。此可通过此项技术中已知的任一技术来实现。举例来说，在一些实施例中，具有所附接图像获取装置的机器人臂（或医师手中的便携式装置）可经定位使得收获或植入区在相机的焦点内。根据所述方法的一个实施例，确定感兴趣 FU 的出射角，挑选用于收获毛囊单位的工具的最小接近角，并将感兴趣 FU 的出射角与工具的最小接近角进行比较。基于感兴趣 FU 的出射角与工具的最小接近角的比较的结果，相对于感兴趣 FU 对所述工具进行定向。如果感兴趣 FU 的出射角小于选定的最小接近角，那么将工具定向为最小接近角，而不将其与 FU 的实际出射角对准。在一些实施例中，可通过使工具耦合到的机器人臂自动移动来对所述工具进行定向。在其它实施例中，致动调整机构以根据以上方法对手持式工具进行定向。参考图 8 来描述所述调整机构的各种实例。

[0050] 为了增加系统的吞吐量，可基于来自多个感兴趣毛囊单位或一感兴趣毛囊单位群组的信息将感兴趣 FU 的出射角确定为群组代表性出射角。举例来说，首先获得所述毛囊单位群组 / 多个毛囊单位的图像。如前所述，这可通过此项技术中已知的任一技术来实现。可确定所述群组中的毛囊单位中的每一者或所述毛囊单位群组中的代表性数目者或预定数目者的出射角，并计算所确定出射角的平均值或中值。挑选工具（例如用于收获毛囊单位的工具）的最小接近角，并将毛囊单位群组的所确定出射角的平均值或中值（其现在用于表示感兴趣 FU 的出射角）与所述工具的最小接近角进行比较。基于以上比较的结果，相对于所述群组中的毛囊单位中的每一者以相同接近角对所述工具进行定向。以此方式，可最小化在治疗疗程期间工具必须经历的重新定向的次数，且增加效率。如前所述，如果感兴趣毛囊单位的所确定“群组代表性”出射角小于选定的最小接近角，那么将工具定向为最小接近角。类似方法在与毛发植入工具一起使用时也适用。

[0051] 如先前所解释，可取决于毛囊单位中的一者或一者以上的特定应用或位置来挑选最小工具接近角的各种范围，或者在用于如下文所描述的毛发植入时，所述挑选可基于植入部位的位置。在一些实施例中，工具的最小接近角可取决于毛囊单位或毛囊单位群组的大体或特定位置而变化。举例来说，在头皮的顶部处的最小接近角可不同于在头皮的侧面或后部处的最小接近角。在其它实施例中，收获（或植入）工具的最小接近角可基于毛囊单位（包含位于植入部位附近的那些毛囊单位及 / 或如参考毛囊单位的植入而描述的“虚拟毛发”）中的一者或一者以上的所确定出射角的线性函数、阶梯函数、多项式函数或其它函数。根据本发明的另一方面，提供一种用于从体表收获毛囊单位的方法。此方法包括在感兴趣 FU 上方定位具有管腔的收获工具。此感兴趣 FU 具有伸长轴线。所述方法进一步包括基于 FU 的出射角与收获工具的选定最小接近角的比较的结果而相对于所述 FU 的伸长轴线对所述收获工具进行定向。将所述收获工具插入到待收获的感兴趣 FU 周围的体表中，并将所述 FU 从体表移除。确定 FU 的出射角可通过使用图像产生的拓扑皮肤模型来实现，如上文所描述。可使用（例如）机器人系统来自动实现对收获工具进行定向，或者如果如下文参考图 8 所描述使用手持式工具，那么可手动完成对收获工具进行定向。

[0052] 表面拟合过程在毛囊单位的植入中的使用

[0053] 在植入期间，对于其中在接近植入部位处存在先存在毛发的那些情况下，为了改进所植入毛发移植物的质量及外观，需要算出待基于植入部位的区域（受体区域）中的先

存在毛发的密度、位置及出射角植入的毛发毛囊的位置及所要定向（或出射角）。然而，与毛发收获一样，如果先存在毛发的出射角非常低（例如低于（例如） 40° 到 45° ），那么使植入工具的接近角与先存在毛发的出射角匹配可为不合意的且将不提供令人满意的结果。举例来说，用植入工具以非常低的角度接近体表（例如头皮）可导致工具滑动、刮伤头皮或不穿透到所要深度，且因此妨碍正确的植入。为了消除这些情形，已开发出以下方法。根据一些实施例，识别经拟合表面上的光秃点且接着产生具有匹配现存毛发的出射角的出射角所提出假毛发或“虚拟毛发”（部位）。这些虚拟毛发需要经产生使得其躺在头皮表面上，以便可接着恰在实际植入之前将植入工具与所述部位对准。图 6 是此程序的描绘且其是基于患者在所提出植入部位的区域中具有一些先存在毛发的假设。类似于参考图 3 所描述的过程，获得、处理含有现存“真实”毛囊单位的图像、对其进行分段，并识别 FOV 中的毛发（在图 6 中，表示为 F_i ）。在 200 处，图像处理器分析图像（举例来说，立体图像）并识别其中可产生候选植入部位的光秃点集合。（图 6 中的 S_i ）。随后将现存毛发重构到其 3D 坐标中（在 210 处）并执行表面拟合（在 220 处），举例来说，如参考图 3 所解释。在 230 处，通过产生虚拟毛发来创建植入部位。在一些实施例中，在产生虚拟毛发时，可挑选不提前使虚拟毛发定向与先存在毛发的定向自动匹配而是将每一相关出射角与工具的所推荐最小接近角进行比较，并产生虚拟毛发使得其决不以低于工具的最小接近角而出现。可取决于头皮的正植入的特定区域而在与先前所提供的相同的范围中选择所推荐最小工具接近角，举例来说，在 45° 与 65° 之间。在其它实施例中，最初至少部分地基于先存在毛发的出射角而产生虚拟毛发。然而，在对植入工具进行定向的步骤期间，将虚拟毛发的出射角与工具的所建议最小接近角进行比较，且基于此比较的结果而对所述工具进行定向以用于植入，如上文所描述。如果使用用于毛发移植的机器人系统，那么具有植入工具的机器人臂适当地对自身进行定向（取决于这些虚拟毛发的出射角与最小工具接近角之间的比较）。或者，在使用手持式装置进行的程序的情况下，固持植入工具的用户基于相同比较的结果而对用于植入的工具进行定向。操作者还可挑选使这些自动产生的植入部位移动，如果需要如此的话。为了使此移动在物理上有意义，在操作者使用鼠标（某一其它指向装置）来使个别毛发移动时，其尾位置经更改使得其躺在表示患者的头皮的经拟合表面上。

[0054] 如果 FOV 中存在众多预先存在的真实毛发，那么前述过程是可行的。严格地说，对于平面拟合必须存在至少三个真实毛发，但实际上来说，对于稳健的回归分析需要至少 $3x$ 个或 $3x$ 个以上真实毛发。如果患者为全秃或高度稀疏的，那么系统可使用外部标记（基准）或解剖学标志（例如，痣、疤痕等）来执行表面拟合。图 7 是使用放置于（例如）患者的头皮上的基准（参见 300）的此方法的图解说明。在一些实施例中，可将基准放置于（例如）程序期间所使用的皮肤拉伸器而非实际体表（例如头皮）上。在 310 处，获取具有基准的体表的图像，在 320 处，执行先前所描述的处理，包含基准及光秃点位置的分段、确定。在 330 处，完成 3D 重构且在 340 处执行表面拟合。在执行表面拟合之后，产生虚拟毛发（或部位），如 350 处所示，且如上文参考图 6 所描述。如前所述，基于考虑植入工具（例如针）的最小接近角而确定此虚拟毛发的出射角或植入工具的定向。输入考虑因素中的一者是头皮的正被植入的区域。在发际线及颞部区中，需要锐度较大的角度 / 定向。在头皮的顶部中，锐度较小的角度为常见的。毛发植入的步骤（不论使用自动化系统还是手动系统）可与参考图 6 所描述的那些步骤相同或类似。在用作实例的一个实施例中，用于相对于体表对用

于植入毛囊单位的工具进行定向的方法可包括：使用基准标记来产生具有出射角的一个或一个以上虚拟 FU；选择或使用用于植入毛囊单位的植入工具的预先选择的最小接近角；将所述一个或一个以上虚拟 FU 的出射角识别为不小于所述植入工具的最小接近角；及以所述一个或一个以上虚拟 FU 的所识别出射角对所述植入工具进行定向。

[0055] 在某些实施例中，可使用先前参考毛发收获所描述的方法来实施组合式程序，且所述组合式程序进一步包括在对用于植入 FU 的工具进行定向时、在产生虚拟毛发时及在创建植入部位时的表面拟合过程及 / 或出射角确定。

[0056] 图像处理器（例如参考图 2 所描述的那些图像处理器中的任一者）处理所获得的图像以识别关于感兴趣毛囊单位的所要信息。所述图像处理器可经配置以用于确定毛囊单位的出射角、挑选用于收获毛囊单位的工具的最小接近角及将所述毛囊单位的出射角与所述工具的最小接近角进行比较。基于此比较的结果，所述图像处理器可经配置以指令具有所附接收获工具的机器人臂（或手动程序中的手持式工具）关于如何相对于毛囊单位进行定向。所述图像处理器还可经配置以在毛发植入期间实践本发明的方法，如上文所描述。举例来说，所述图像处理器可经配置以用于确定预先存在的毛囊单位的出射角、挑选用于植入毛囊单位的工具的最小接近角并将所述毛囊单位的出射角与所述工具的最小接近角进行比较。基于此比较的结果，所述图像处理器可经配置以指令具有所附接植入工具的机器人臂（或手动程序中的手持式工具）关于如何相应地定向。

[0057] 本文中所揭示的发明还针对一种图像处理器，其包括用于对图像数据执行操作的一个或一个以上模块或组件。上述的一个或一个以上模块可包含用于以下各项中的一者或一者以上的指令：接收含有 FU 的图像；确定所述 FU 的出射角；选择在毛发移植程序中所使用的工具的最小接近角；将所述 FU 的所述出射角与所述工具的所述最小接近角进行比较；及基于感兴趣 FU 的出射角与所述工具的最小接近角的比较的结果而相对于所述 FU 对所述工具进行定向。上文所提及的组件或模块可包括出射角确定组件、角度比较组件（将感兴趣 FU 的出射角与所述工具的选定最小接近角进行比较）、工具定向组件。各种所描述模块及组件可为单个软件或硬件产品的一部分。

[0058] 如上文所描述的图像处理器可结合各种手动、部分自动化及完全自动化（包含机器人）毛发移植与治疗系统及装置（包含但不限于用于毛发收获或毛发移植的系统）使用。类似地，本发明的图像处理器可与毛发治疗计划系统一起使用。

[0059] 尽管本文中所描述的发明在用于收获 / 移植毛发的机器人操作的系统中尤其有用，但其还将对借动手动 / 部分自动化 / 完全自动化手持式工具使用手动 FUE 技术来收获毛囊单位的医师提供大的益处，因为其将导引医师来调整工具的插入角以避免横切或以其它方式损坏待收获的毛囊单位或组织。类似地，其将有益于使用手持式装置执行植入的医师。

[0060] 一个此种实施方案作为实例展示于图 8 中。在此实施例中，医师正使用手持式工具 44（举例来说，收获工具及 / 或植入工具）对患者进行手动操作，且他 / 她可佩戴具有高放大率的典型眼镜 50。图像获取装置 52（例如一个或一个以上相机）可附接到手持式仪器或工具 44。在一些额外实施例中，其可为独立的图像获取装置。图像处理器（例如计算机 42）可执行如本文中所描述的各种步骤且执行图像分析及处理，包含 3D 重构、表面拟合、确定现存毛囊单位的出射角、将出射角与工具的最小接近角进行比较及确定以上两个测量之

间的角偏移或在毛发植入程序的情况下确定虚拟毛发的所要出射角。监视器 40 可显示增亮的毛囊单位、基准位置或光秃点以及所有其它有用数据,举例来说,待收获的毛囊单位的出射角以及手持式工具相对于此(此些)待收获的毛囊单位的所提出定向或相对于 FU 将工具移动到恰当收获位置中所需的调整角度/距离。

[0061] 类似地,在植入程序的情况下,监视器 40 可显示在进行毛发植入中适用于实现正确的工具定向及植入角的额外参数,包含先前所论述的那些参数。在监视器上所显示的信息的导引下,医师可相对于经选择用于收获的 FU 调整他/她手中的收获工具的工具接近角及定向或他/她手中的用于植入的植入工具的定向。对手持式工具进行定向可由多种不同的机构来致动,举例来说,机械或电子机构。在一些实施例中,手持式工具的主体可操作地连接到具有角度指示器的导引结构或由其支撑。在监视器上所显示的先前所确定的插入角的导引下,用户可使工具的角度位置旋转直到角度指示器上的读数匹配监视器上的角度为止。所述工具可永久地或可拆卸地连接到导引结构及角度指示器。一些实施例可使用具有角度戳记的圆形刻度盘,在其它实施例中,其可为具有箭头及灯的电子显示器。图 8 示意性地表示安装于手持式工具 44 上的指示器 54 作为实例。在一些替代实施例中,手持式工具可包括电子地连接到成像系统的变换器或其它传感器(在图 8 中展示为 56)。或者,传感器 56 可为成像系统 52 的一部分。

[0062] 如所属领域的技术人员将了解,本发明的方法可至少部分地以软件体现且在计算机系统或其它数据处理系统中实施。因此,在一些示范性实施例中,硬件可与软件指令组合使用以实施本发明。举例来说,本发明的制品可包括机器可存取媒体,所述机器可存取媒体包含在由机器存取时致使所述机器执行例如以下操作的数据:确定感兴趣 FU 的出射角(作为个别出射角或作为群组的表示);挑选工具(例如,用于收获毛囊单位的工具或用于植入毛囊单位的工具)的最小接近角;将感兴趣 FU 的出射角与工具的最小接近角进行比较;及基于感兴趣 FU 的出射角与工具的最小接近角的比较的结果而相对于感兴趣 FU 对工具进行定向。

[0063] 可使用机器可读媒体来存储致使系统执行本发明的方法的软件及数据。上文所提及的机器可读媒体可包含能够以可由处理装置(举例来说,计算机)存取的形式存储及传输信息的任何适合媒体。所述机器可读媒体的一些实例包含但不限于磁盘存储装置、快闪存储器装置、光学存储装置、随机存取存储器等。

[0064] 前文所图解说明及描述的本发明实施例能有各种修改及替代形式,且应理解,一般来说本发明以及本文中所描述的特定实施例并不限于所揭示的特定形式或实施例,而是相反涵盖归属于所附权利要求书的范围内的所有修改、等效内容及替代方案。通过非限制性实例,所属领域的技术人员将了解,参考一个图或实施例所描述的特定特征或特性可在适合时与在另一图或实施例中所描述的特征或特性组合。类似地,本发明并不限于包含机器人臂的机器人系统的使用,且可利用其它自动化、半自动化或手动系统。

[0065] 尽管已在本发明的优选实施例中描述了本发明,但应理解已使用的字词为描述性而非限制性的字词。因此,可在不背离本发明的真实范围的情况下,在所附权利要求书内做出改变。

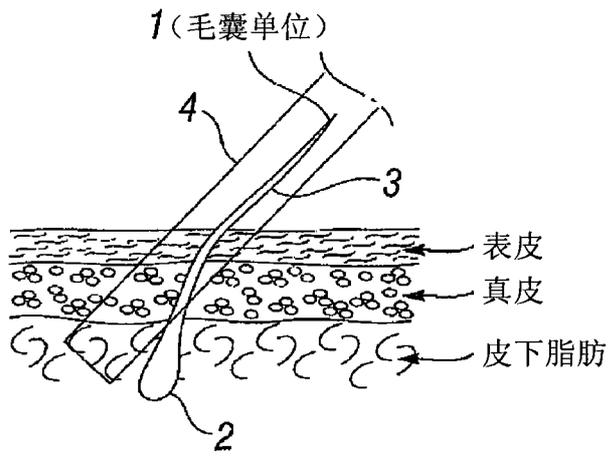


图 1

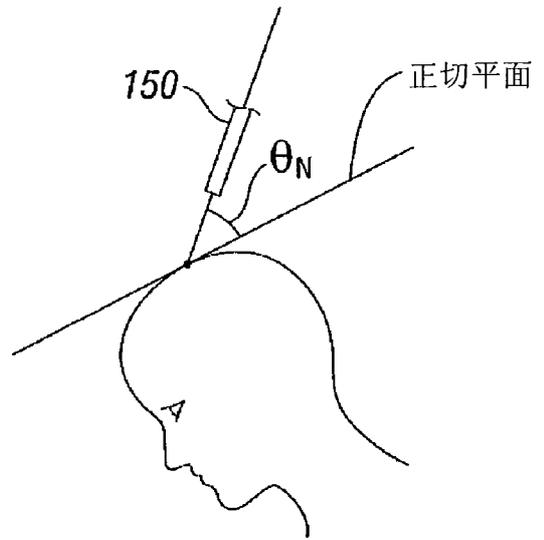


图 4A

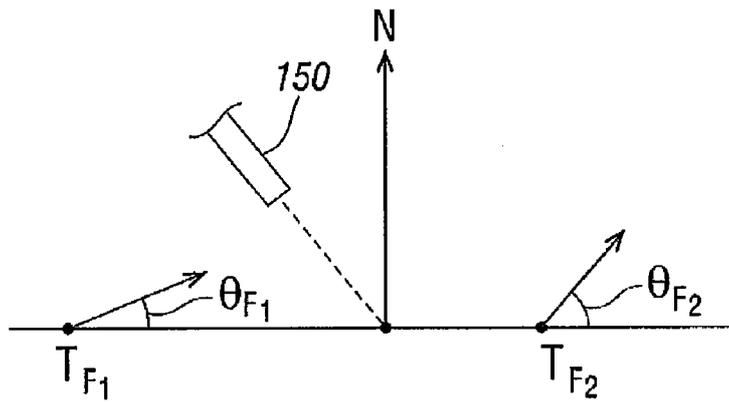


图 4B

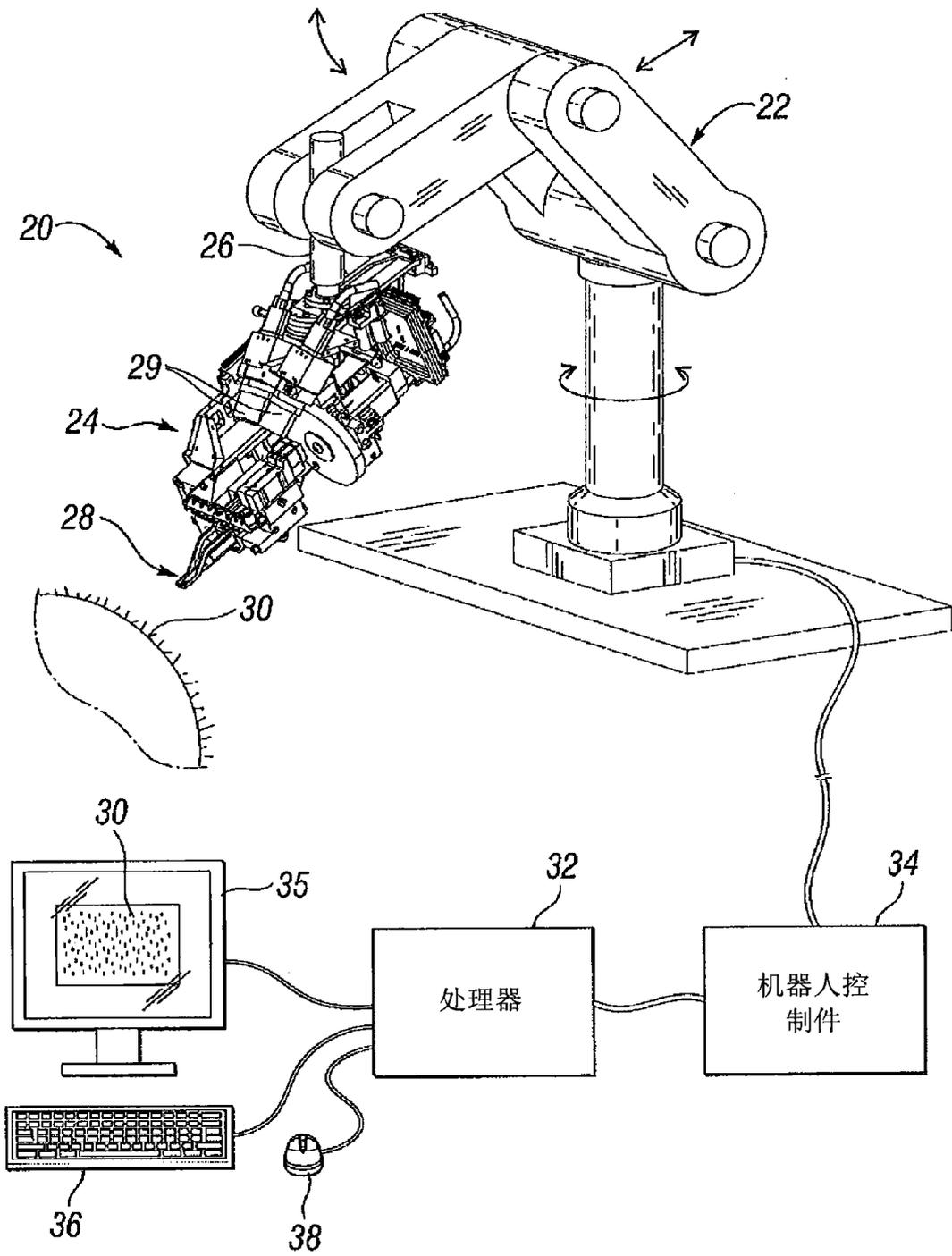


图 2

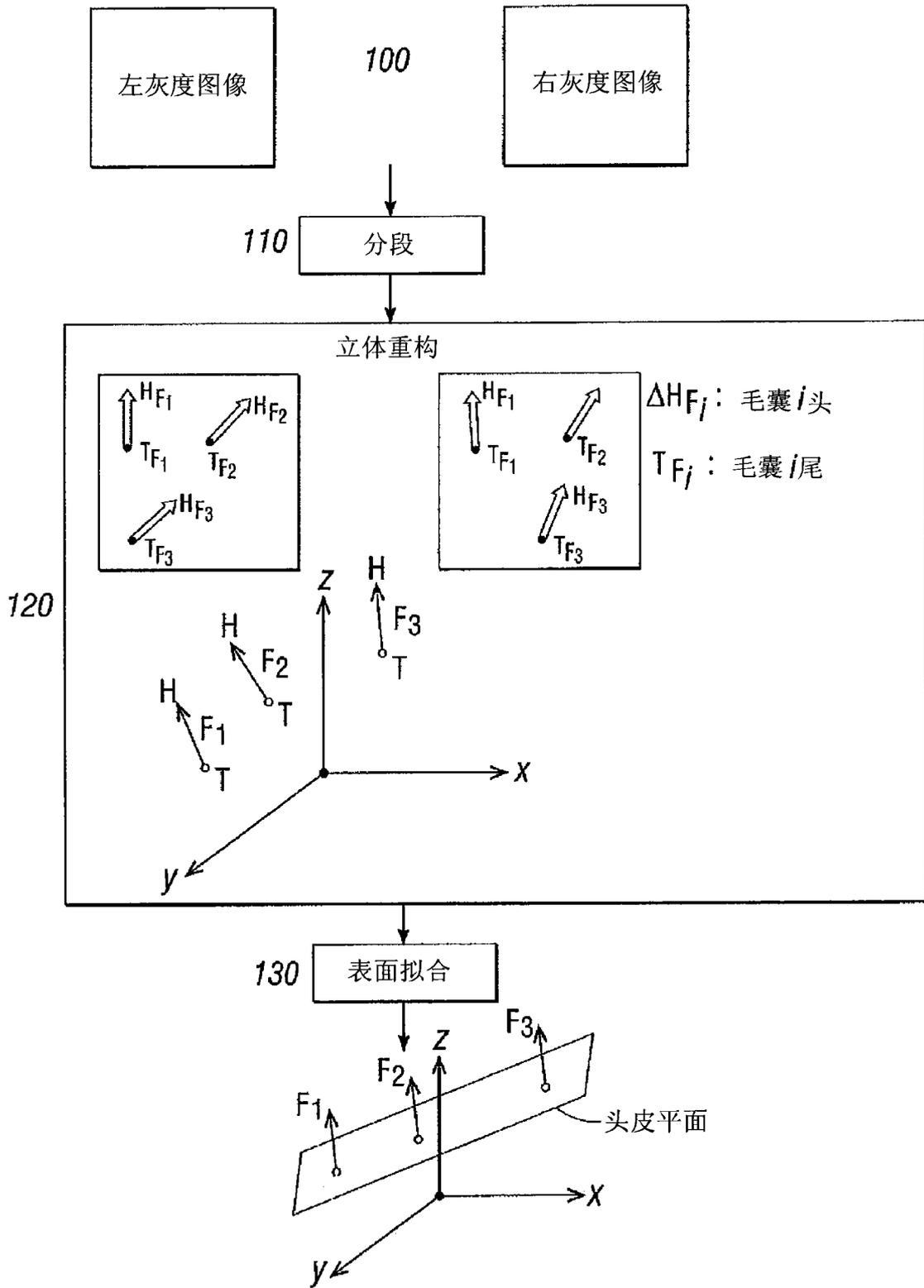


图 3

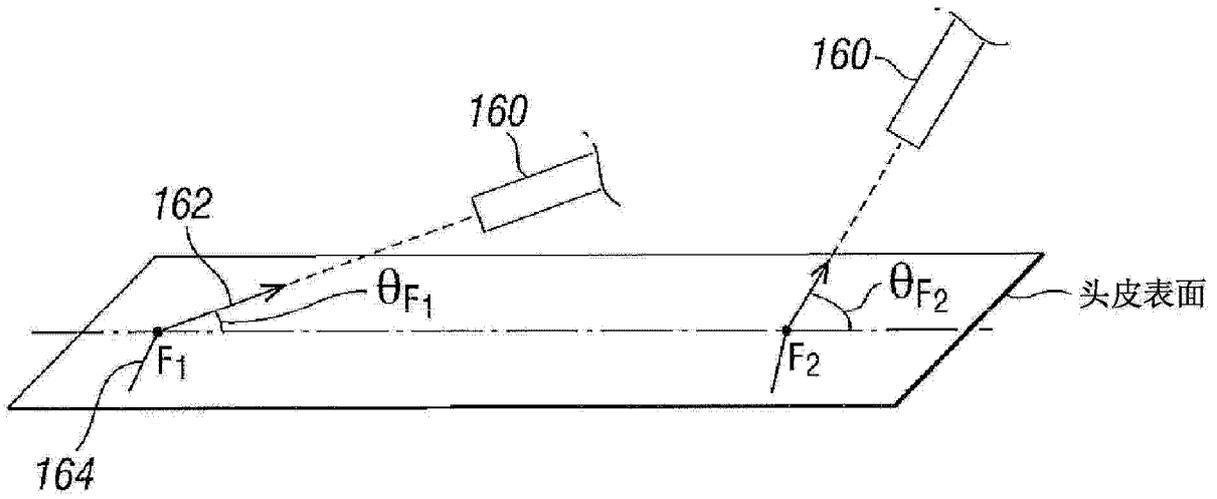


图 5A

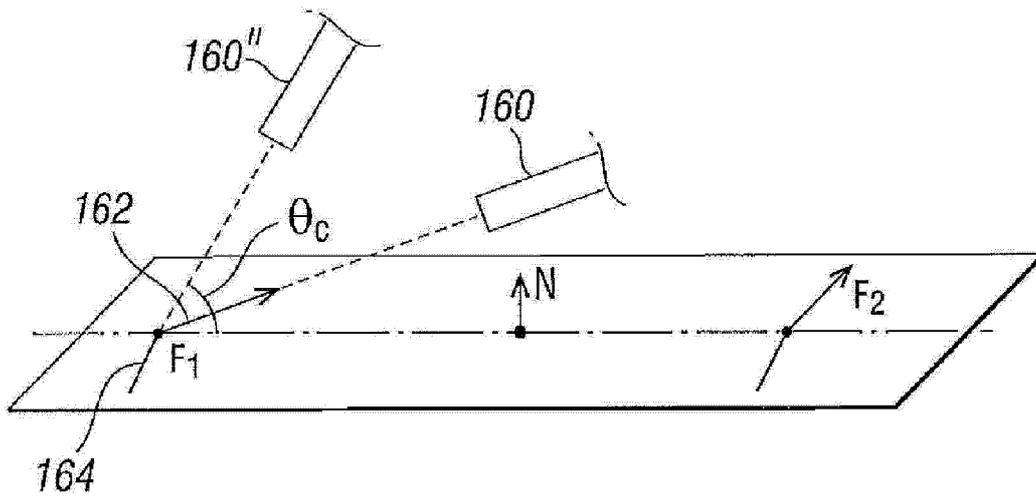


图 5B

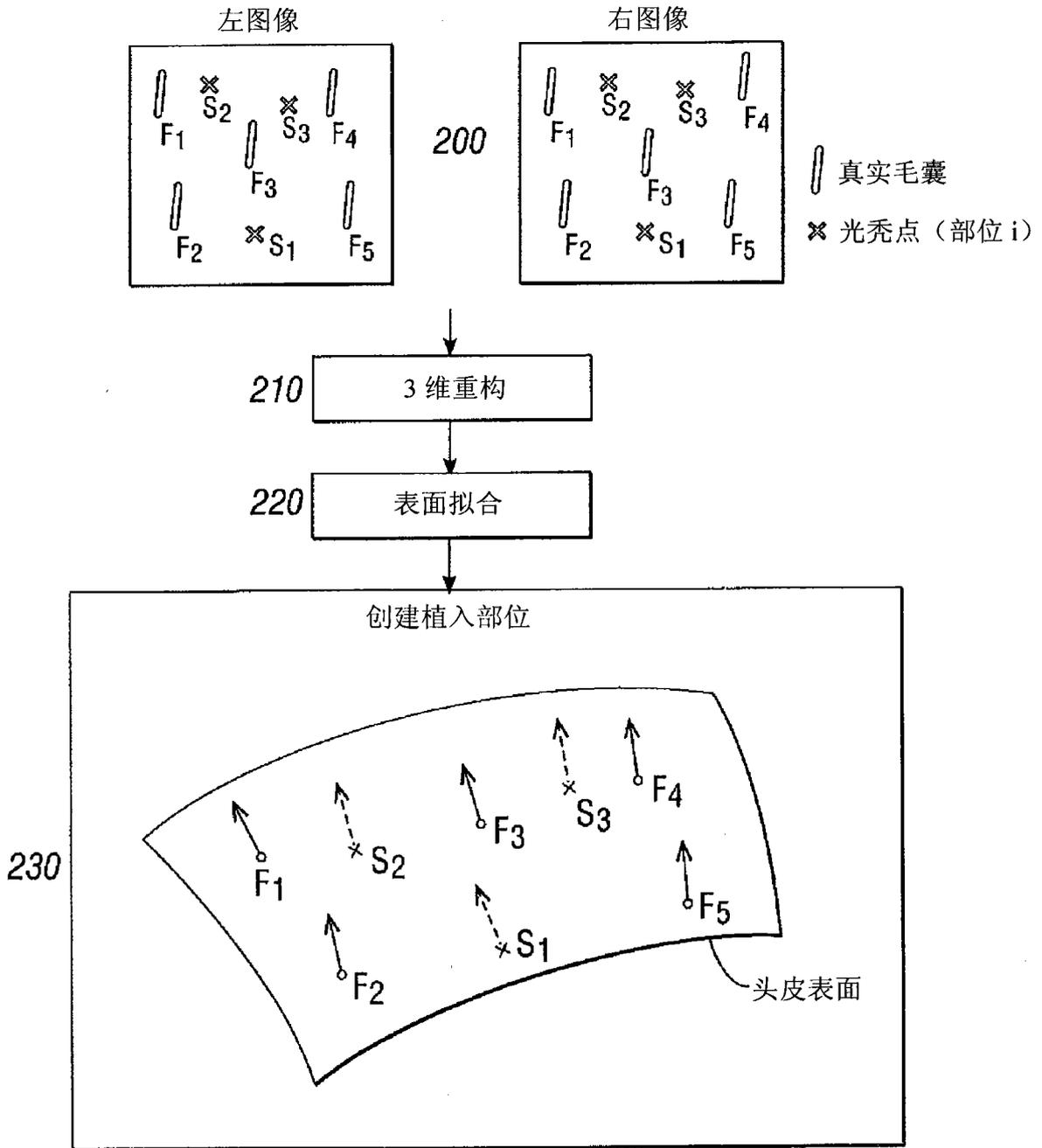


图 6

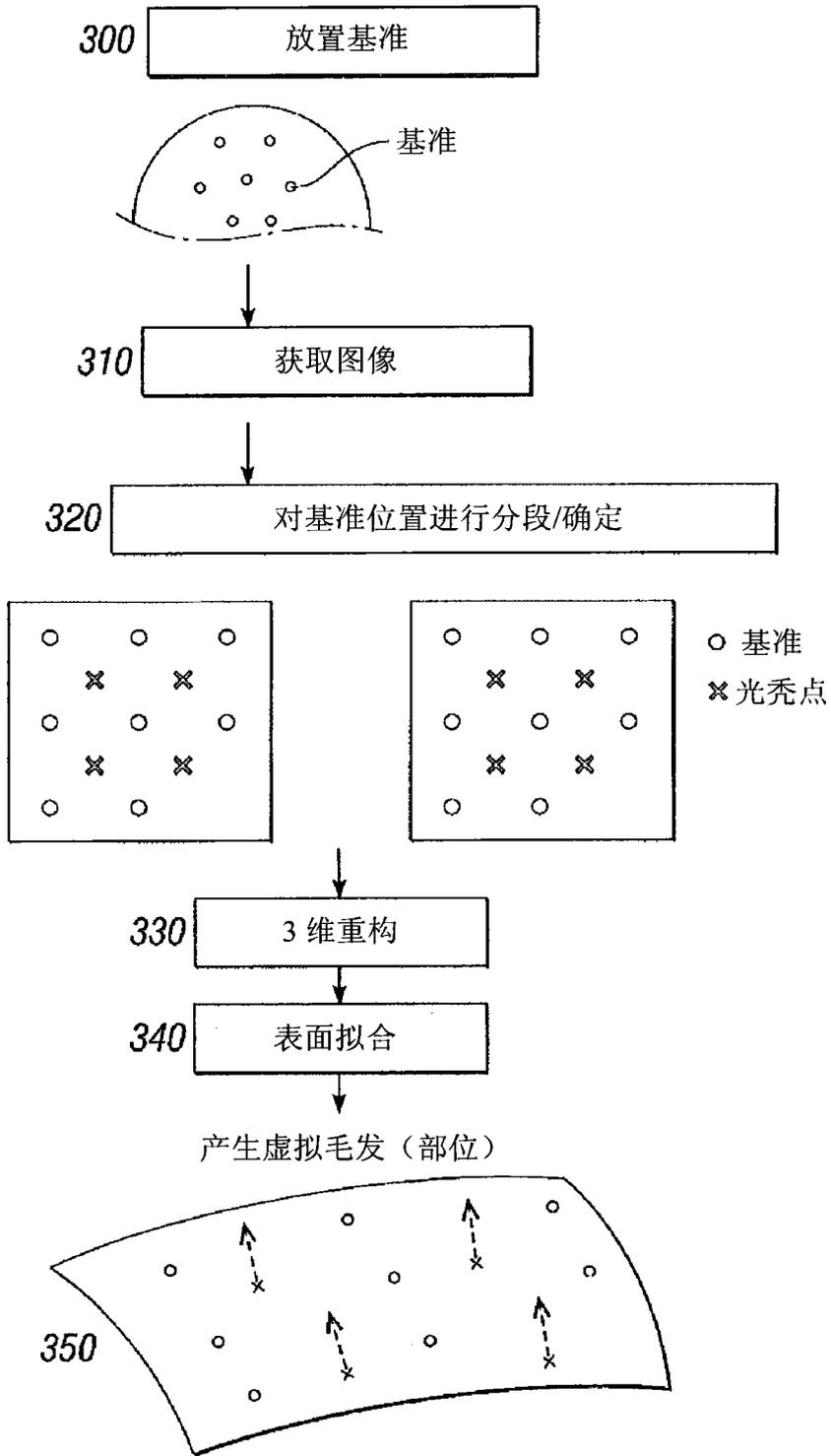


图 7

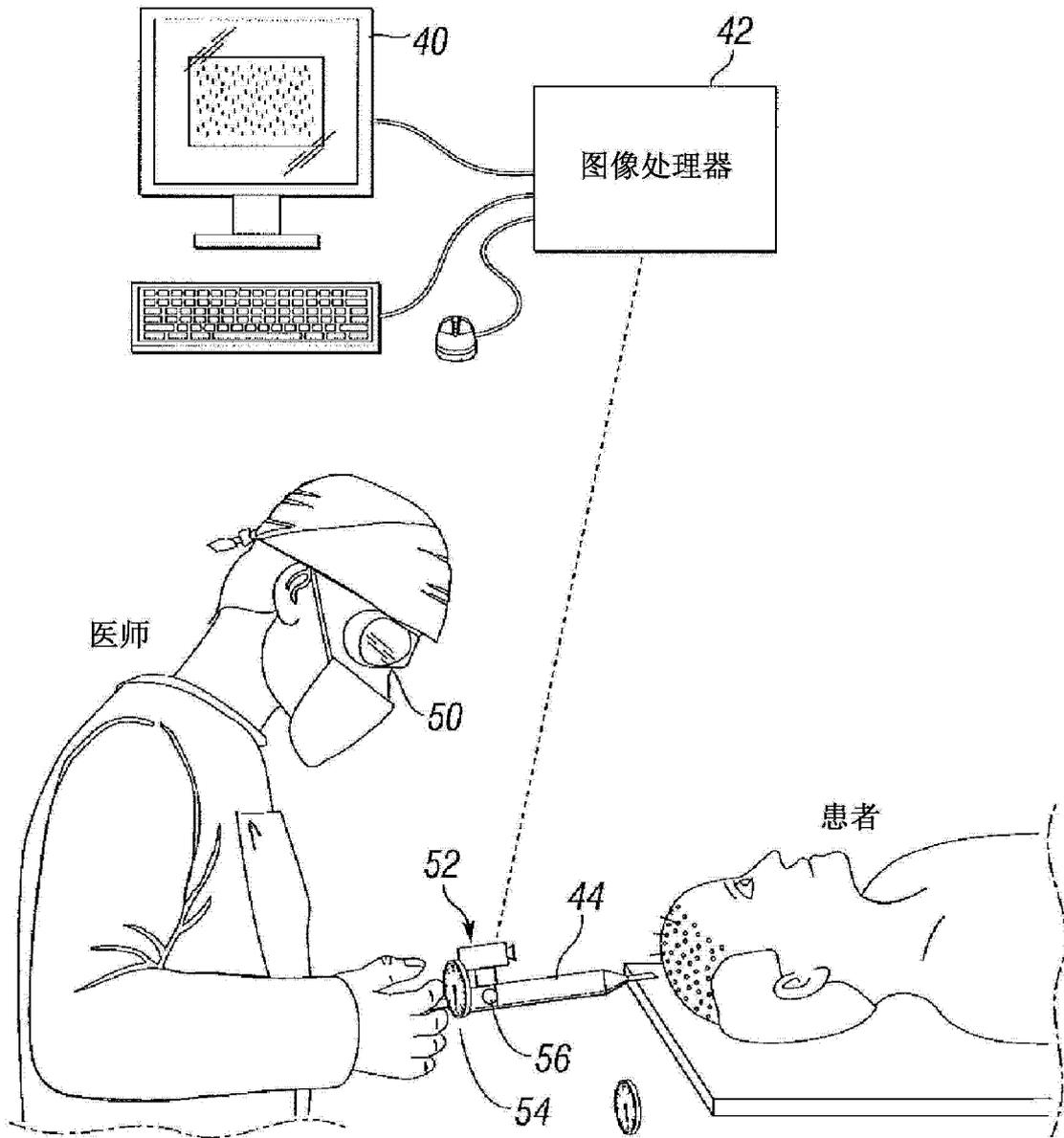


图 8