

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104471629 A

(43) 申请公布日 2015.03.25

(21) 申请号 201380030482.9

(74) 专利代理机构 北京市百伦律师事务所

(22) 申请日 2013.05.17

11433

(30) 优先权数据

代理人 周红力 陈少丽

P201230924 2012.06.13 ES

(51) Int. Cl.

G09B 9/00(2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014.12.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/ES2013/070315 2013.05.17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/186413 ES 2013.12.19

(71) 申请人 赛百瑞索路信有限公司

地址 西班牙安达卢西亚自治区韦尔瓦

(72) 发明人 胡安·何塞·赤查·巴瑞纳

弗朗西斯科·何塞·阿圭纳·聂图

巴西利奥·马奎奈兹·嘉西那

亚历杭德罗·威利亚兰·威斯克斯

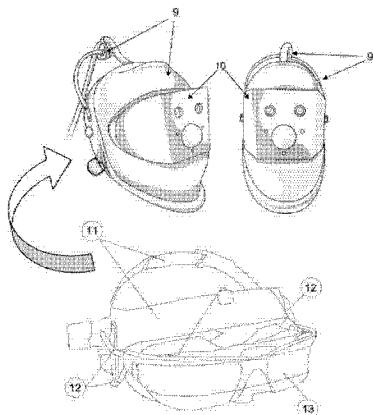
权利要求书3页 说明书13页 附图10页

(54) 发明名称

基于可以远程更新的增强现实模拟的用于焊接培训的先进装置

(57) 摘要

本发明涉及一种基于增强现实模拟的用于焊接培训的先进装置，其可以远程更新并允许模拟所有的工业焊接类型，即，涂覆的焊条(SMAW)、MIG/MAG(GMAW, FCAW)和TIG(GTAW)，所有的材料类型，以及所有的焊接位置中(1F到4F, 1G到6G, 6GR)的现有接头，通过使用增强现实技术，提供了一种真实焊接机器的非常精确的模拟，该增强现实技术允许不同层中的不同元件的交互，所有的这些通过用于检查、监控和评价学生的系统来执行，其允许老师包括经由远程基站实时测试学生而老师不必实际存在于培训教室中。



1. 基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置, 其特征在于,
 - a. CPU(中央处理单元), 其被设计成再现与真实焊接装备相同的外观, 其是便携式的并且包括: 用于系统菜单可视化的 LCD 监视器, 导航中心按钮, 退出按钮, 用于 MIGMAG(GMAW、FCAW) 和 TIG(GTAW) 焊炬的真实连接器, 用于焊条夹的真实连接器, 接通系统并启动增强现实校准的按钮, 用于焊条和用于 TIG 10(GTAW) 填充嵌条的连接器, 在线速度和电压之间变换的位置选择器, 当焊炬和面具不使用时放置它们的 4 个腿、1 个携带手柄和 2 个横向支持;
 - b. 真实焊炬 MIG/MAG(GMAW, FCAW), TIG(GTAW), 其通过修改它们具有 AR 标识的尖端来适应, 由于增强现实的人工视觉, AR 标记使得焊炬在三维空间可识别, 其在接下来允许他们与剩余元件相互配合;
 - c. 真实焊条夹, 其保持模拟焊条和模拟 TIG(GTAW) 填充嵌条并且其在外观、焊炬和重量上的设计与真实焊条和填充嵌条一样; 它们并入微电子图板和一些光纤软线, 以在模拟焊条和填充嵌条的表面中获得至少 3 个光点; 所有的这些使得焊条和填充嵌条都与剩余元件相互配合;
 - d. 模拟工件, 其被设计具有与真实焊接工件相同的尺寸、形式和厚度并且由塑料(PVC 或者类似物)制成; 它们表现与如今基于国际标准使用的接头类型相同的接头类型; 在工件表面上, 存在放在蓝色基底上的一些绿色 AR 标识, 其使得它们在三维空间可识别, 并且使得它们与剩余元件相互配合;
 - e. 用于工件的可拆卸的、便携式的和轻量的工作台, 其允许实践所有的焊接位置: 水平的、垂直的、角焊缝和在上头的;
 - f. 具有增强现实的焊接面具, 其已经被设计和制造为商业上的焊接面具; 通过固定系统, 它并入被放在眼镜高度的两个微照相机(以生成立体视觉), 其面向相同的方向和以生成图像连接点的会聚方式放置, 所述图像连接点接下来聚焦在远离照相机 40 厘米的距离处, 以最优化识别剩余元件: 工件、焊炬和焊条 / 填充嵌条; 它并入: 完美地适于用户面部轮廓的头盔式显示器以及实施练习时给用户显示增强现实的一些 3D 视频眼镜; 而且, 通过锚定系统, 它并入微型扬声器, 其放在用户的耳朵高度处, 允许他们听到真实的焊接声音, 因此他们甚至更接近现实; 为了便利人体工程学上使用该面具包括的所有线缆, 它们被收集在通到 CPU 的中心面板的唯一沟槽中; 这保证了所有连接的鲁棒性和可靠性并且减少了在焊接课程中由连续使用所引起的断开危险; 面具通过并入基于一个或者多个 LED(发光二极管)的发光系统和便利练习实施的散光器来完善;
 - g. 基于 Linux 版本(开源代码)的操作系统, 其已经被优化用于系统的特定要求, 所以它能够支持高分辨率 3D 图形和学生模拟器、老师模拟器与服务器之间以及虚拟教室(学生模拟器、老师模拟器和服务器组)与用于远程技术协助的中心之间的通信;
 - h. 网络构架, 其必须以稳定和安全的方式支持学生模拟器、老师模拟器、服务器与用于远程技术协助的中心之间的数据交换;
 - i. 执行数学算法, 其可以以 3D 方式模拟具有所有变量的真实焊接过程, 所有的变量包括: 进行中的水平(参数调整, 位置的确定, 材料、工件、气体和填充嵌条的选择), 实施(熔化、烟、飞溅、焊珠冷却、加热影响的区域), 结果和可能的焊接缺陷(重力、焊接孔隙、渗透过量、缺少熔化);

j. 数据矩阵, 其使得模拟器像真实焊接装备一样运行, 并且使其基于所选定的参数 - 电压、强度、气体类型、材料类型、接头类型、工件类型和位置, 焊接过程 (SMAW MIG/MAG (GMAW, FCAW) 或者 TIG (GNAW)) 提供与真实装备运行结果相同的结果;

k. 所实施的焊珠的技术和质量分析, 通过该分析老师可以知道练习中形成的错误并且还可以获得可比较的图形, 其显示了学生必须达到以运行良好练习的水平;

l. 一组用于选择必要焊接参数的菜单, 其帮助学生甚至更接近真实焊接装备的运行;

m. 具有菜单、连接器和按钮的人机界面, 其已经被设计成便利老师和学生的劳动;

n. 远程协助和更新, 其通过软件而不改变模拟器构架并且不必具有新的装备; 该工具允许用户根据领域 (汽车、航运工业、采矿) 要求不同的特征, 如: 新的焊接程序, 材料或者特定合金; 而且, 该系统给出了根据语言的任何部分并且实时提供技术远程协助的可能性;

o. 软件库, 其必须用于并入增强现实; 该方法, 学生将目视真实的工作环境, 其中, 他始终工作而不发现他自己在完全在真实世界之外的虚拟现实中。

2. 根据权利要求 1 的基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置, 其特征在于, CPU、焊炬、具有在立体视觉中用于增强现实的两个照相机的焊接面具、视频眼镜 (头盔式显示器)、工件 (平坦接头、对接接头、具有 T 型接头和管对接接头的 40 个工件); 该装置还允许与其它类型的焊接接头一起工作, 而没有任何限制。

3. 根据权利要求 1 和 2 的基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置, 其特征在于人工视觉, 针对以下三部分而构成的增强现实: 图像捕获、不同元件的检测以及焊接图形表示; 后两部分被划分到以下库: CV 图像, 其管理照相机的使用; CV 立体, 用于基于照相机创建视觉立体系统, 其由 CV 图像识别; 用于检测不同增强现实元件的库; 以及翻译最后一个库并且生成焊接图形的 Vlib。

4. 根据权利要求 1、2 和 3 的基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置, 该装置特征在于, 使用视频眼镜以目视通过增强现实所生成的过程; 视频眼镜关于以并入一些微显示器的形式的装置来构成, 其允许目视由计算机所生成的视频信号; 此外, 它具有两个微照相机 (立体视觉), 其同时工作并且放在商业上的焊接面具中 (如人在真实焊接中所使用的) 和在用户的眼睛高度处; 焊接面具 (自己的设计) 可替代地用于目视由增强现实所生成的过程并且它具有有一个或两个微显示器和两个玻璃透镜的能力并且并入必要的连接器以管理其到中央单元的连接性。

5. 根据权利要求 1、2、3 和 4 的基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置, 该装置特征在于, 两个照相机 (放在焊接面具中), 其有立体效果地捕获环境; 所获得的信息由生成叠加到真实环境上的虚拟图形的系统来处理; 这接下来实时生成混合现实, 其通过视频眼镜或者头盔式显示器提供给用户。

6. 根据权利要求 1、2、3、4 和 5 的基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置, 该装置特征在于, 两个照相机, 其生成立体视觉系统以检测环境中的元件; 该系统起像人眼的作用, 因为它通过包括在不同元件中的 AR 标识检测必须在真实焊接中的不同外围设备 (工件、焊炬、焊条或者填充嵌条) 和工作环境; 根据对象的几何形状, 装置并入两个类型的定位系统: 通过标识定位 (二维条形码) 或者通过 LED (发光二极管); 该后一个选择通过与焊条和填充嵌条都排成直线的三个 LED 来完成。

7. 根据权利要求 1、2、3、4、5 和 6 的基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置,该装置特征在于,真实焊接练习的模拟软件,其由老师软件通过网络来控制。

8. 根据权利要求 1、2、3、4、5、6 和 7 的基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置,该装置特征在于,因为装置与网络连接,可以下载用于系统的更新以及可以实时远程协助。

9. 根据权利要求 1、2、3、4、5、6、7 和 8 的基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置,该装置特征在于,因为该装置利用分布式应用,其允许不同的配置并且关于放在都通过两个以太网络连接的不同装备中的若干程序来构成;第一个以太网络是用户设施中的局域网,其针对学生模拟器、本地服务器和老师模拟器而构成;第二个以太网络连接第一网络和服务器。

10. 根据权利要求 9 的基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置,该装置特征在于,因为主要网络符合用户的模拟器的网络;并且它针对一个或者多个学生模拟器、中央服务器和具有老师软件的计算机而构成;与相同网络连接的所有装备形成教室配置;主要的网络还支持个人配置(独立配置),其中,仅仅一个学生模拟器和具有老师软件的计算机是必须的;在该最后的配置中,学生模拟器作为中央服务器工作;第二以太网络是用户中央服务器到其分布器的服务器的连接;该连接通过因特网形成;分布器的服务器具有用于每个装备的所有必要更新以及远程协助选项;更新管理通过以下程序来完成:用户中央单元经由因特网与分布器的服务器连接,并且形成更新的复制品;当学生模拟器开启,在其中央服务器中寻找更新并且如果它找到更新,它自动更新;远程协助也从分布器的服务器通过其(经由因特网)的连接到教室的中央服务器来管理。

基于可以远程更新的增强现实模拟的用于焊接培训的先进装置

[0001] 发明主题

[0002] 根据本描述性记忆的标题,本发明是一种“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接训练的先进装置”,其提供一种有效的且有效率的工具,用于在所有分支和工业过程中的焊接培训。

[0003] 本发明被设想用于其在焊接培训领域中的应用。

[0004] 为此,培训内容属于中级和高级教育时段,是对于非正式教育、对于大学教育、或者甚至对于工作中心中的培训以及基于由欧洲焊接联合会 (EWF) 和美国焊接协会 (AWS) 所建立的国际准则的培训。

[0005] 焊接背景

[0006] 焊接是一种非常复杂的过程,其存在于每天大多数的对象中:汽车、建筑物、电气设备、家具、基础设施。为此,焊接过程必须通过保证我们安全的有资质的人员来完成。这可以由合适的培训基于大多数高要求的准则来实现。

[0007] 如今,为了有机会得到该部分 (sector) 提供的各种各样的工作,对于焊接培训存在强烈的需要。目前的训练方法在以下方面需要重要的成本:基础设施(具有合适高度的设施、气体抽取系统以及超大型的电力设备),材料(必须之前准备的工件),消耗品(气体、焊条棒、填充嵌条),以及机器的修理和破坏或者损坏工件的替换,对于正好是第一次用焊接装备的学生或者甚至对于将学习新焊接过程的焊接者是通常的某些东西。

[0008] 而且,虽然在设施中存在昂贵的气体抽取系统,但是存在导致全球变暖的有害气体的重要排放。为此,必须减少现场时间,而不影响培训质量。

[0009] 好像这不是足够坏,所有的学生在学习过程中暴露到物理危险,(燃烧、电击、弹片伤害),特别是在其开始时,因为他们还不熟悉焊接装备和其运行。

[0010] 由于所有之前的原因,据说是目前的方法论在焊接培训中具有清楚的限制,所以必须投资新的资源,其避免这些限制而不降低教育质量。

[0011] 本发明包含关于设计和研发一种新的先进的装置,其目前不存在于全世界的技术市场中。新的装置将包括模拟利用不同材料和合金的所有类型的工业焊接、所有的工件类型以及所有的焊接位置。对于由公司完成的焊接者召集 (recruitment) 过程;对于现场实践时间的重要百分比的替代;以及对于基于国际准则 EWF 和 AWS 的认证和认可过程,这是非常有用的。

[0012] 本发明的一些理想的是:使模拟系统和适应先进教育的培训有以下可能性:更有效、可持续、多用途、直观以及更容易使用;在学习过程中激发学生积极性,以及便利教室中和不同练习的评估中老师的劳动。

[0013] 本发明提供了一种关于先进的模拟系统的非常重要的理解,该模拟系统被设计用于培训,以便于便利未来的焊接者的学习过程。所有这些将促进焊接活动以及还有培训系统的发展和生产力。

[0014] 本发明的目的是介绍用于焊接模拟的目前装置中的重要创新。简而言之,本发明

的目的是设计和研发一种新的装置,一个技术上的飞跃以带来新技术的最大优点,从而使用它们而对学生、老师和培训中心有益。在这种情况下,这驱动了焊接培训的商业过程中的发展和生产力。

[0015] 正如之前所说,如今,在经济活动的不同部分中,为了有机会得到需要资质的工作,对于焊接培训存在一种强烈的需要

[0016] 目前的焊接培训在以下方面需要重要的成本:材料(工件)、消耗品(气体、焊条棒)、机器的修理以及损坏工件的替换。

[0017] 与之前想法一致的是,还在时间上存在重要成本,因为课程具有学生用来熟悉焊接装备和所有的其元件的大量时间。

[0018] 目前的培训系统具有大量的限制并且,为此,模拟技术被用作焊接者学习过程中的支持工具。

[0019] 这些限制包括重要的时间成本,因为许多现场时间由学生用来习惯于焊接装备,因此,在学习和培训过程中不存在许多有效时间。为此并且由于目前培训系统具有的大量限制和缺点,模拟技术已经被引入作为焊接者学习过程中的支持工具。

[0020] 虽然现在市场中存在焊接模拟器,但是它们具有如下的若干限制:

[0021] 1. 它们是单独的装置,所以它们仅仅由一个学生来使用并且在学生和老师之间不存在互动。对老师来说,如果他想评价一个学生的技能,他必须注意他,并且这意味着他不得不忽视剩下的培训者。

[0022] 2. 为了使用这些装置,必须有以前的理解,因为他们不是直观的。这也对学生是附加的困难。

[0023] 3. 他们看起来不像真实的焊接装备并且他们并不入真实的连接器、炬或者焊接面具,或者,因此学生不能熟悉真实焊接的使用。

[0024] 4. 大部分这些装置不评估学生的学习水平以及不监控特定学生的历史,该历史可以被存储并且当认为必要时由老师翻阅。

[0025] 5. 这些装置不与所有类型的焊接接头和所有的焊接位置一起工作,因此学生培训完全被限制。

[0026] 6. 所有的工业焊接过程不能由这些装置来进行并且尤其不能适于像采矿或者航空的特定领域的焊接材料。

[0027] 7. 这些装置中的一些不允许学生调整焊接参数并且不支持焊接视觉及声音效果。而且,他们不表现具有真实外观和焊接缺陷的焊珠,因此,学生不能目视它们并且理解他们为什么出现。

[0028] 8. 最初的配置不能被延展,因此他们不能研发可以在多媒体领域中和3D动画制作中所产生的进展。

[0029] 9. 这些装置已经遵循了工业方法,因此它们的仅有目的是去模仿焊接模拟器,而不考虑必须在教育学工具中存在的教导方法,所述教育学工具的目的是提供更好的培训。

[0030] 10. 它们不与最近的和大多数先进技术,而是与虚拟现实一起工作,因此它们在短期内变得无用。在它们的最佳状态,目前的模拟器并入通过其生成虚拟工作环境(非真实)的虚拟现实。在该情况中,完全失去参考工作环境,因此学生将不经历在真实的现场发生什么和在训练过程中的重要限制中发生什么:学生目视数字现场,同时他在完全不同的房间。

对于工件（在最好的情况中它们由与真实工件具有不相同特征和尺寸的物理工件来表现）和焊炬，发生相同的事情。

[0031] 虚拟现实几乎限制通信技术，因为它想用户沉浸于不存在的“现实”（由计算机所创建的世界）中。

[0032] 该技术已经由（存在于本发明中）增强现实大大地超过，其将真实元件与虚拟图像相结合。用户可以工作并且检查 3D 对象，同时他接收关于这些对象和他正从事的任务的附加信息（例如，文本，图形，等等）。为此，增强现实允许用户总是与他的工作环境接触，所以计算机的角色正好是“增强”现实，以改进教育学经历。

[0033] 虚拟现实和增强现实之间的主要不同在于在其中它们使用真实世界的方法。正如以前所说，虚拟现实想用户沉浸于不表现真实世界的虚拟世界中，而增强现实允许学生目视真实世界并且通过叠加或者构成虚拟 3D 对象“增强”该环境的视觉。明确地，增强现实给出了印象：真实和虚拟世界同时存在于相同环境中。

[0034] 简而言之，可以说，增强现实将计算机带到真实工作环境，而虚拟现实系统尝试将真实世界带入计算机。

[0035] 模拟在培训过程中的研发

[0036] 当提出学生的培训课程表时，必须考虑教导工具，其将用来完善培训的不同阶段。这些工具中的一个是模拟，其允许提出在其中可以区别所有变量和参数的任何动态系统。

[0037] 如今，在现在的教育系统中执行模拟技术是现实。理解特别的机构、技术操作者和系统的必要性已经导致使用计算机作为学习工具并且现在的多媒体环境和强大的图片编程工具对于老师非常有用。

[0038] 至于模拟环境和工具的研发，在一般的水平或者焊接领域，可以说，在使用已经出现多年的若干工具方面已经提出了重要的改变和进步。

[0039] 以下分类将模拟器的三个大时段或者代分组：

[0040] 第一代的模拟器

[0041] a. CAI 应用

[0042] b. Basic、Pascal 和 Logo 中的应用，特征在于：

[0043] • 具有低图形可能性的应用

[0044] • 与学生低交互

[0045] • 严格的模拟情景。

[0046] • 不存在用于创造性的模拟。

[0047] 第二代模拟器

[0048] a. 在 Windows Neobook、工具书、Director 和 Macromedia 中的多媒体应用

[0049] b. 存在用于模拟的特定应用，特征在于，

[0050] • 并入图形元件以及各种各样的对象（按钮、滑块、仪表、示踪物）。

[0051] • 允许并入脚本和宏。

[0052] • 自评估活动。

[0053] • 基于学生的学习过程设计不同计划（itinerary）的可能性。

[0054] 第三代模拟器

[0055] a. 图形环境和语言：C++、Visual Basic、Delphi、Java

[0056] b. 根据以下特征组成环境的模拟工具：

[0057] • 与外侧连接的环境。

[0058] • 多媒体资源的完全管理。

[0059] • E- 学习应用

[0060] • 学习技术和智能辅导行为

[0061] • 通信协议 TCP/IP

[0062] • 面向对象的编程技术

[0063] • 并入 OLE 和 ActiveX 技术

[0064] 正如可以被观察到的,所有的模拟工具已经明确地通过时间来研发,因为它们已经并入新的技术和功能,其已经将它们变成更鲁棒性、多用途和实践的装置。

[0065] 传统的教育方法已经由信息和通信技术来影响,因此,教育的世界也引入这些进展,以使其更加有效。

[0066] 增强现实概念

[0067] 在最近的技术一代,我们可以发现增强现实,其用来限定真实世界的物理环境的直接或者间接视觉,其元件与真实元件相结合以实时创建混合现实,在该情况下,这改进了用户的培训和教育学经历。该新技术补充对真实世界的预测和交互并且允许用户在具有由计算机生成的附加信息的“增强的”真实世界中。出于所有以前的原因,增强现实许多领域提出交互的非限制机会,如:建筑、娱乐、艺术、医药或者虚拟社区。

[0068] 然而,增强现实技术在培训领域中的理解和应用能力是极少的,这是由于其研发状态和其通常在每天社会范围中的存在。在教育范围中使用该技术的调查、研发和蔓延将因此助于其在教学社区中的延伸。

[0069] 按照以上的情形,如今存在若干系统,其注意焊接领域中的教学范围,如模拟器。然而,这些模拟器已经具有若干限制,所以更多的调查完全必要以在该范围内完成新的技术研发。

[0070] 回顾市场中的产品

[0071] 根据现在市场中的模拟的状态,西班牙公司“Apolo Studio”提出了它的产品“WeldTrainer”,与本发明相比,其具有以下限制:

[0072] • 中等的图形化水平。

[0073] • 虚拟现实技术。

[0074] • 不使用真实的焊接连接器和焊炬。

[0075] • 不使用真实的焊接位置。

[0076] • 不存在 TIG (GTAW) 模拟。

[0077] • 不支持焊管(仅仅以图形表现的方式)

[0078] • 不具有老师软件或者工作台。

[0079] • 它体积大并且重。

[0080] • 它更贵。

[0081] 法国公司“Diginext”提出其产品“CS-Wave”,与本发明相比,其具有以下限制:

[0082] • 中 - 高级的图形化水平。

[0083] • 虚拟现实技术。

[0084] • 不使用真实的焊接连接器和焊炬。

[0085] • 不支持焊管（仅仅以图形表现的方式）。

[0086] • 不具有老师软件或者工作台。

[0087] • 它体积大并且重。

[0088] • 它更贵。

[0089] 奥地利公司“Fronius”在商场上销售其产品“Virtual Welding”，与本发明相比，其具有如下限制：

[0090] • 它不重现焊接效果：烟、飞溅，等等。

[0091] • 它不重现焊珠缺陷。

[0092] • 虚拟现实技术

[0093] • 不使用真实的焊接连接器和焊炬。

[0094] • 它不使用真实的焊接位置

[0095] • 在具有填充嵌条的 SMAW 和 TIG(GTAW) 中不存在任何模拟。

[0096] • 它不具有老师软件或者工作台。

[0097] • 它体积大并且重。

[0098] 最后，Lincoln Electric(E. E. U. U) 提出了最先进的产品，其是“VRTEX360”，但是在将其与本发明相比较时也具有限制：

[0099] • 虚拟现实技术。

[0100] • 未使用真实的焊接连接器和焊炬。

[0101] • 它不支持焊管（仅仅以图形表现的方式）。

[0102] • 它不具有老师软件或者工作台。

[0103] • 它体积大并且重。

[0104] • 它基本上更昂贵。

[0105] 作为一种结论方式，所提出的系统将以虚拟方式生成，仅仅是在焊接施工时用户的动作的结果，以及像熔池、飞溅、烟的焊接效果。学生将与具有真实尺寸的真实工件一起工作（基于欧洲焊接联合会和美国焊接协会的国际准则），以当他利用真实装备焊接时让他熟悉真实的焊接位置，其与他的环境、剩余的学生和老师相互配合。所获得的感受更加真实，因此学习过程更有效和有用。这是并入新装置的主要创新之一，其给现在的培训过程带来了彻底变革，因为使用真实的焊炬和连接器让用户实施相同动作，仿佛他与真实装备和工件一起工作。作为最后的结论，该新装置将明显改进现在的学习过程。

[0106] 出于所有的以上原因，本发明想改进焊接培训，因为在真实的焊接场景（工件类型、厚度、位置、材料类型、接头类型）中以及在引入焊接装备需要的所有必要参数（强度、电压、保护、气体、电线 / 焊条 / 填充嵌条直径 / 极性）的可能性的情况下，用户将能够在整个焊接过程中使用真实元件（焊炬、连接器、焊接装备），因此，获得真实的结果。此外，老师可以以非常简单的方式组织不同的课程和学生，以及设计焊接练习，从而基于学生水平将他们分派给用户。老师将能够实时监控练习并且不必实际存在于教室中。这可能是由于也是模拟器装置一部分的老师软件。

[0107] 本发明的说明

[0108] 经由说明“基于利用增强现实的模拟和远程更新的焊接培训的先进装置”，它是一

个教育方面的技术,其允许通过已经由本申请人研发的增强现实来模拟所有的工业焊接类型-SMAW、MIG/MAG (GMAW、FCAW)、以及 TIG (GTAW),所有的材料,所有的焊接接头和所有的焊接位置 (1F 到 4F, 1G 到 6G, 6GR)。该装置提供与若干层中的不同元件相互配合的可能性,并且其由控制系统来执行以监控和评估学生而不必是实际存在于培训中心中。本发明的目的是减少这些实践涉及的现场时间和成本。而且,它假装提供更具吸引性、激励、安全和可持续的培训,其能够适于客户的需要。该教育方面技术的应用是:启蒙的和高级培训,在焊接者补充中帮助以及基于主要标准准则在认可和认证过程中的支持。装置特征在于以下元件:

[0109] 1. CPU(中央处理单元),其被设计成再现与真实焊接装备相同的外观。其是便携式的并且包括:用于系统菜单可视化的 LCD 监视器,导航中心按钮,退出按钮 (scape button),用于 MIGMAG (GMAW、FCAW) 和 TIG (GTAW) 焊炬的真实连接器,用于焊条夹的真实连接器,接通系统并启动增强现实校准的按钮,用于焊条和用于 TIG 10 (GTAW) 填充嵌条的连接器,在线速度和电压之间变换的位置选择器,当焊炬和面具不使用时放置它们的 4 个腿、1 个携带手柄和 2 个横向支持。

[0110] 2. 真实焊炬 MIG/MAG (GMAW, FCAW), TIG (GTAW), 其通过修改它们具有 AR 标识的尖端来适应,由于增强现实的人工视觉,AR 标记使得焊炬在三维空间可识别,在接下来允许他们与剩余元件相互配合。

[0111] 3. 真实焊条夹,其保持模拟焊条和模拟 TIG (GTAW) 填充嵌条并且其在外观、焊炬和重量上的设计与真实焊条和填充嵌条一样。它们并入微电子图板和一些光纤软线,以在模拟焊条和填充嵌条的表面中获得至少 3 个光点。所有的这些使得焊条和填充嵌条都与剩余元件相互配合。

[0112] 4. 模拟工件,其被设计具有与真实焊接工件相同的尺寸、形式和厚度并且由塑料 (PVC 或者类似物) 制成。它们表现与如今基于国际标准使用的接头类型相同的接头类型。在工件表面上,存在放在蓝色基底上的一些绿色 AR 标识,其使得它们在三维空间可识别,并且使得它们与剩余元件相互配合。

[0113] 5. 用于工件的可拆卸的、便携式的和轻量的工作台,其允许实践所有的焊接位置:水平的、垂直的、角焊缝和在上头的。

[0114] 6. 具有增强现实的焊接面具,其已经被设计和制造为商业上的焊接面具。通过固定系统,它并入被放在眼睛高度的两个微照相机 (以生成立体视觉),其面向相同的方向和以生成图像连接点的会聚方式放置,所述图像连接点接下来聚焦在远离照相机 40 厘米的距离处,以最优化识别剩余元件:工件、焊炬和焊条 / 填充嵌条。它并入:完美地适于用户面部轮廓的头盔式显示器以及实施练习时给用户显示增强现实的一些 3D 视频眼镜。而且,通过锚定系统,它并入微型扬声器,其放在用户的耳朵高度处,允许他们听到真实的焊接声音,因此他们甚至更接近现实。为了便利人体工程学上使用该面具包括的所有线缆,它们被收集在通到 CPU 的中心面板的唯一沟槽中。这保证了所有连接的鲁棒性和可靠性并且减少了在焊接课程中由连续使用所引起的断开危险。面具通过并入基于一个或者多个 LED (发光二极管) 的发光系统和便利练习实施的散光器来完善。

[0115] 7. 基于 Linux 版本 (开源代码) 的操作系统,其已经被优化用于系统的特定要求,所以它能够支持高分辨率 3D 图形和学生模拟器、老师模拟器与服务器之间以及虚拟教室

(学生模拟器、老师模拟器和服务器组)与用于远程技术协助的中心之间的通信。

[0116] 8. 网络构架,其必须以稳定和安全的方式支持学生模拟器、老师模拟器、服务器与用于远程技术协助的中心之间的数据交换。

[0117] 9. 执行数学算法,其可以以 3D 方式模拟具有所有变量的真实焊接过程,所有的变量包括:进行中的水平(参数调整,位置的确定,材料、工件、气体和填充嵌条的选择),实施(熔化、烟、飞溅、焊珠冷却、加热影响的区域),结果和可能的焊接缺陷(重力、焊接孔隙、渗透过量、缺少熔化)。

[0118] 10. 数据矩阵,其使得模拟器像真实焊接装备一样运行,并且使其基于所选定的参数(电压、强度、气体类型、材料类型、接头类型、工件类型和位置,焊接过程(SMAW, MIG/MAG(GMAW, FCAW) 或者 TIG(GNAW))) 提供与真实装备运行结果相同的结果。

[0119] 11. 所实施的焊珠的技术和质量分析,通过该分析老师可以知道练习中形成的错误并且还可以获得可比较的图形,其显示了学生必须达到以运行良好练习的水平。

[0120] 12. 一组用于选择必要焊接参数的菜单,其帮助学生甚至更接近实际焊接装备的运行。

[0121] 13. 具有菜单、连接器和按钮的人机界面,其已经被设计成便利老师和学生的劳动。

[0122] 14. 远程协助和更新,其通过软件而不改变模拟器构架并且不必具有新的装备。该工具允许用户根据领域(汽车、航运、工业、采矿)要求不同的特征,如:新的焊接程序,材料或者特定合金。而且,该系统给出了根据语言的任何部分并且实时提供技术远程协助的可能性。

[0123] 15. 软件库,其必须用于并入增强现实。该方法,学生将目视真实的工作环境,其中,他始终工作而不发现他自己在完全在真实世界之外的虚拟现实中。

附图说明

[0124] 为了更好地理解本发明并实现它,我们已经附加了若干图,其用于图示性目的但不限于:

[0125] 图 1-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”CPU 的主视图。

[0126] 图 2-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”CPU 的内部。

[0127] 图 3-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”CPU 的内部备用部分。

[0128] 图 4-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”CPU 的前面板。

[0129] 图 5-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”CPU 的控制面板。

[0130] 图 6-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的真实焊炬连接器。

[0131] 图 7-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的部件

分布的内部框架。

[0132] 图 8-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 MIG(GMAW) 焊炬尖端。

[0133] 图 8.A-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 MIG(GMAW) 焊炬尖端。左上透视图。

[0134] 图 8.B-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 MIG(GMAW) 焊炬尖端。下侧透视图。

[0135] 图 8.C-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的用于焊接培训的先进装置”的 MIG(GMAW) 焊炬尖端。右上透视图。

[0136] 图 8.D-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 MIG(GMAW) 焊炬尖端。右侧透视图(D)。

[0137] 图 8.E-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 MIG(GMAW) 焊炬尖端。后视图。

[0138] 图 8.F-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 MIG(GMAW) 焊炬尖端。左侧视图(B)。

[0139] 图 8.G-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 MIG(GMAW) 焊炬尖端。左下侧透视图。

[0140] 图 8.H-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 MIG(GMAW) 焊炬尖端。上侧视图(A)。

[0141] 图 8.I-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 MIG(GMAW) 焊炬尖端。右下侧透视图。

[0142] 图 9-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 TIG(GTAW) 焊炬尖端。

[0143] 图 9.A-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 TIG(GTAW) 焊炬尖端。左上透视图。

[0144] 图 9.B-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 TIG(GTAW) 焊炬尖端。下侧视图(C)。

[0145] 图 9.C-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 TIG(GTAW) 焊炬尖端。右上透视图。

[0146] 图 9.D-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 TIG(GTAW) 焊炬尖端。右侧视图(D)。

[0147] 图 9.E-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 TIG(GTAW) 焊炬尖端。后视图。

[0148] 图 9.F-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 TIG(GTAW) 焊炬尖端。左侧视图(B)。

[0149] 图 9.G-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 TIG(GTAW) 焊炬尖端。左下侧透视图。

[0150] 图 9.H-“基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 TIG(GTAW) 焊炬尖端。上侧视图(A)。

[0151] 图 9. I- “基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”的 TIG(GTAW) 焊炬尖端。右下视图。

[0152] 图 10- 具有两个微照相机（立体视觉）、头盔式显示器、具有 LED 和散光器的照明系统、微型扬声器和单个线缆的增强现实焊接面具。

[0153] 图 11- 工件，其表现不同接头类型：板对接接头，板 T 型接头、板搭接接头、管 T 型接头以及管对接接头（角焊缝和 V 型沟）。所有的这些并入 AR 标记布局的设计。

[0154] 代表不同类型的待焊接接头的工件在：

[0155] 图 12—板对接接头

[0156] 图 13—板搭接接头

[0157] 图 14—板 T 型接头

[0158] 图 15—管 T 型接头

[0159] 图 16—管对接接头（V 型沟）

[0160] 图 17—焊条棒和 TIG(GTAW) 填充嵌条。

[0161] 不同的图具有以下例举的元件：

[0162] 1. 用于系统菜单可视化的 LCD 监控器。

[0163] 2. 导航中心按钮。

[0164] 3. 退出 / 返回 / 撤销按钮。

[0165] 4. 用于 MIG/MAG(GMAW) 和 TIG(GTAW) 焊炬的真实连接器。

[0166] 5. 用于焊条夹的真实连接器。

[0167] 6. 打开按钮和 AR 校准按钮。

[0168] 7. 用于焊条和 TIG(GTAW) 焊丝材料的连接器

[0169] 8. 用于线速度和电压的位置选择器。

[0170] 9. 具有线缆管理系统的焊接面具。

[0171] 10. 防止落下并且锚定到焊接面具的保护罩。

[0172] 11. 头盔式显示器。

[0173] 12. 开拓者锚定系统。

[0174] 13. 视频眼镜。

[0175] 本发明的优选实施例

[0176] “基于利用增强现实的模拟和利用远程更新的焊接培训的先进装置”是一种模拟器，其提供与真实现场相似的环境，所以用户可以实施与现实中相同动作和焊接过程。其关于以下元件构成：

[0177] 1. 基于 Linux 版本（开源代码）的操作系统，其已经被优化用于系统的特定要求，所以它能够支持高分辨率 3D 图形和学生模拟器、老师模拟器与服务器之间以及虚拟教室（学生模拟器、老师模拟器和服务器组）与用于远程技术协助的中心之间的通信。

[0178] 2. 执行数学算法，其可以以 3D 方式模拟具有所有变量的真实焊接过程，所有的变量包括：进行中的水平（参数调整，位置的确定，材料、工件、气体和填充嵌条的选择），实施（熔化、烟、飞溅、焊珠冷却、加热的影响区域），结果和可能的焊接缺陷（重力、焊接孔隙、渗透量、缺少熔化）。以相同的方式，它可以模拟不同的焊接过程：SMAW、TIG(GTAW) 和 MIG/MAG(GMAW/FCAW) 并且可以检测由用户在焊接实施中形成的不同错误。这些算法还考虑不同

材料的物理属性,以提供与这些属性、所选定的焊接参数以及用户的实施一致的最后结果。

[0179] 3. 特定的老师软件,其以综合的方式管理针对不同学生模拟器而构成的虚拟教室,该区域学生模拟器彼此内部连接并且接下来通过局域网与老师笔记本电脑 / 计算机连接。老师软件允许管理教室、学生和练习,并且实时和远程地监控学生模拟器的活动。而且,在本文档中所要求的学生模拟器并入针对计划真实焊接装备的准确性能的若干集成软件库而构成的其自己的软件,并且提供与现实中一样的结果,这基于以下:由老师 / 学生所选定的焊接参数(电压,强度、气体类型),材料和接头类型、工件类型、焊接位置以及所选定的焊接过程(SMAW、MIG/MAG(GMAW, FCAW) 或者 TIG(GTAW))。

[0180] 4. 增强现实应用的研发,因此用户可以模拟真实工件上的焊接过程,从而代替通过屏幕或者虚拟环境模拟焊接过程。

[0181] 通过使用增强现实技术,由计算机所生成的虚拟图像部分重叠在真实环境中,其结合了两个元件,从而实时创建混合的现实,其给学生提供关于所讨论环境的额外信息。以此方式,用户不能迷失时间。

[0182] 增强现实和虚拟现实之间的主要不同在于,前者完善和丰富真实世界以代替将如后者的替代真实世界。虚拟现实提供人工的和虚构的计算机环境,同时增强现实保持用户与现实接触,从而将现实与虚拟对象连接从而改进其感知力。

[0183] 可能的是,当用户想要时,目视利用本发明叠加到彼此交互的不同真实对象上的三个虚拟图像层。根据相互作用和所选定的参数,虚拟图像将要生成实施的特定性能和特定最后结果。

[0184] 该能力是开拓者并且生成模拟经历,其难以置信地是真实的,并且其中,用户可以目视物理工件,在其上,虚拟图像被表现,例如:具有虚拟碳钢纹理的真实工件。而且,用户可以目视其它的焊接供给,如,焊炬、焊条棒、填充嵌条和甚至他自己的手。系统在这些供给上叠加虚拟图像,因此学生能够看见不同级别的叠加和深度,正如在现实中发生的。

[0185] 当虚拟图像出现时,它几乎覆盖整个(或者正好一部分)真实的图像,其中,元件可以被设置在虚拟图像之下或者其上面。为了实现动作,并入本发明的增强现实的先进系统收获将隐藏在虚拟图像下的这些元件。然而,系统再次“画”这些虚拟图像,以让用户以一致的方式目视它们。

[0186] 作为之前想法的示例,我们可以在塑料工件(具有其AR标识的真实对象)上“画”金属的工件(虚拟图像)。如果用户将他的手放在他的眼睛之间(在本发明中在焊接面具之间),虚拟图像将隐藏它。然而,这在本发明中不发生,因为它生成一致的图像,以让用户具有与现实中相同的感觉。

[0187] 为此,增强现实系统寻找所确定的图案,如:工件或者焊炬的AR标识,或者焊条棒和填充嵌条的LED。一旦这些图案被检测到,系统将它们在空间中和三维位置中定向放置。所提出的模拟装置基于在人工视觉库OpenCV上的所有其增强现实处理,其是一组与图像处理相关的函数。

[0188] 本发明的人工视觉系统针对三个部分而构成:捕获图像、元件检测和图形表示。

[0189] 关于软件,元件检测和图形表示被划分在以下库中:

[0190] a. CV 图像:管理照相机使用的库。该库能够检测所有连接的照相机并且捕获所有它们的图像。所捕获的图像被改变成由OpenCV所支持的格式。

- [0191] b. CV 立体 :检测增强现实的不同元件的内部库。
- [0192] c. Vlib :该库翻译之前的库并且生成所有的焊接图形。
- [0193] 对于由增强现实所生成的过程的可视化,使用一些头盔式显示器 (HMD) 或者视频眼镜。在该系统中,外侧世界由一个或者多个照相机捕获,其通过视频眼镜给用户显示混合的现实(真实和虚拟图像)。
- [0194] 在本发明的优选实施例中,使用商业上的头盔式显示器或者视频眼镜,像 Vuzix、eMagain 或者 Kopin。与也将商业分支用于更好的传递质量服务相同,利用微照相机(立体视觉)发生相同的情况:灰点、图像源或者 IDS。这些照相机以商业上的焊接面具的方式放在眼睛高度。然而,系统被研发以适应大部分商业上的照相机和视频眼镜,从而避免对于仅仅一个供给者或者制造者的任何依靠。
- [0195] 还可以的是,通过并入必要的连接器以将其与本发明的中央单元连接并且增加一个或者两个微显示器和两个目镜来使用住宅设计的焊接面具。
- [0196] 真实的环境通过两个放在焊接面具中的微照相机有立体效果地被捕获,并且该信息由生成叠加在环境上的虚拟图形的系统来处理,从而创建通过视频眼镜或者通过头盔式显示器提供给用户的混合现实。
- [0197] 所有这些可能是由于使得使用装置容易和直观的软件。设计基于即插即用的观点,因此,如果存在不必获取最好的焊接培训经历的某件事,它将被拒绝。
- [0198] 所执行的软件可以被描述为集中在(所有级别)焊接者培训和乐趣上的真实焊接练习的模拟软件。它由通过网络连接的老师软件和允许老师分派不同练习或者理论内容给每个单独学生从而监控所有这些练习的状态和实施并且恢复所有的内容以评估他们的班级控制应用来控制。
- [0199] 老师软件实时监控与传统班级相关的每件事。老师可以:创建课程,增加学生或者去除学生,创建练习以及增加它本身的理论内容。他还能够由于分析模型存储由学生做完的所有练习,所有的练习允许他目视基于不同的技术参数(速度、拱距、工作角度、行进角度)和不同的焊接缺陷(孔隙率,飞溅,等)显示学生进步、他们的错误和他们的技能的图形。
- [0200] 此外,本发明已经被研发用在标准的培训教室中:标准的培训教室针对老师的桌子和台,以及在本发明被植入其中的教室的情况下而构成;存在与学生一样多的模拟器以及具有老师软件的笔记本电脑(全部由线缆或者 Wi-Fi 内部连接)。而且,除了教室配置之外,还可以使用模拟器作为教学材料:老师在给出理论内容以给学生显示什么是他们正谈到的时可以使用它作为支持,因为模拟器并入了 RGB 视频输出,所以它能够与外部投影仪连接。
- [0201] 最后,系统可以与因特网连接,以为用户实时提供更好的远程支持。因特网连接满足两重功能:第一个是下载所有系统更新的可能性,以及第二个是远程协助,因此,供给公司可以容易地与全世界任何模拟器连接,以远程地修理它(在用户的授权下)。
- [0202] 鉴于以上信息,本发明在软件级别上使用一种在其中可以是若干配置的应用,并且它基于存储在不同装备上的一些程序构成。所有的设备通过两个以太网络连接。第一网络是本地的,即,针对学生模拟器、本地服务器和老师的笔记本电脑而构成的用户设施或者教室网络。第二网络连接第一网络和因特网服务器。

[0203] 此外,本发明的主要网络根据用户的本地网络来构成,其具有若干学生模拟器、中央服务器和老师的笔记本电脑,所有的这些具有以下说明:

[0204] e. 学生模拟器:是本发明的中心核心,利用它所有的练习通过模拟可以实施并且它还允许在其屏幕上目视理论内容。它从中央服务器加载它的配置并且存储所有已实施的练习。

[0205] f. 中央服务器:它存储由老师为每个单独学生和所有被实施练习设计的所有配置。

[0206] g. 具有老师软件的笔记本电脑:它配置管理所有与学生、课程、练习和理论相关的信息的中央服务器。它还恢复所有练习实施以评估他们。

[0207] 彼此连接的所有学生模拟器(教室配置)构成本发明的网络。单个模拟器与具有老师软件的笔记本电脑符合独立配置,其中,服务器角色由模拟器自己来扮演。

[0208] 之前所描述的第二以太网络将用户装置的中央服务器与供给者的服务器连接。该连接通过因特网形成。供给者的服务器具有用于每个模拟器和远程协助的所有必要的更新。

[0209] 更新管理由以下程序来实现:用户的中央服务器经由因特网与供给者的服务器连接,并且形成所有更新的拷贝。当模拟器被开启,它“询问”它的中央服务器新的更新,并且如果在那个时刻存在任何可利用的更新,它请求许可更新系统。如果该请求被接受,装置将自动更新。

[0210] 远程协助是从供给者的服务器通过其经由因特网与不同教室的中央服务器连接被同等管理。如果任何模拟器具有问题,供给公司的支持团队可以远程地利用所讨论的模拟器来解决问题,从而存储所有配置和所有的练习实施。

[0211] 学生模拟器和中央服务器两者都已经(在软件级别)从操作系统设计到每个模拟器的最后应用。当设计软件时,操作系统是决定性元件,因为必须设计具有限制其本身功能以具有较少错误的能力的高度可配置系统。为此,系统完全基于Linux Ubuntu 10.1:操作系统被设计具有基本的Linux命令,即,启动图形应用的Xorg服务器,分享领域的NFS服务器,驱动器以及以控制台模式启动装备的必要命令。

[0212] 正如前面已经说的,增强现实是非常复杂的技术,其针对硬件和软件元件而构成。关于硬件,本发明的模拟器可以使用两个微照相机,其形成用来检测空间中不同元件的立体视觉的系统。该立体系统工作如我们的眼镜,从而检测本发明的外围设备(工件、焊炬、焊条和填充嵌条)以及所讨论的工作环境。

[0213] 为了获得系统的最大有效性,在其设计中有一个重点:找到快速寻找包含在真实焊接过程中的不同元件(焊接工件、焊炬、填充嵌条以及焊条棒)的方法。为了便利它们的特定定位,他们并入了AR标识。根据对象的几何形状,存在两种类型的AR标识:

[0214] a. 标识:它们是二维中的条形码。找到它们太容易了并且它们能够存储用来区别不同元件的数字数据。换句话说,根据数字数据,系统将知道用户是否使用工件或者另一种元件。他们具有方形形状并且它们中每一个与剩余的不同。

[0215] b. LED(发光二极管):焊条棒和填充嵌条具有非常特别地形状,因此,AR标识不能被增加。由此,为了获得完整的培训经历,其它类型的标识已经被创建,以将它们并入焊条和填充嵌条(4mm厚度),而不需要改变它们的外观:一组排成直线但不等距的LED,因此,系

统可以检测以上所提及的元件的运动和方向。

[0216] 作为一种方式的结论，“用于在培训过程中焊接模拟的先进装置”使用立体视觉的系统，其针对有 USB 线缆或者火线所供给的两个微照相机以及具有 HDMI 或者 VGA 视频输出（数字或模拟）的某些眼镜而构成，以显示现实和由计算机生成的附加信息。而且，它使用一组具有 AR 标识的工件，具有 AR 标识的焊炬以及具有 LED 标记的填充嵌条和焊条棒三种类型。

[0217] 利用所有以上的特征，获得特别的环境：具有条件、感觉和焊接结果的环境，其与真实焊接非常相似并且它便于学生学习和培训。

[0218] 扩展本说明书不认为是必要的，因为对于专家存在足够的信息来理解本发明的范围和其优点。其技术、设计、元件尺寸和材料将改变，只要它们不改变本发明的本质。

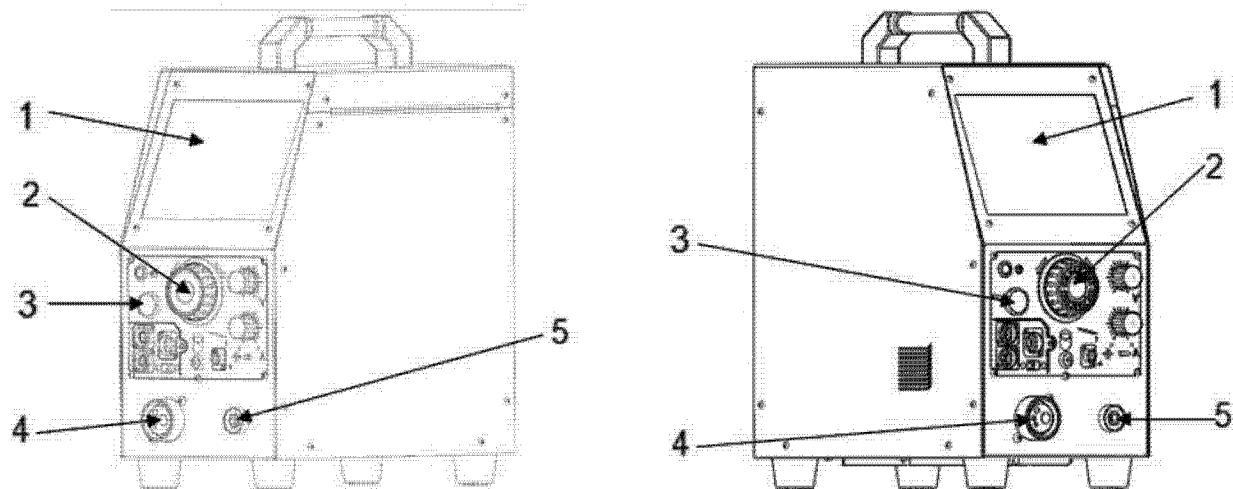


图 1

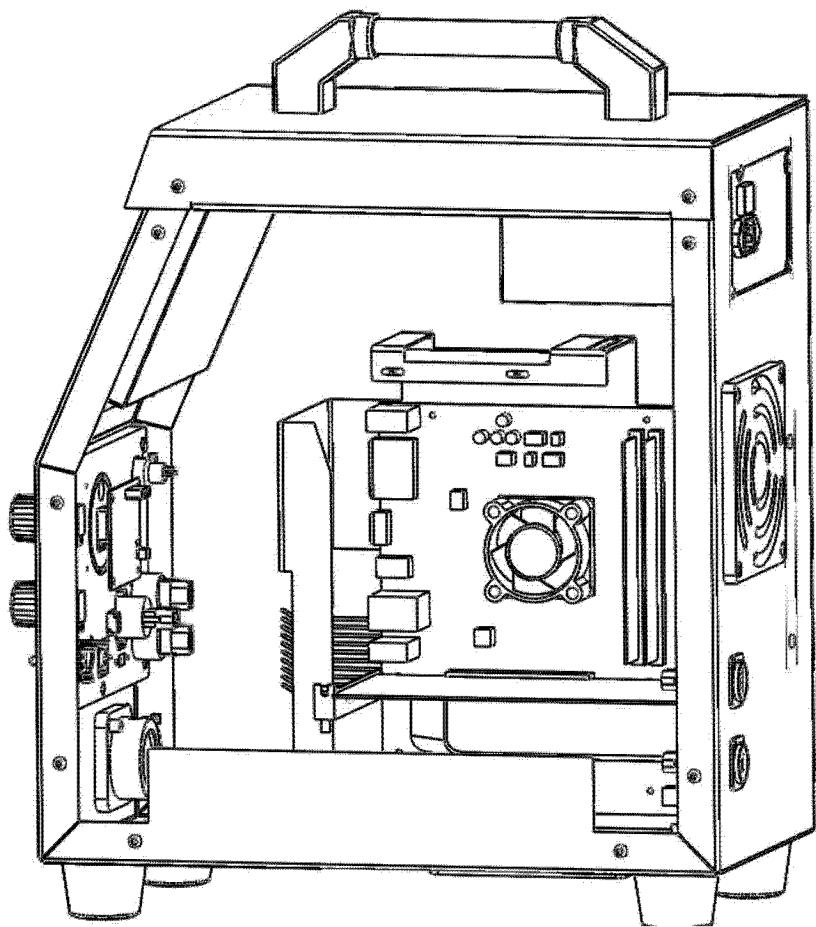


图 2

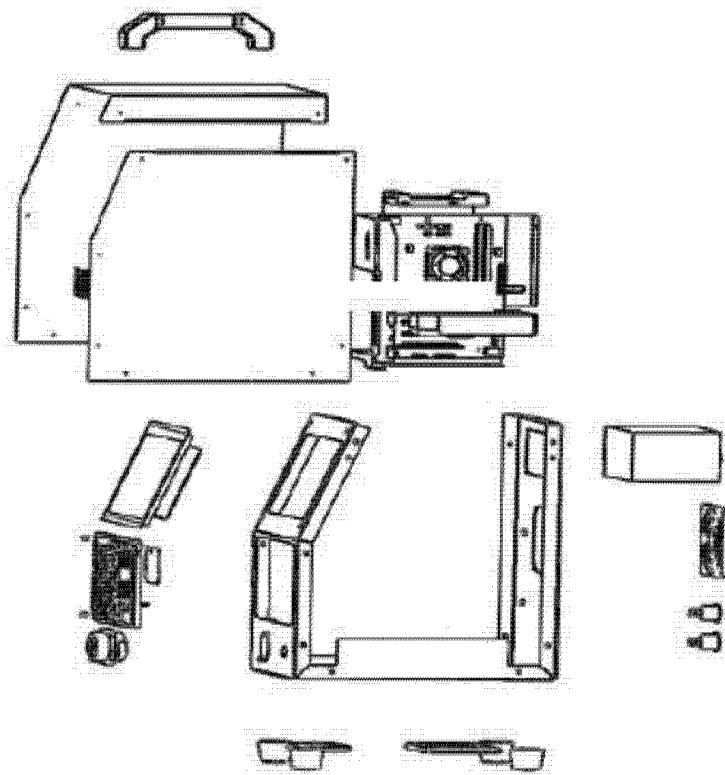


图 3

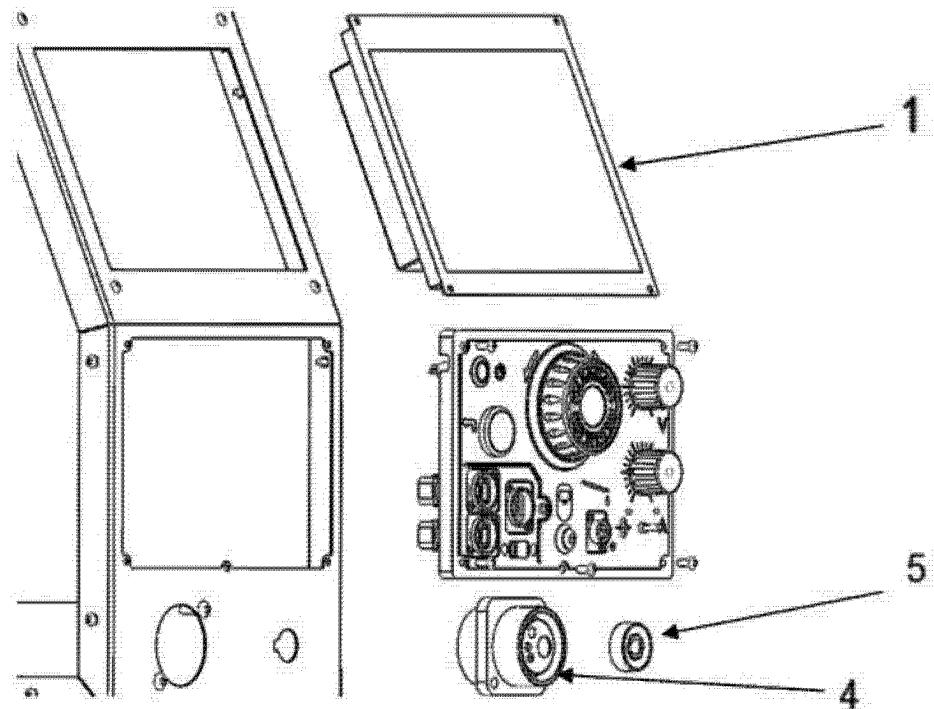


图 4

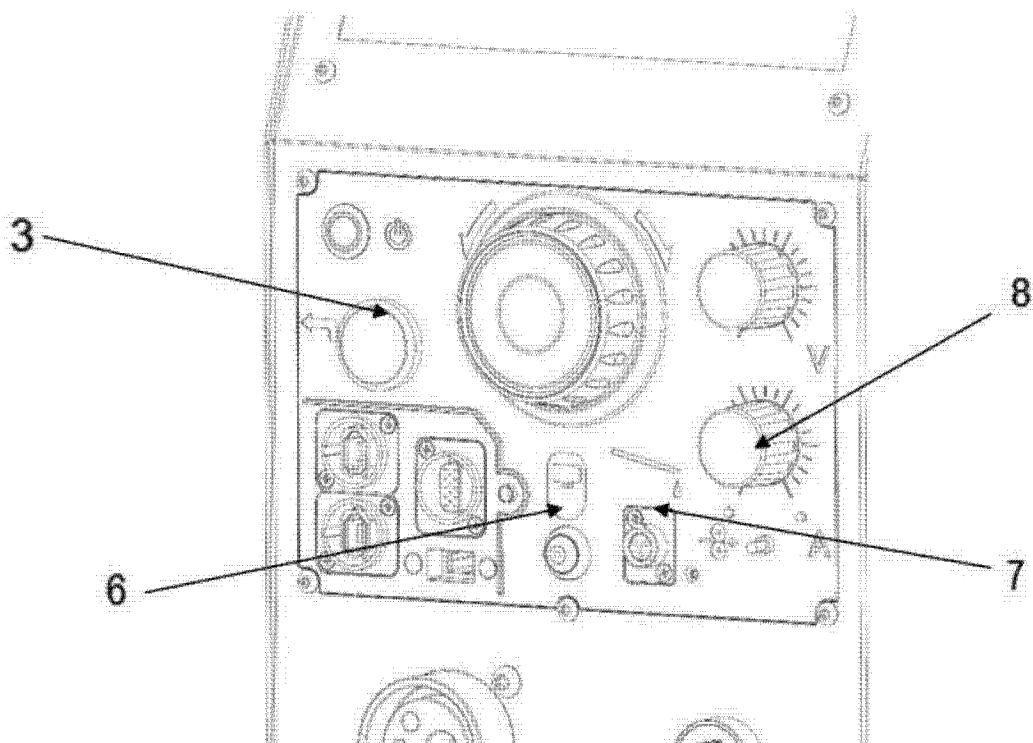


图 5

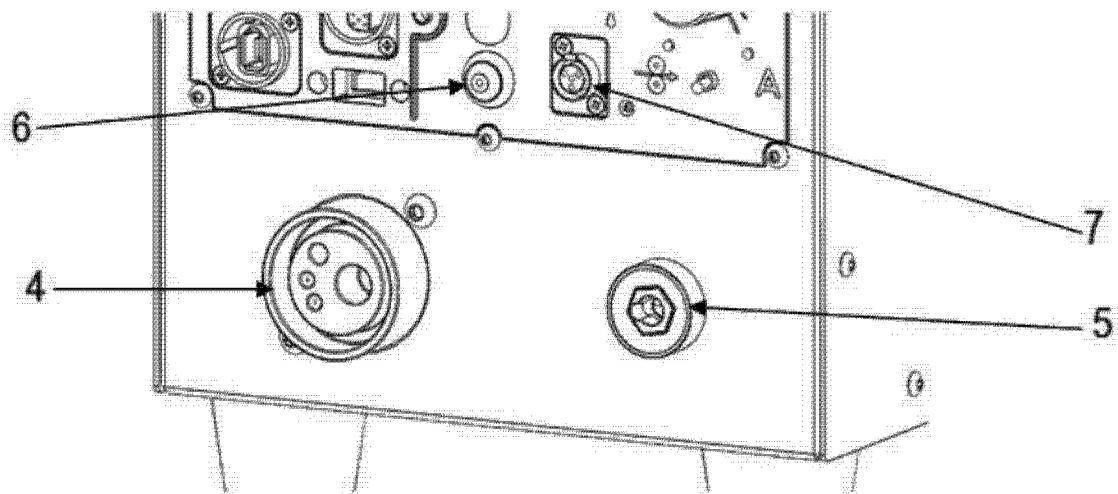


图 6

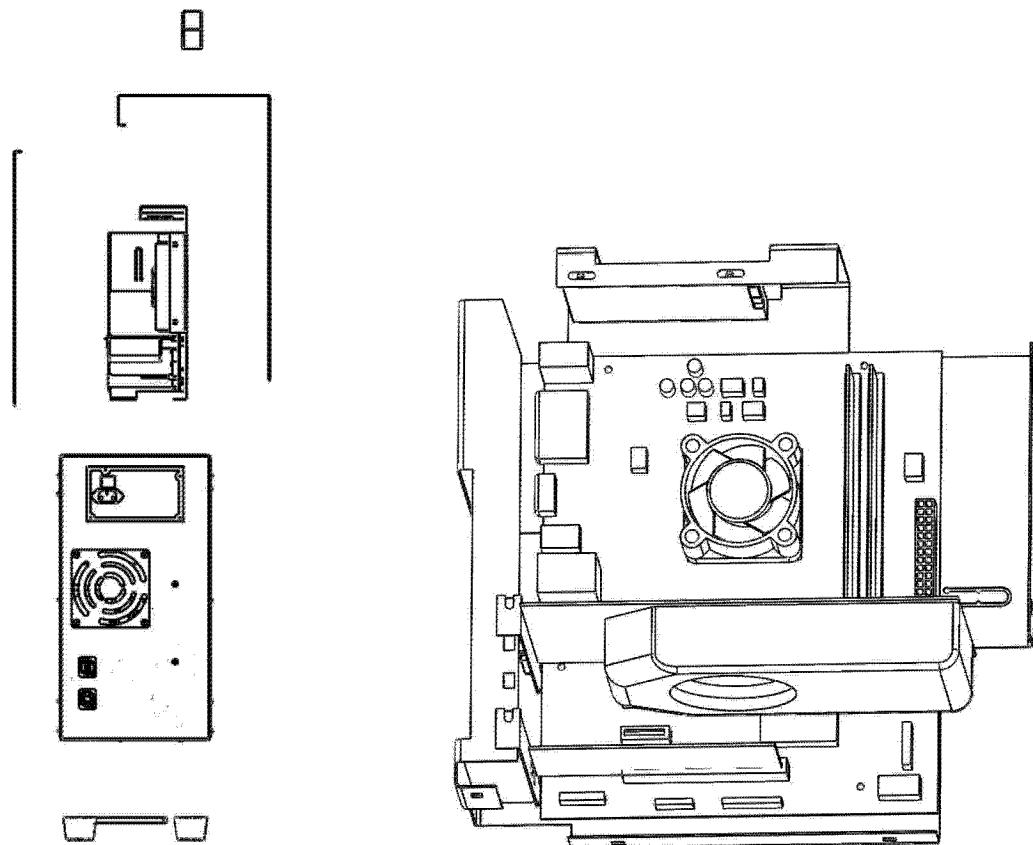


图 7

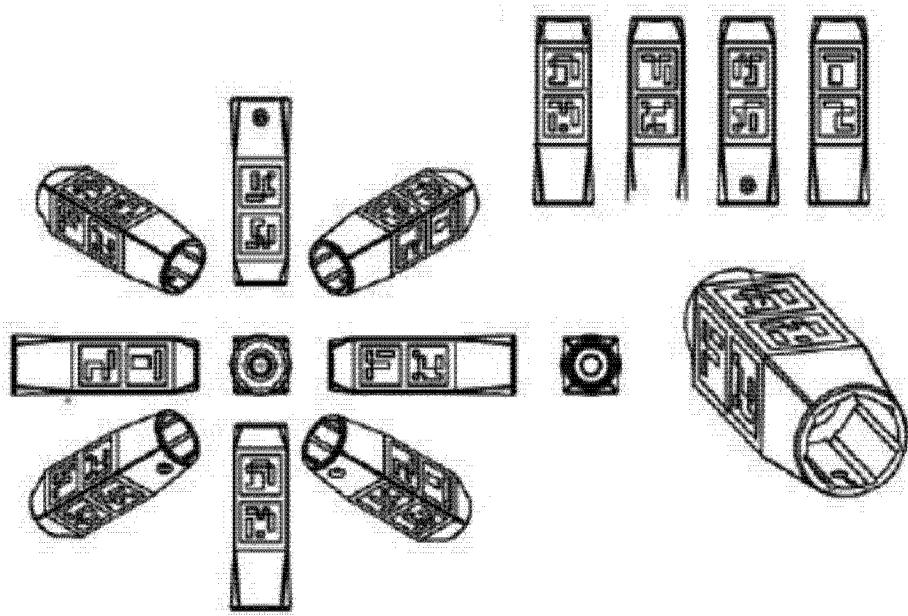


图 8

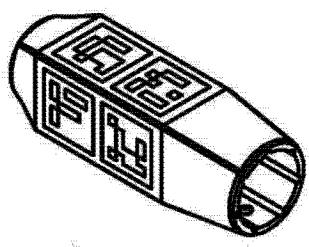


图 8A



图 8B

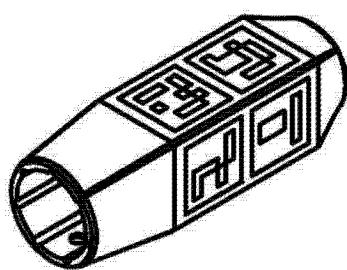


图 8C

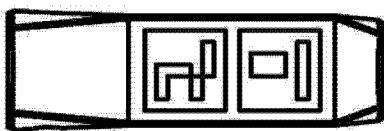


图 8D

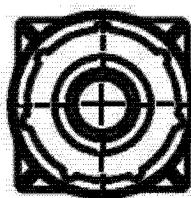


图 8E

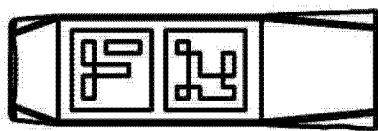


图 8F

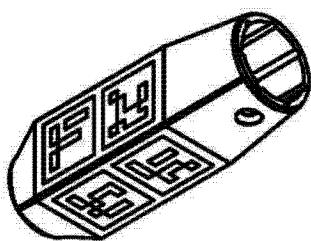


图 8G



图 8H

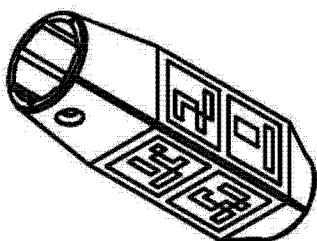


图 8I

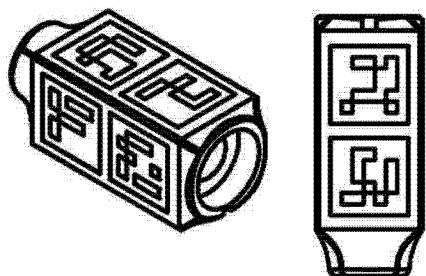
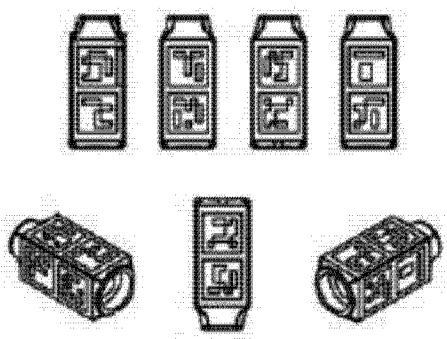


图 9A

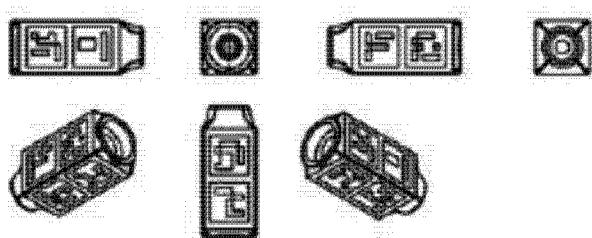


图 9B

图 9

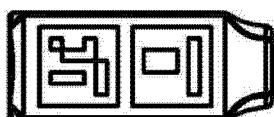
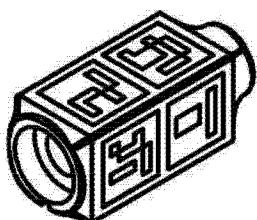


图 9D

图 9E

图 9F

图 9C

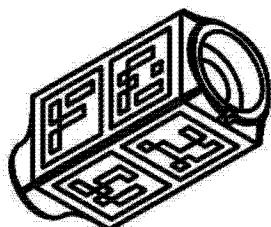


图 9G

图 9H

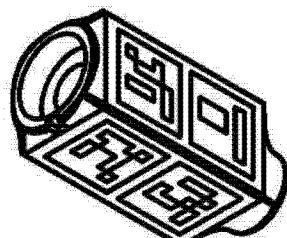


图 9I

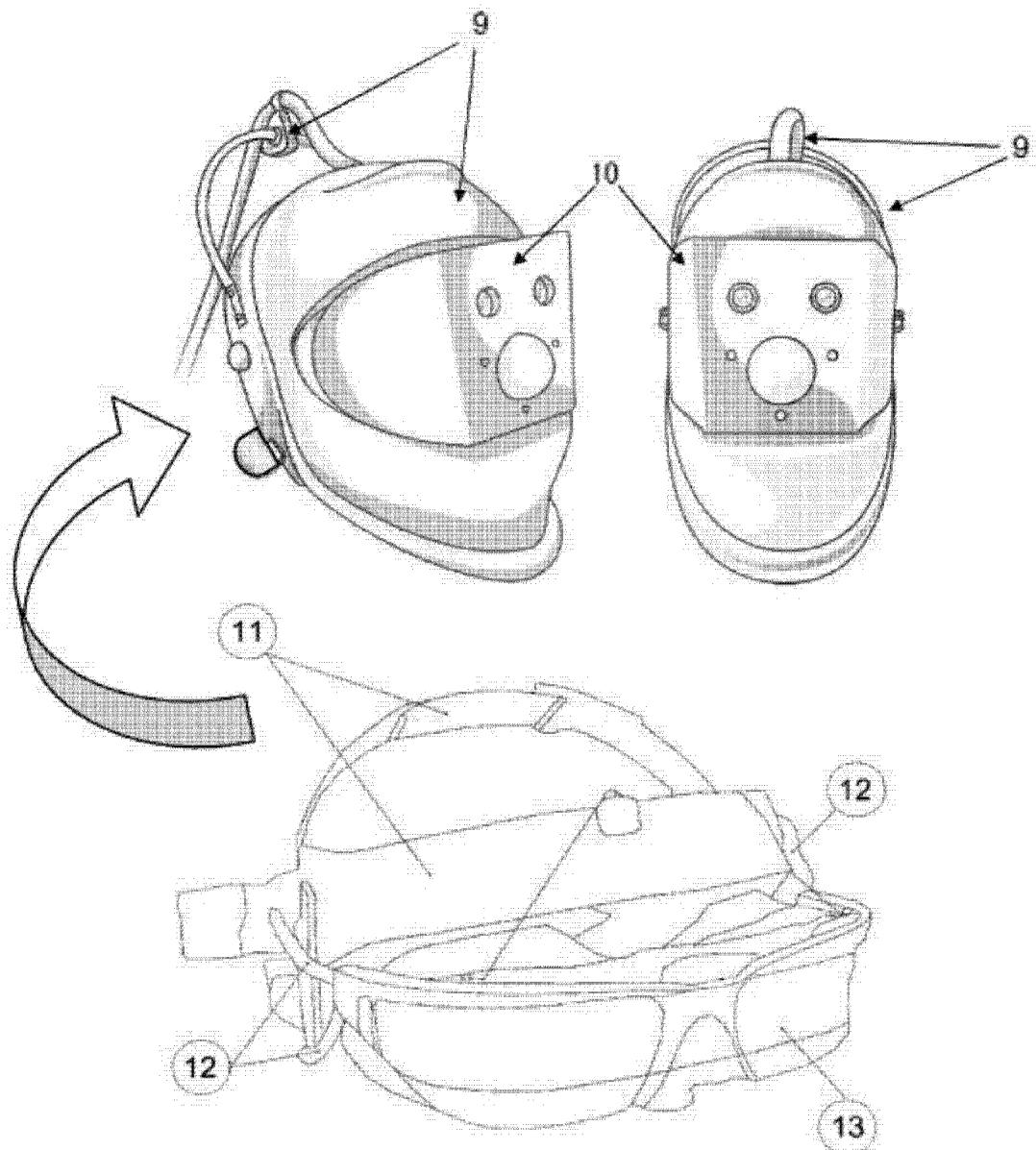


图 10

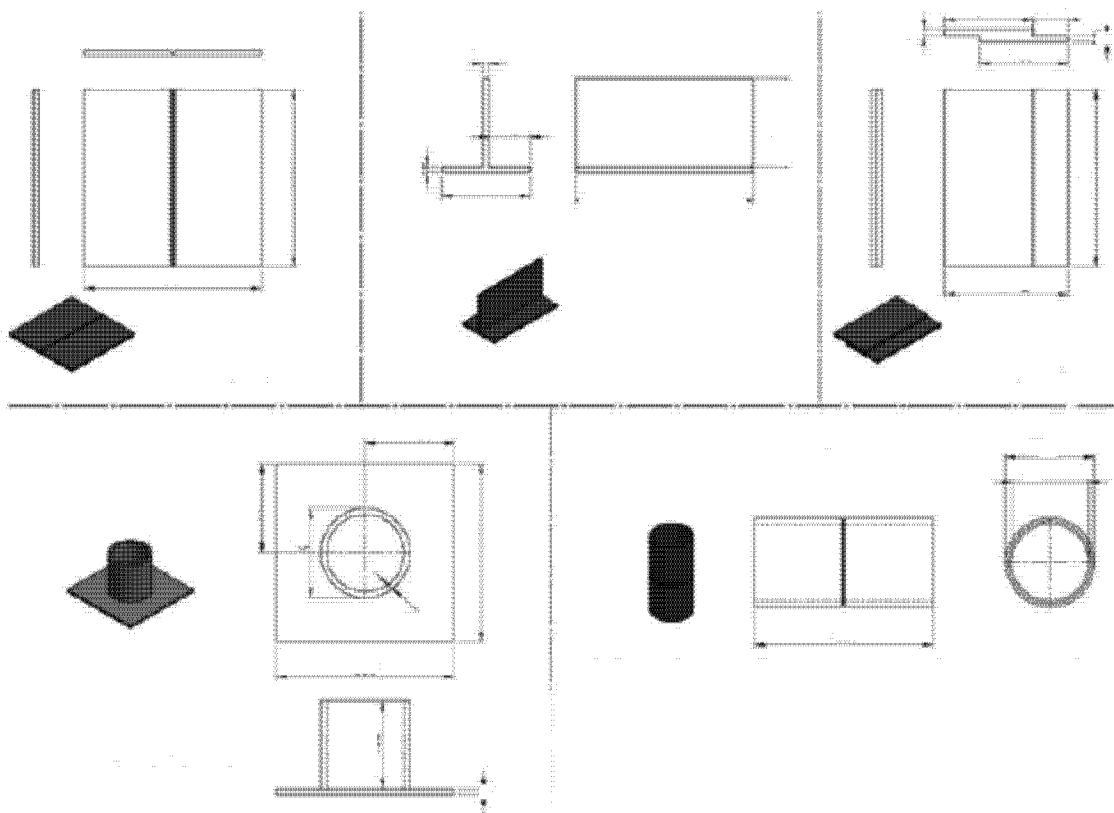


图 11

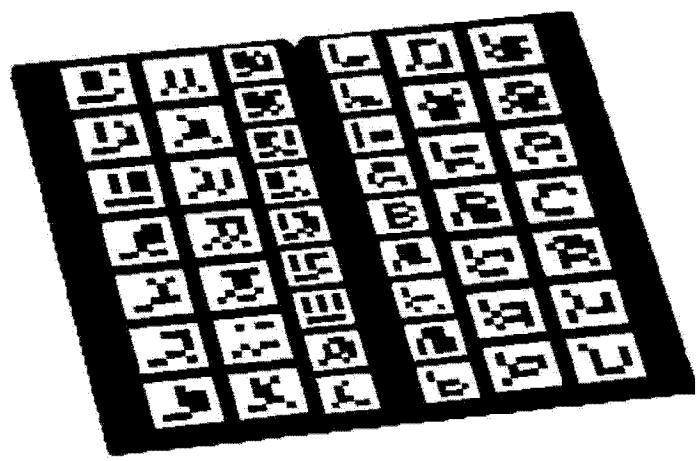
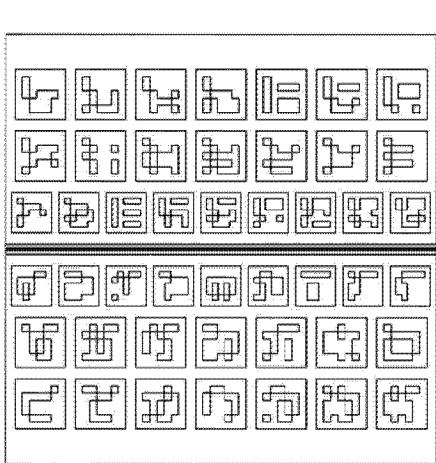


图 12

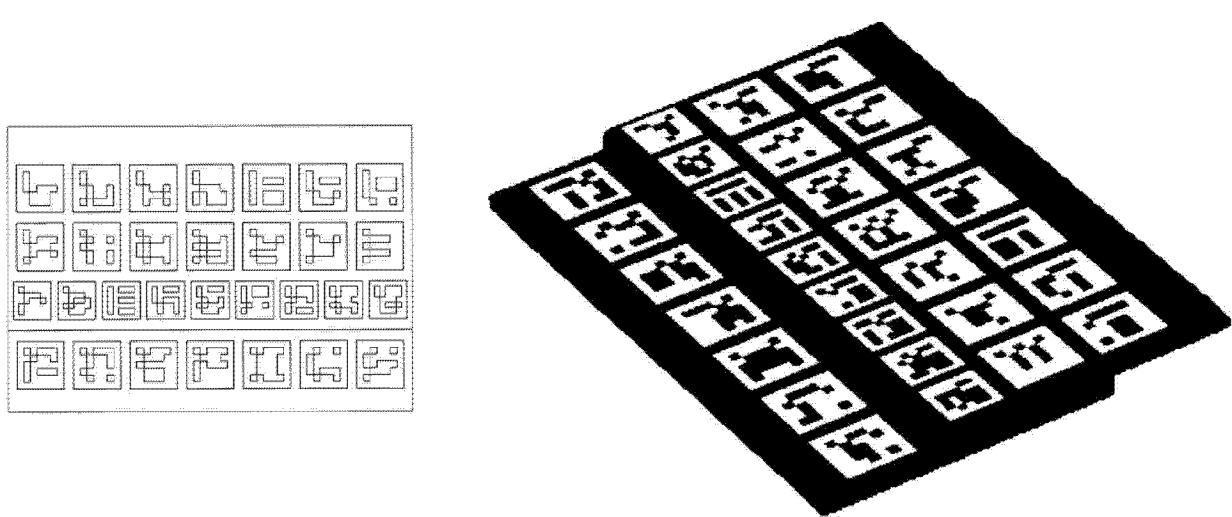


图 13

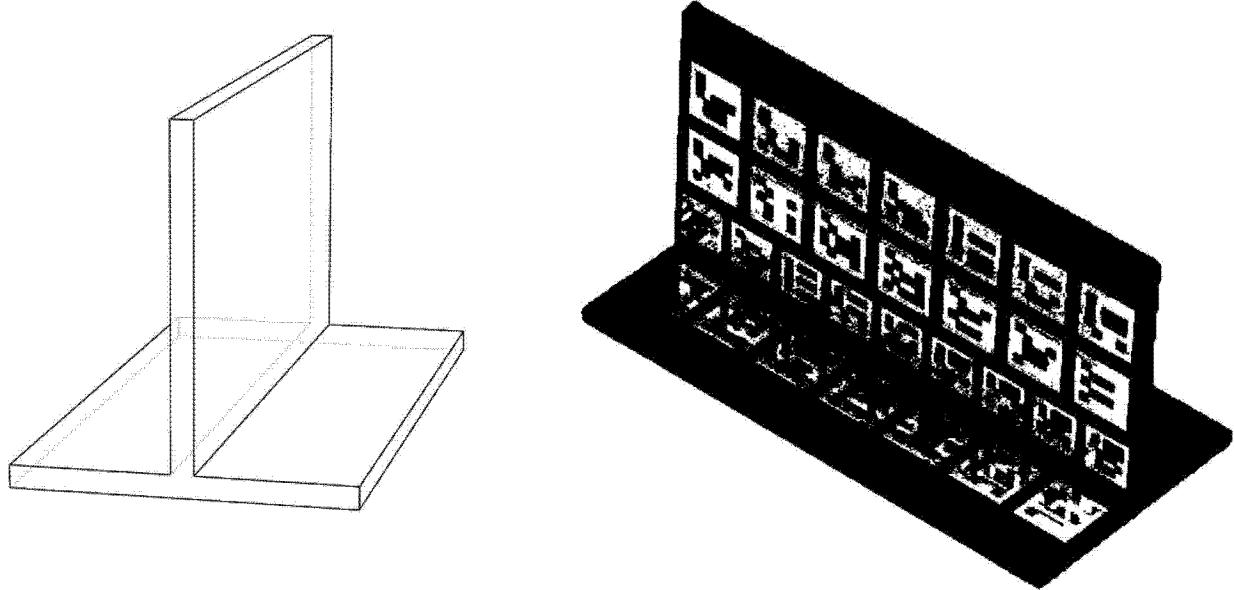


图 14

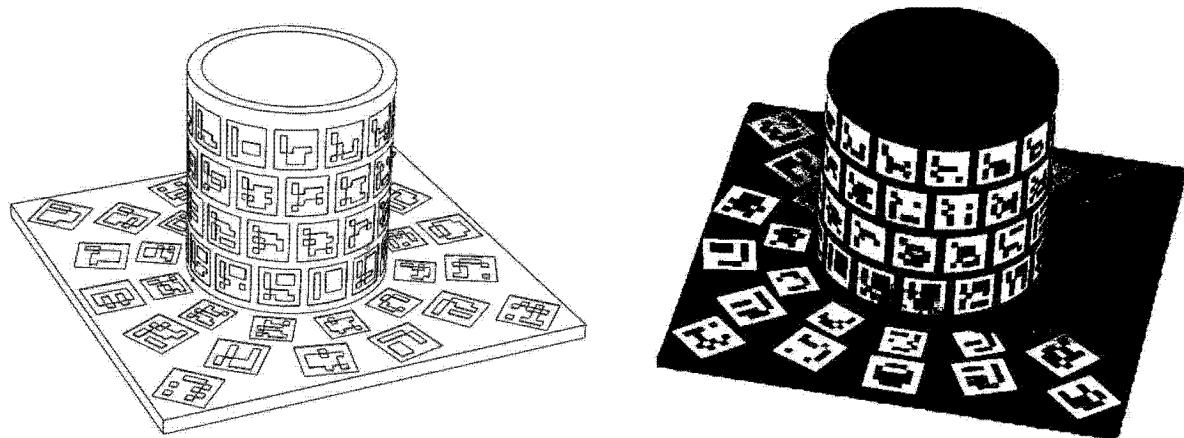


图 15

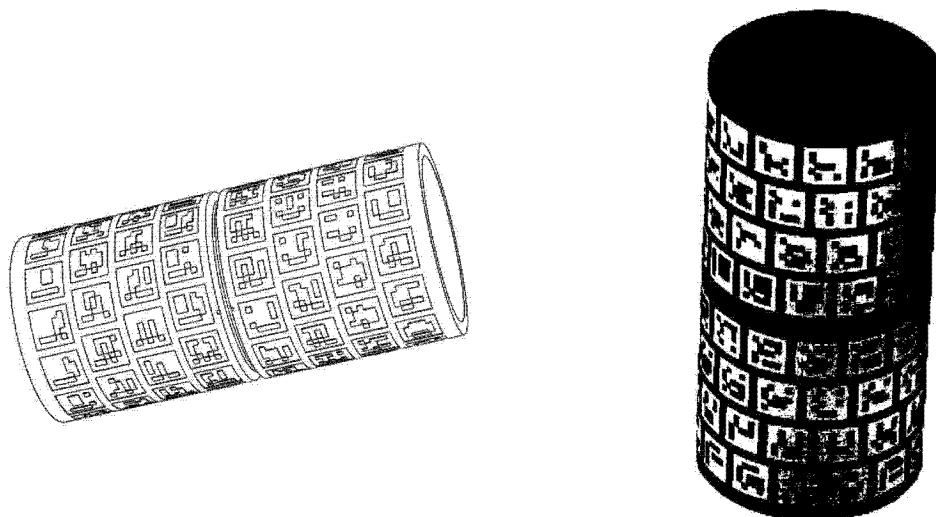


图 16

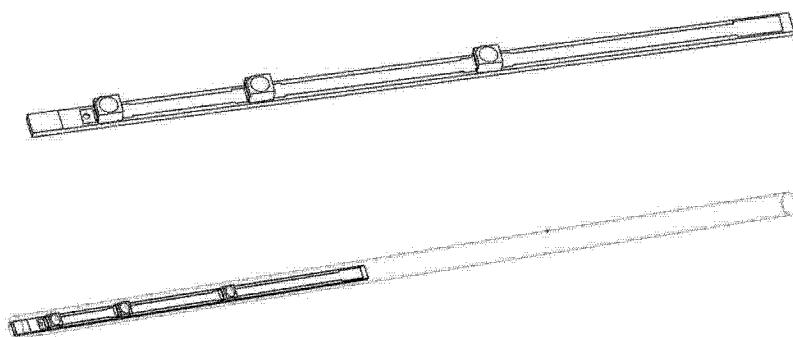


图 17