



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101437644 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 04

(21) 申请号 200780013897. X

(22) 申请日 2007. 02. 23

(30) 优先权数据

20060178 2006. 02. 23 FI

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 10. 17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/FI2007/000049 2007. 02. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02007/096464 EN 2007. 08. 30

(73) 专利权人 皮科德昂有限公司

地址 芬兰赫尔辛基

(72) 发明人 J·卢图 R·拉帕莱纳恩

V·梅里马吉 L·普里

J·马吉塔罗

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 李帆

(51) Int. Cl.

B23K 26/06 (2006. 01)

C23C 14/28 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 1998-32166 A, 1998. 02. 03,

CN 1726300 A, 2006. 01. 25,

CN 1696332 A, 2005. 11. 16,

WO 2005081657 A3, 2005. 09. 09,

EP 0931620 A1, 1999. 07. 28,

EP 0931620 A1, 1999. 07. 28,

CN 1298962 A, 2001. 06. 13,

审查员 曹翠华

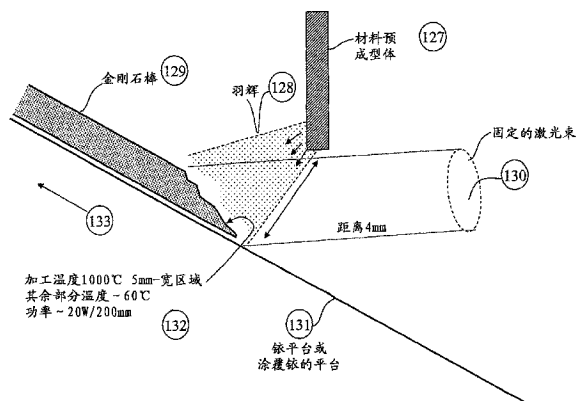
权利要求书 2 页 说明书 19 页 附图 15 页

(54) 发明名称

涂覆方法

(57) 摘要

本发明的主题是基于激光烧蚀的涂覆方法，其中基体和要烧蚀的靶之间距离非常小。短的距离允许甚至以工业规模、也优选在低真空或甚至非真空气氛下涂覆基体。本发明优选涉及所有大尺寸物体或具有变化形状的物体的最理想的涂层。



1. 用于物体一个表面或多个表面涂覆的激光烧蚀方法,特征在于该方法包括:通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,通过冷加工激光从靶上烧蚀材料,所述靶与基体、即要涂覆的物体间的距离为 0.1-10mm,使得每 mm^2 涂覆的面层含有少于一个的针孔,其中,所述冷加工激光指皮秒、飞秒或阿秒激光。

2. 根据权利要求 1 的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,基体是金属、金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、天然存在的聚合物、复合材料、无机的或有机的单体或低聚物材料。

3. 根据权利要求 1 的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,基体是纸。

4. 根据权利要求 1 的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,基体是纸板。

5. 根据权利要求 1-4 任一项的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,靶是金属、金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、天然存在的聚合物、复合材料、无机的或有机的单体或低聚物材料。

6. 根据权利要求 1-4 任一项的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,使用脉冲激光进行激光烧蚀。

7. 根据权利要求 5 的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,使用脉冲激光进行激光烧蚀。

8. 根据权利要求 1 的方法,特征在于形成涂覆的面层,使得每 cm^2 涂覆的面层少于一个针孔。

9. 根据权利要求 1 的方法,特征在于形成涂覆的面层,使得在涂覆区根本没有针孔。

10. 根据权利要求 1 的方法,特征在于形成涂覆的面层,使得形成面层最初的 50%,在形成的面层上没有形成任何直径超过 1000nm 的颗粒。

11. 根据权利要求 1 的方法,特征在于形成涂覆的面层,使得形成面层最初的 50%,在形成的面层上没有尺寸超过 100nm 的颗粒。

12. 根据权利要求 1 的方法,特征在于形成涂覆的面层,使得形成面层最初的 50%,在形成的面层上没有尺寸超过 30nm 的颗粒。

13. 根据权利要求 1 的方法,特征在于使用脉冲冷加工激光通过烧蚀靶对要涂覆的物体即基体进行涂覆,使得在涂覆物体上要形成的面层的最大粗糙度是 $\pm 100\text{nm}$,所述最大粗糙度是使用原子力显微镜在 1 平方微米区域测量的。

14. 根据权利要求 1 的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,激光束通过涡轮扫描器照射到靶上。

15. 根据权利要求 14 的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,对靶进行扫描的宽度为 10mm-800mm。

16. 根据权利要求 14 的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,对靶进行扫描的宽度为 100nm-400nm。

17. 根据权利要求 14 的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,对靶进行扫描的宽度为 150nm-300nm。

18. 根据权利要求 1 的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,基体

在使用激光烧蚀从一个或几个靶上蒸发的等离子体材料羽辉中移动。

19. 根据权利要求 1 的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,靶和基体间距离在烧蚀过程中基本上保持恒定。

20. 根据权利要求 1 的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,涂覆的面层由从几个靶同时烧蚀的材料构成。

21. 根据权利要求 1 或 20 的方法,特征在于通过使用高质量等离子体对物体进行涂覆,通过在烧蚀材料形成的等离子体材料羽辉中引入活性材料形成要涂覆的面层,所述活性材料与等离子体材料羽辉的烧蚀材料进行反应,从而在基体上形成一种或多种化合物涂层。

涂覆方法

发明领域

[0001] 本发明的主题是基于激光烧蚀的涂覆方法,其中基体和要烧蚀的靶之间距离非常小。短的距离允许甚至以工业规模、也优选在低真空或甚至非真空压力下涂覆基体。

现有技术

[0002] 近年来在激光技术方面已经取得了显著进步,目前能够生产基于半导体纤维的激光系统,以相当好的效率进行操作,并能例如用于冷烧蚀。用于冷加工的这种激光包括皮秒激光和飞秒激光。就皮秒激光而言,例如,术语冷加工范围指的是脉冲持续时间 100 皮秒或更短。除了具有不同的脉冲持续时间外,就重复频率而言,皮秒激光不同于飞秒激光;最新的皮秒激光具有 1-4 兆赫的重复频率,而飞秒激光只能获得千赫兹范围的重复频率。最多,冷烧蚀允许蒸发材料,使得当蒸发(烧蚀)材料时,没有热传递到实际可蒸发的材料;换句话说,仅有通过每个脉冲进行烧蚀的材料承受脉冲能量。

[0003] 与完全基于纤维、二极管泵浦的半导体激光相当的是灯泵浦的激光源,其中激光束首先被引入纤维,并由此传导到要加工的位置。根据申请人在优先权日可获得的信息,这些基于纤维的激光系统是目前以工业规模进行基于激光烧蚀的生产的仅有方法。

[0004] 在目前纤维激光器中使用的纤维及由此获得的低辐射功率对能进行蒸发的材料范围具有限制。铝能使用适中的脉冲功率进行蒸发,而不容易蒸发的材料例如铜、钨等需要显著更高的脉冲功率。

[0005] 现有技术的另一问题是激光束的扫描宽度。通常使用的方法使用反射镜薄膜扫描器(mirror film scanner)进行线性扫描;能认为这理论上允许约 70mm 的标称扫描线宽,但实际上,扫描宽度仅限于 30mm,这意味着扫描区域的边缘可具有不均匀的质量和/或与中间区域不同。这种小的扫描宽度也意味着通过使用目前激光设备对大的宽的物体进行工业规模的涂覆应用在经济上或技术上是不可行的。

[0006] 据申请人已知的,用于冷烧蚀并在本申请优先权日时已知的脉冲激光器设备在烧蚀时的有效功率仅限于约 10 瓦。在这种情况下,重复频率仅限于 4 兆赫激光脉冲频率。如果试图进一步提高脉冲频率,根据现有技术的扫描器会引起显著部分的激光束脉冲不仅不受控地照射到激光设备的壁结构,而且不受控地照射到等离子体形式的烧蚀材料上。这具有降低由烧蚀材料形成的面层(surface)质量并降低生产率的净效应,以及命中靶的辐射通量变化过大的效应,这在形成的等离子体结构上可能是明显的,并导致不均匀的涂覆面层。当要形成的等离子体材料羽辉的尺寸增加时,问题更为显著。

[0007] 根据现有技术的结构,在与被蒸发材料相关的烧蚀过程中激光束焦点的变化也引起问题,其将自然立即改变等离子体的质量,因为材料表面上的脉冲能量密度(通常)降低,导致等离子体的不完全蒸发/形成。这导致低能量的等离子体和不必要的大量碎片/颗粒、及面层形貌变化、差的涂层附着和/或涂层厚度变化。

[0008] 近年来激光技术的显著发展已经生产出用于高功率激光系统、基于半导体纤维的工具,从而支持基于冷烧蚀的方法的改进。

[0009] 然而,常规纤维激光器的纤维并不允许使用大功率,脉冲形式的激光辐射的足够的有效功率通过光学纤维输送到加工区域。由于光学纤维的吸收,会引起对加工区域应用所需功率水平的损耗,常规纤维材料并不能承受这种损耗。使用纤维技术从源到靶输送激光辐射的一个原因是即使在室外输送单束光束也对工业环境中的工作人员构成一定危险,如果能够进行大规模操作,这在技术上非常具有挑战性。

[0010] 在本申请优先权日的时候,完全基于纤维、二极管泵浦的半导体激光器与灯泵浦激光相当,在两种类型中,激光束首先被引入到纤维,并由此在加工区域聚焦。仅这些纤维激光器系统适于工业规模的激光烧蚀应用。

[0011] 目前可获得的纤维激光器中的纤维并由此产生的低辐射功率的限制,限制了将纤维材料用于蒸发/烧蚀靶材料。能够使用低能量脉冲蒸发/烧蚀铝材料,而不容易蒸发/烧蚀的材料例如铜、钨等需要显著更高的脉冲功率。对于意欲使用相同现有技术生产新化合物的情况也是如此。提及的实例包括在后烧蚀条件下通过适合的气相反应直接从碳生产金刚石或直接从铝和氧生产氧化铝。

[0012] 另一方面,阻碍本领域进步的一个最重要的障碍是纤维承受高功率激光脉冲而不断裂或不引起激光束质量恶化的能力。

[0013] 通过使用新的冷烧蚀技术,通过集中提高激光功率和减少激光束击中靶面的光斑尺寸已经解决了与涂层、薄膜生产以及切割/刻痕/刻蚀等有关的质量及生产能力问题。然而,大量功率浪费在噪声上。质量和生产能力问题仍然没有解决,即使一些激光厂商成功解决了与激光功率有关的问题。涂层/薄膜和切割/刻痕/刻蚀等的典型实例仅能以低的重复频率、小的扫描宽度和长的操作时间进行生产,这对于工业规模的应用是无法使用的。对于大的物体尤其如此。

[0014] 由于脉冲的能量含量,当增加脉冲功率并且同时缩短脉冲持续时间时问题更为严重。甚至使用纳秒脉冲激光时也会遇到严重问题,即使它们不适于冷烧蚀技术。

[0015] 缩短脉冲持续时间到皮秒或阿秒范围使得问题几乎不可能克服。例如,在具有脉冲持续时间 10-15ps 的皮秒激光系统中,当激光总功率为 100W、重复频率为 20MHz 时,对于 10-30 μm 的光斑,脉冲能量必须是 5 μJ 。据作者了解在本申请优先权日时,并不具有能够承受这种脉冲功率的纤维。

[0016] 脉冲越短,每单位时间内通过纤维横截面的能量越大。在上述脉冲持续时间和激光功率的条件下,单个脉冲的振幅水平可相应于约 400kW 的功率。在本申请优先权日前根据作者的全部所知,生产能承受甚至 200kW 并允许 15ps 持续时间的脉冲通过而不从最佳脉冲波形失真的纤维是不可能的。

[0017] 如果目的是避免限制从任何可获得的材料产生等离子体的可能性,那么必须能够自由选择脉冲功率,例如在 200kW-80MW 范围。限制目前纤维激光器的问题并不单独由于纤维,也与当针对某一总功率时使用光连接器相互连接单个二极管泵浦激光有关。这种接合的(combined)光束使用常规技术在单根纤维中导入到加工位置。

[0018] 因此,当使用输送路线将高功率脉冲输送到加工位置时,光连接器应该能够承受至少与纤维本身承受的相同的功率。尽管使用常规功率水平,适合的光连接器的制备非常昂贵,并且它们的操作并不可靠。它们也在使用过程中磨损,一定时间间隔后必须替换。

[0019] 生产速度直接与重复频率成正比。另一方面,现有技术的反射镜薄膜扫描器(即

电流 (galvano) 扫描器或其它类似的摆动型扫描器) 具有在转向位置停止、加速和减速反射镜甚至停止一段时间的操作周期, 会导致某些问题, 影响这种反射镜用于扫描目的的使用, 对扫描宽度具有特别的影响。如果尝试通过增加重复频率放大输出率, 加速和减速阶段均将导致靶上窄的扫描区域或者不均匀的辐射分布, 因此也导致等离子体的不均匀分布, 因为辐射通过进行减速和 / 或加速的反射镜从而击中靶。

[0020] 如果尝试简单通过增加脉冲重复频率增加涂层 / 薄膜生产速度, 上述现有技术的扫描器将以不受控的方式将脉冲射向靶上的重叠位置, 即使在使用低脉冲频率 kHz 范围时。

[0021] 当应用纳秒范围激光时也具有相同问题, 问题甚至更为严重, 因为脉冲能量高和持续时间长。这就是为什么即使纳秒范围的单脉冲也将在靶材料中引起严重的、显著腐蚀的原因。

[0022] 使用现有技术, 靶不仅不均匀地磨损而且也可能容易破碎, 从而对于等离子体的质量具有劣化效应。这就是为什么使用这种技术涂覆的面层也将承受等离子体导致的问题的原因。面层可能具有碎片, 或等离子体可能不均匀分布, 引起面层上的这种分布 (divisions), 这对于要求高精度的应用可能是有问题的, 但对于其中副作用低于具体应用检测极限的涂料或颜料应用不一定是问题的。目前方法仅使用一次靶, 因此相同靶面不能再次使用。试图通过仅使用未经使用的靶面或通过适当相对移动靶和 / 或激光束斑解决该问题。

[0023] 在加工类型的应用中, 含有碎片的废料或剩余材料也能导致不均匀 (因此有缺陷) 的切割线, 例如在与流量控制有关的钻孔情况下。由于释放的碎片, 面层甚至可具有不均匀的形貌, 这在例如某些半导体制造中是不可接受的。

[0024] 反射镜薄膜扫描器的摆动也引起加载在结构上的惯性力, 甚至在反射镜有轴承支撑的情况下。这种惯性力可逐渐使反射镜夹具松弛, 特别是如果接近其最大规格使用反射镜时, 这可导致设定值随时间逐渐变化, 导致不稳定的产品质量重复性。由于需要停止和改变方向, 这种反射镜薄膜扫描器也具有非常有限的适于烧蚀和等离子体产生的扫描宽度。相对于生产周期的整个持续时间, 尽管操作在任何情况下都慢, 有效生产周期短。从提高生产的观点, 配置反射镜薄膜扫描器的系统在等离子体生产率方面不可避免的较慢, 并具有窄的扫描宽度、差的长期稳定性和遭遇等离子体中高的有害颗粒发射的概率, 导致使用这种系统进行机械加工和 / 或涂覆的产品具有相应的后果。

[0025] 纤维激光器技术也与其它问题有关, 例如不能通过纤维传输大能量而不使纤维熔融和 / 或不使其分解, 或由于纤维传输大功率引起的纤维退化而导致的透过光束的恶化。如果纤维具有小的结构缺陷或质量缺陷, 即使 $10 \mu\text{J}$ 的脉冲功率也能损坏纤维。在基于纤维的技术中, 对破损最敏感的构件是用于连接激光功率源例如二极管泵浦的纤维光连接器。

[0026] 脉冲越短, 对于给定的能量, 功率越高, 这意味着当激光脉冲缩短同时保持其能量恒定时间问题更为突出。对于纳秒激光问题特别显著。

[0027] 缩短脉冲持续时间到皮秒、乃至阿秒范围使得问题几乎不可能克服。例如, 在具有脉冲持续时间 $10\text{--}15\text{ps}$ 的皮秒激光系统中, 当激光总功率为 100W 且重复频率为 20MHz 时, 对于 $10\text{--}30 \mu\text{m}$ 的光斑, 脉冲能量应为 $5 \mu\text{J}$ 。到本申请的优先权日为止, 作者没有发现任何

能承受所述脉冲的纤维。

[0028] 在纤维激光器的重要应用领域的激光烧蚀中,获得最大和最佳脉冲功率和能量非常重要。在脉冲持续时间为 15ps、脉冲能量为 5 μ J 和总功率为 1000W 的情况下,脉冲功率水平约 400000W (400kW)。在本申请的优先权日时,作者没有发现任何人能成功制造这种甚至允许 200kW、15ps 持续时间的脉冲通过并保持脉冲最佳形状的纤维。

[0029] 无论如何,如果目的是避免限制从任何可获得的材料产生等离子体的可能性,那么必须能够相对自由地选择脉冲功率,例如在 200kW-80MW 范围。

[0030] 然而,与限制目前纤维激光器有关的问题不仅单独归因于纤维,而且与使用光连接器(为获得所需的总功率使得获得的激光束能通过单根纤维传输到加工点)相互连接单个二极管泵浦激光有关。

[0031] 适合的光连接器必须能够承受光纤传输到加工点的高功率脉冲的功率。在传输脉冲过程中保持激光脉冲的最佳形状也是重要的。承受目前功率水平的光连接器的制造非常昂贵,并且不可靠,它们仅具有短的使用寿命,这意味着不得不经常替换。

[0032] 基于激光束和烧蚀的现有技术具有与功率和品质相关的问题。例如,特别在涉及烧蚀的扫描中,重复频率不能提高到允许以工业规模大量生产并具有均匀、良好的产品质量的水平。此外,根据现有技术的扫描器置于蒸发装置外部(在真空室中),使得激光束必须穿过真空室的光学窗口,这通常在一定程度上减少可用功率。

[0033] 在本申请优先权日时作者已知的适于烧蚀的现有技术设备的有效功率是 10W 或该数量级。这意味着当通过激光实现切割时重复频率也限制为 4MHz。如果试图进一步提高脉冲频率,根据现有技术的扫描器可引起显著部分的激光束脉冲不受控地射向激光设备的壁结构和等离子体形式的烧蚀材料上。这会具有形成的面层质量下降、生产速度减缓的净效应。此外,脱靶的辐射通量不稳定,这可影响等离子体的结构,当击中要涂覆的表面时导致不均匀的涂层。

[0034] 因此,在靶是要加工的物体和/或零件的加工应用中容易损害切割效率和质量。也存在碎片和飞溅物落在切割点周围的表面上或要涂覆的表面的危险。此外,使用现有技术使得重复的表面处理慢,最终结果是不具有均匀质量。

[0035] 在本申请优先权日时作者已知的根据现有技术的扫描器仅能够具有小于 3m/s 扫描速率,此外扫描速率实际上并不是恒定的,而是在扫描过程中变化。主要是由于根据现有技术的扫描器基于旋转的反射镜,当扫描距离完成时停止,然后转到相反方向以重复扫描过程。在现有技术中摆动的反射镜同样是已知的,但它们具有与稳定运动相关的问题。在专利公开美国 6,372,103 和美国 6,063,455 中已经描述了使用平面反射镜实现的烧蚀技术。因为由于运动加速、减速和停止导致扫描速率不恒定,在靶的不同部分从加工位置通过蒸发产生的等离子体的产率不同,特别在扫描范围的端点,因为等离子体的产率和质量完全取决于扫描速率。在某种意义上,能认为作为规律当使用根据现有技术的设备时,脉冲能量水平和每单位时间的脉冲数目越高,这种问题越突出。在成功烧蚀过程中,材料蒸发为原子颗粒。但当具有干扰因素时,靶材料可释放或捕获一些微米尺寸的碎片,从而自然会影响到其上进行烧蚀的表面的生产质量。

[0036] 因为目前已知的扫描器的速度低,增加脉冲频率会导致进入反射镜结构的脉冲激光束的能量水平提高,使得目前反射镜结构熔融/烧损,除非激光束在其进入反射镜前通

过扫描器放大。因此,必须在扫描器和烧蚀靶间添加单独的准直透镜装置。

[0037] 决定目前扫描器操作极限性能的是它们轻的质量。这也意味着它们的质量小,它们吸收激光束能量的容量同样受到限制。这也会在根据现有技术的应用中引起熔融/烧蚀危险的增加。

[0038] 现有技术的另一问题是激光束的扫描宽度。使用这种反射镜薄膜扫描器进行线性扫描的方法理论上允许直到 70mm 的扫描线宽度,而实际上扫描宽度仅限于 30mm,这使得在面层上留有不均匀质量不均匀散射的网格状区域。这种小的扫描宽度使得目前用于涉及大的、宽的物体的表面处理应用的激光设备不适于工业用途或技术上不可行。

[0039] 如果根据现有技术发生激光束没有对焦的情况,获得的等离子体质量相当差。释放的等离子体也可能含有从靶释放的碎片。同时,要从靶释放的材料可被损坏,使其不能使用。典型的根据现有技术使用过厚的靶作为材料源的情况就是这种情况。为了保持最佳焦距,靶必须朝激光束方向移动以对应于靶的腐蚀。这留有不能解决的问题,即使能够将靶再次对焦,靶面的结构和组成可能已经改变,与从其蒸发的材料量成比例。使用现有技术,当材料消耗时,厚靶的表面结构发生改变。如果例如靶是化合物或混合物,容易检测到这种变化。

[0040] 在根据现有技术的装置中,在与蒸发材料相关的烧蚀过程中激光束焦点的变化会立即改变等离子体的质量,因为材料表面上的脉冲能量密度通常降低,导致等离子体不完全的蒸发/形成。结果是低能量的等离子体和不必要的大量碎片/颗粒及面层形貌变化和附着及涂层厚度潜在变化。

[0041] 试图通过调整焦点减轻该问题。当现有技术设备的激光脉冲重复频率低时,例如低于 200kHz,扫描速率仅 3m/s 或更少,变化仅对等离子体强度具有缓慢影响,而设备具有通过调整焦点对等离子体强度的改变作出反应的时间。当 a) 面层质量和其均匀性不重要时, b) 使用低扫描速率时,能使用用于等离子体强度的所谓实时测量系统。

[0042] 根据申请人在本申请优先权日时获得的信息,这是不能使用现有技术产生高质量等离子体的原因。这也是不能使用现有技术制备多种涂层的原因。

[0043] 根据现有技术的系统需要在其中不得不使用的复杂系统。在现有技术的方法中,靶通常是厚棒或片的形式。在这种情况下,必须使用变焦聚焦透镜,或当靶消耗时靶必须朝激光束移动。只是这种结构的实际实施在技术上就是非常昂贵并且困难,否则如果要求充分可靠性并避免大的质量变化,将是完全不可能的,在这种情况下,进行精确调整几乎不可能,准备厚靶是昂贵的等。

[0044] 美国专利公开解释了如何能使用现有技术通过 S 偏振或 P 偏振或圆偏振光但不使用随机偏振光将激光脉冲引导到烧蚀靶。

[0045] 发明概述

[0046] 基于激光烧蚀的目前涂覆方法不允许对例如三维物体进行使其具有优质涂层的有效涂覆。使用现有技术方法产生的材料等离子体羽辉(典型地,如讨论的 30-70mm)增加要蒸发的靶和要涂覆的基体间的距离,使得三维物体面层具有不均匀的厚度或质量。为了在涂覆小的平面物体方面获得甚至是中等程度的成功,现有技术方法也需要使用高成本的高真空水平,真空典型地至少在 10^{-5} - 10^{-6} mbar 范围。

[0047] 本发明的目的是涂覆物体使其具有一层或多层涂层的激光烧蚀方法,使得要涂覆

的物体或基体和使用激光束要烧蚀的材料或靶间的距离为 0.1mm-10mm。本发明允许以经济和工业上可行的方式生产具有高质量的任何平面或三维面层或甚至三维物体。

[0048] 通常,不同的涂覆方法需要显著不同的距离以获得均匀的涂层结果。

[0049] 本发明基于下面令人吃惊的发现:能使用工业上可行的生产速度涂覆平面、特别是三维几何物体,使其具有优异技术质量(均匀性、光滑度、面层硬度和光学特性和晶体结构,如果应用时),烧蚀的靶材料和涂覆基体间的距离保持足够小,即 0.1mm-10mm。

[0050] 在下文中,能看到:根据本发明甚至在低真空或在一定条件下,甚至在气体气氛中在标准大气压力下能制造技术上优质的相同面层。由于在生产中降低设备要求(好的真空室)和较快的通过时间,这自然显著降低生产成本。先前使用激光烧蚀涂覆一些、特别是大的物体经济上是不可行的,因为大的物体需要大的和缓慢抽空的真空室,使得经济地进行生产是不可行的。此外,某些材料例如含结晶水的岩石材料禁止使用高真空,因为当结合高温时这会引起结晶水的损失,从而使岩石材料分解。

[0051] 根据本发明的面层生产速度与现有技术生产速度相比是巨大的。当现有技术方法允许 24 小时生产 1 克拉(0.2g)金刚石材料时,本方法例如使用 20W 激光功率在 4 小时内生产 4 克拉(0.8g)。发现根据本发明能根据现有需要调整所需材料例如金刚石的定性性质。

[0052] 本发明的一个目的是提供一套表面处理的设备,其允许解决、或至少减轻与现有技术相关的问题。本发明的另一目的是提供涂覆待涂覆的物体的方法、整套设备和/或装置,与根据在本申请优先权日时现有技术已知的相比更为有效并具有更高质量的涂层。另一目的是提供使用这种技术完成的三维印刷单元,其中使用表面处理设备对物体进行反复涂覆,与根据本申请优先权日时的现有技术相比更为有效并且具有更好的面层质量。本发明的目的与下面目标有关:

[0053] 本发明的一个主要目标是提供至少一种新方法和/或其相关设备,用于解决如何通过使用任何可获得的靶产生高质量、良好的等离子体的问题,使得靶材料在等离子体中不形成任何碎片,换句话说,使得等离子体是纯的,或使得如果存在所述碎片的话,仅少量存在,尺寸小于通过烧蚀所述靶由其生成所述等离子体的烧蚀深度。

[0054] 本发明的另一目标是提供至少一种新方法和/或其相关设备,用于解决如何通过释放高质量等离子体产生用于冷加工方法的细且均匀的切割面的问题,使得靶材料在等离子体中不形成任何碎片,换句话说使得等离子体是纯的,或使得如果存在所述碎片的话,仅少量存在,尺寸小于通过烧蚀所述靶由其生成所述等离子体的烧蚀深度。

[0055] 本发明的另一、第三目标是提供至少一种新方法和/或其相关设备,解决如何使用完全不含有颗粒状碎片的高质量等离子体涂覆作为基体的区域的问题,换句话说,等离子体纯的,或如果存在所述碎片的话,仅少量存在,尺寸小于通过烧蚀所述靶由其生成所述等离子体的烧蚀深度。换言之,通过使用实际上能从任何材料产生的纯的等离子体涂覆基体表面。

[0056] 本发明的另一、第四目标是提供至少一种新方法和/或其相关设备,用于解决如何使用高质量等离子体产生具有好的附着性质以粘附在基体上的涂层的问题,以这种方式通过限制产生碎片或将其尺寸限制为小于烧蚀深度来降低颗粒状碎片浪费的动能。同时,没有碎片意味着它们不形成可能通过成核和冷凝现象影响等离子体羽辉均匀性的冷却表

面。此外,根据第四目标,当进行热效应的区域变小或当优选 使用短辐射脉冲换句话说其持续时间(两个连续脉冲间的间隔)在皮秒范围或更短的脉冲时,辐射能量可有效转变为等离子能。

[0057] 本发明的另一、第五目标是提供至少一种新方法和 / 或其相关设备,用于解决如何以工业规模甚至对于大的物体获得宽的扫描宽度同时获得高质量的等离子体和宽的涂层宽度的问题。

[0058] 本发明的另一、第六目标是提供至少一种新方法和 / 或其相关设备,用于解决如何在工业规模应用中获得高重复频率并符合上述目标的问题。

[0059] 本发明的另一、第七目标是提供至少一种新方法和 / 或其相关设备,用于解决如何产生用于涂覆表面的高质量等离子体的问题,以制造符合第一至第六目标的产品,同时节约靶材料,在制备需要相同质量涂层 / 薄膜的涂覆阶段再次使用。

[0060] 发明的另一附加的目标是使用这种符合所述第一、第二、第三、第四和 / 或第五目标的方法和设备,用于解决如何对符合适合目标的每种适合类型的该产品进行冷加工和 / 或涂覆表面的问题。

[0061] 通过使用基于使用等离子体的表面处理装置产生高质量等离子体获得本发明的目标,在根据本发明的实施方案中装置在辐射传输线路中具有涡轮扫描器(turbine scanner)。

[0062] 当使用根据本发明实施方案的表面处理装置时,从要处理的表面除去材料和 / 或制备涂层能达到需要高质量涂层的标准,甚至以足够的生产速度而无需限制辐射功率。

[0063] 在从属权利要求中通过实施例也给出了本发明的其它实施方案。本发明的实施方案可以以适合的部分进行组合。

[0064] 能在产品和 / 或涂层的制备中使用本发明的实施方案,使得产品原料能相对自由选择。例如,能以适于大量生产的方式大量地、经济地、以可重复的方式并以好的质量制备半导体金刚石材料。

[0065] 在本发明的实施方案组中,表面处理基于激光烧蚀,几乎能使用任意激光源作为发射辐射源,以在装备有涡轮扫描器的辐射传输线路中进行传输。因此适合的激光源包括激光例如 CW、半导体激光和脉冲 持续时间在皮秒、飞秒或阿秒范围内的脉冲激光系统,后三种脉冲持续时间代表适于冷加工方法的激光源。然而,本发明并不限制辐射源的选择。

附图说明

[0066] 图 1 表明对于根据本发明的方法,可能的不同应用区域,

[0067] 图 2 表明根据本发明一个实施方案的一组烧蚀涂覆设备,

[0068] 图 3 表明使用根据本发明实施方案的设备制备的、基体上的多层结构,

[0069] 图 4 表明本发明的一个这种实施方案,在装置中通过激光烧蚀制备单晶金刚石棒,其中要蒸发的碳材料(材料坯料 127)由热解碳组成,靶和基体间距离为 4mm,

[0070] 图 5 表明根据本发明涂覆的大的三维物体,在这种情况下是雪铲,

[0071] 图 6 表明根据本发明涂覆的无线电通讯装置壳结构,

[0072] 图 7 表明根据本发明一个实施方案的一组烧蚀涂覆设备,其中以带的形式提供靶,

[0073] 图 8 表明用于本发明特定实施方案中的扫描激光束的涡轮扫描器，

[0074] 图 9 表明热加工（微秒和纳秒脉冲激光、长的脉冲）和冷加工（皮秒和飞秒激光，短脉冲）间传递到烧蚀材料的热量和靶材料损伤的差异，

[0075] 图 10 表明根据本发明涂覆岩石产品的特定实施方案，

[0076] 图 11 表明根据本发明涂覆的特定医疗器械，

[0077] 图 12 表明的根据本发明涂覆的特定医疗产品，

[0078] 图 13 表明根据本发明涂覆的特定飞机部件，

[0079] 图 14 表明根据本发明涂覆氧化铝的特定光学产品，

[0080] 图 15 表明根据本发明实施方案具有处理过的的表面的产品的特定实施例。

[0081] 发明的详细说明

[0082] 本发明的目的是涂覆物体使其具有一层或多层涂层的激光烧蚀方法，使得要涂覆的物体或基体和使用激光束要烧蚀的材料或靶之间的距离为 0.1mm-10mm。在本发明的一个实施方案中，基体和靶之间的距离为 1mm-8mm、更优选 3mm-6mm。所需距离取决于要涂覆的基体和面层所需的质量和 / 或技术性能。

[0083] 在本发明的另一实施方案中，靶和基体间的距离小至 $2\mu\text{m}$ -0.1mm。使用这种距离，根据本发明以良好的生产速度获得优异的面层质量，例如尖锐的物体例如针或刀的尖。面层硬度也是优异的。本发明的一个实施方案是涂覆金刚石的针、刀和刀刃，特别是所有这些的尖端。也能使用其它硬镀层材料替换金刚石。

[0084] 在本发明的一个优选实施方案中，要涂覆的面层由从单个靶烧蚀的材料构成。

[0085] 在本发明的另一优选实施方案中，要涂覆的面层由同时从几个靶烧蚀的材料构成。

[0086] 此外，在本发明的另一优选实施方案中，通过在烧蚀材料形成的等离子体材料羽辉中引入活性材料形成要涂覆的面层，活性材料与等离子体材料羽辉的烧蚀材料进行反应，从而在基体上形成一种化合物或多种化合物涂层。

[0087] 因此，当通过激光脉冲对靶进行烧蚀时形成等离子体材料分子水平的羽辉。

[0088] 为了便于清楚说明，必须指出原子等离子体也表示至少部分电离的气体，所述气体也可含有仍然具有通过电场力与原子核结合的电子的部分原子。因此，例如电离后的氩能作为原子水平等离子体。自然地，仅由分离的电子和只是核构成的颗粒体也认为是等离子体。因此，纯的好的等离子体仅含有气体、原子水平等离子体和 / 或等离子体，但不含有例如固体碎片和 / 或颗粒。

[0089] 应指出，对于在脉冲激光沉积 (PLD) 应用中使用脉冲，PLD 中激光脉冲的持续时间越长，通过脉冲冲击从靶蒸发的材料中的等离子体能量水平和原子速度越低。因此，脉冲越短，蒸发材料的能量水平和材料羽辉中的原子速度越高。另一方面，这也意味着通过蒸发材料获得的等离子体更为均匀，不含有固相沉淀物和 / 或液相和 / 或冷凝产物例如碎片、簇状物、微颗粒或宏观颗粒。换句话说，脉冲越短，重复频率越高，产生的等离子体质量越好，只要超过烧蚀材料的烧蚀临界值。

[0090] 击中材料的激光脉冲的热传导深度随不同激光系统而显著不同。该区域称为热影响区 (HAZ)。HAZ 的深度主要由激光脉冲的功率和持续时间决定。例如，纳秒脉冲激光系统典型地产生几百毫焦耳或更多的脉冲功率，而皮秒激光系统产生 $1\ldots 10\mu\text{J}$ (微焦耳)

范围的脉冲功率。如果两者具有相同重复频率,显然通过纳秒激光系统产生的脉冲 HAZ 比皮秒激光产生的 HAZ 大 1000 多倍。显著较薄的烧蚀层也对从表面释放的碎片尺寸具有直接影响,这对于所谓的冷烧蚀方法是有利的。纳米尺寸范围的颗粒很少引起面层的任何主要缺陷,当撞击基体时主要仅在涂层上产生针孔。根据本发明的一个实施方案,使用电场和 / 或磁场除去固相 (以及液相中,如果有的话) 中存在的碎片。这可通过利用聚集电场 (collecting electric field) 并在电荷下保持靶进行,使得具有较少电迁移率的碎片直接从等离子体羽辉中除去。以相同方式通过等离子体羽辉偏转进行磁过滤,使颗粒从等离子体中分离。

[0091] 根据本发明,面层一词可表示面层或 3D 材料。在此对于面层没有几何或三维限制。因此根据本发明不仅能够涂覆 3D 材料,而且能够制备它们。

[0092] 根据本发明涂覆基体使得在整个物体上形成光滑、没有针孔的面层。

[0093] 根据本发明,基体能例如由金属、金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、天然存在的聚合物、复合材料、无机的或有机的单体或低聚物材料、或一种或多种上述基体的组合构成。

[0094] 类似地,靶能例如由金属、金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、天然存在的聚合物、复合材料、无机的或有机的单体或低聚物材料、或一种或多种上述靶的组合构成。

[0095] 在此,半合成化合物指的是例如改性的天然存在的聚合物或含有这些的复合物。

[0096] 换句话说,本发明不限制于特定基体或靶。

[0097] 根据本发明,金属能使用例如另一金属、金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、天然存在的聚合物、复合材料、无机的或有机的单体或低聚物材料、或一种或多种上述基体的组合进行涂覆。

[0098] 金属化合物能使用例如金属、另一种金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、天然存在的聚合物、复合材料、无机的或有机的单体或低聚物材料、或一种或多种上述基体的组合进行涂覆。

[0099] 玻璃能使用例如金属、金属化合物、另一种玻璃材料、石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、天然存在的聚合物、复合材料、无机的或有机的单体或低聚物材料、或一种或多种上述基体的组合进行涂覆。

[0100] 石材能使用例如金属、金属化合物、玻璃、另一种石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、天然存在的聚合物、复合材料、无机的或有机的单体或低聚物材料、或一种或多种上述基体的组合进行涂覆。

[0101] 陶瓷能使用例如金属、金属化合物、玻璃、石材、另一种陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、天然存在的聚合物、复合材料、无机的或有机的单体或低聚物材料、或一种或多种上述基体的组合进行涂覆。

[0102] 合成聚合物能使用例如金属、金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、另一种合成聚合物、半合成聚合物、复合材料、天然存在的聚合物、无机的或有机的单体或低聚物材料、或一种或多种上述基体的组合进行涂覆。

[0103] 此外,根据本发明半合成聚合物能使用例如金属、金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、合成聚合物、另一种半合成聚合物、天然存在的聚合物、复合材料、无机的或有机的单

体或低聚物材料、或一种或多种上述基体的组合进行涂覆。

[0104] 此外,根据本发明天然存在的聚合物能使用例如金属、金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、另一种天然存在的聚合物、复合材料、无机的或有机的单体或低聚物材料、或一种或多种上述基体的组合进行涂覆。

[0105] 此外,根据本发明复合材料能使用例如金属、金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、天然存在的聚合物、另一种复合材料、无机的或有机的单体或低聚物材料、或一种或多种上述基体的组合进行涂覆。

[0106] 纸和纸板也可使用所有上述化合物进行涂覆。

[0107] 复合材料的一种定义在出版物聚合物科学词典 (Alger, M. S. M, Elsevier Applied Science, 1990, p. 81) 中,其定义复合材料如下:“由两种或多种简单(或单体)材料构成的固体材料,其中每种组分保持它们各自的本性。复合材料显示与其各自组分材料不同的性能;使用特性(attribute)复合物通常涉及改善物理性能,因为主要技术目标是制备性能优于组分材料性能的材料。复合材料也具有基于复合组分的由两相或多相构成的多相结构。所述相可以是连续的,或一种或多种相可以是在连续基质中分散的相”。

[0108] 根据本发明,除全新化合物外,也能够制备复合材料,其中使用两种或多种材料在分子水平构造复合材料。在本发明的一个实施方案中,由例如聚硅氧烷和金刚石制备面层或 3D 结构,在本发明的另一实施方案中,例如由聚硅氧烷和碳氮化物(carbonitride)制备面层或 3D 结构。根据本发明,能自由选择复合材料中的两种或多种组分的相对量。

[0109] 更进一步,根据本发明无机单体或低聚物材料能使用例如金属、金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、天然存在的聚合物、复合材料、另一种无机的或有机的单体或低聚物材料、或一种或多种上述基体的组合进行涂覆。

[0110] 更进一步,根据本发明有机单体或低聚物材料能使用例如金属、金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、天然存在的聚合物、复合材料、无机的或另一种有机的单体或低聚物材料、或一种或多种上述基体的组合进行涂覆。

[0111] 根据本发明所有上述基体的组合也能使用一种或多种上述基体的组合进行涂覆。

[0112] 根据本发明的一个实施方案,能使用烧蚀的材料进行 3D 印刷(3 维)。根据在本申请优先权日时已知的现有技术的 3D 印刷(例如 Scroff Development Inc. 商标 JP System5、BPM Technology Inc. 的 Ballistic Particle Manufacturing、Solidscape Inc. 的 Model Maker、3D Systems Inc. 的 Multi Jet Modelling 和 Z 公司的 Z402 系统)使用具有相对适中机械寿命的材料。因为根据本发明的设备能够具有高效率,即以相对便宜的方式具有快速的层产生速率,当使用例如石墨或者金刚石形式的碳时,能根据例如喷墨打印机的原理直接将烧蚀材料逐层地(slice by slice)地射到对应于打印物体的层上。因此,例如使用碳能制备足够耐用的结构。然而,本发明并不限制本发明的实施方案仅为金刚石材料;基于烧蚀材料的选择,也能使用其它材料。因此,能使用例如根据本发明实施方案的设备从几乎任何适合的材料、例如金刚石或碳氮化物生产中空或实心物体。

[0113] 因此,例如著名的 David 雕塑能首先逐层进行印刷,从而由金刚石层构成,之后层间的任何边缘能使用烧蚀进行平滑化。雕像能给予适合的颜色色调,甚至通过掺杂/合金化金刚石材料分别对每一层赋予颜色。因此,几乎任何 3D 物体能直接进行印刷,例如工具、备件或类似物体、显示器零件、PDA 的壳结构或其它物体例如移动电话或其零件。

[0114] 根据本发明优选的实施方案,形成涂覆的面层,使得每 mm^2 面层含有少于一个的针孔、优选每 cm^2 少于一个针孔和最优选在涂覆区域根本没有针孔。在此,针孔一词指的是穿过整个涂层的孔洞或基本上穿过涂层的孔洞。存在针孔会显著降低涂层的质量和使用寿命。本发明的主题也包括根据所述方法如此生产的产品。

[0115] 根据本发明的另一实施方案,形成涂覆的面层,使得形成面层的最初 50%,在形成的面层上没有形成任何直径超过 1000nm 的颗粒,优选没有尺寸超过 100nm 的颗粒,最优选没有尺寸超过 30nm 的颗粒。这种颗粒显著损害涂层的质量和使用寿命。这种颗粒在涂层中形成腐蚀的通道。本发明的主题也包括根据所述方法如此生产的产品。

[0116] 根据本发明的另一优选实施方案,使用脉冲冷加工激光通过烧蚀靶对要涂覆的物体即基体进行涂覆,使得在涂覆物体上形成的面层的最大粗糙度(使用原子力显微镜(AFM)在 1 平方微米区域测量的)是 $\pm 100\text{nm}$ 。更优选,面层的最大粗糙度小于 25nm,最优选小于 10nm。本发明的主题也包括根据所述方法如此生产的产品。

[0117] 在根据本发明的涂覆方法中,使用脉冲激光器进行激光烧蚀。在本发明特别优选的实施方案中,用于烧蚀的激光设备是冷加工激光,例如皮秒激光。在本发明的另一优选实施方案中,激光设备是飞秒激光,在本发明的另一优选实施方案中,激光设备是阿秒激光。

[0118] 在根据本发明的方法中,冷加工激光的功率优选至少为 10W、更优选至少为 20W 且最优选至少为 50W。在此对于激光设备的功率不设定上限。

[0119] 在根据本发明的方法中,通过在低真空或甚至在标准大气压力下在气体气氛中使用激光烧蚀涂覆基体获得高质量、对于应用足够耐用具有适合光学特性能的面层(具有所需颜色或透明)。

[0120] 可在室温或接近室温下进行涂覆,例如使基体为约 60°C 或显著升高基体温度($>100^\circ\text{C}$)。

[0121] 当涂覆大的物体(大范围的基体表面)、例如建筑工业所使用的岩石、金属、复合物和各种聚合物板材时特别有利。使用现有技术的现有涂覆方法,将这样的物体置于足够的高真空下,除了非常昂贵外,也非常缓慢,因此显著增加涂覆过程的通过时间。对于许多应用,例如当涂覆多孔材料(岩石等)时,不可能获得高真空。如果也涉及加热,多数岩石将失去它们的结晶水,这将自然转变岩石材料的结构,损害或破坏其对于所需用途的使用。

[0122] 如果涂覆能在标准大气压力下或接近低真空下进行,那么对于操作的质量和成本具有影响。在某些应用中,使得可以制备先前不能制造的产品。

[0123] 根据本发明许多岩石产品能使用例如氧化铝进行涂覆以产生耐用的面层。除气体外,这种面层也阻止水分,从而例如阻止在岩石材料内部或表面上形成岩石分解真菌或冰。根据本发明,岩石材料能直接涂覆氧化铝或例如涂覆金属铝,涂覆后使用多种方法例如 RTA+ 光、热氧化(500°C)或者在沸水中热氧化对形成的铝面层进行氧化。如果在铝中添加一定量某种元素例如锆,与纯铝相比金属面层可更有效地进行氧化,并形成覆盖所有岩石孔隙的致密氧化物面层。面层也变得透明。根据本发明,还可以在最终通过氧化形成面层前通过在面层中添加颜料或着色剂将岩石材料染成一定的颜色。根据本发明使用激光烧蚀能制备这种赋予岩石产品颜色的面层。根据本发明氧化铝面层能用任何其它硬质面层例如金刚石面层、碳氮化物面层、其它岩石面层或其它氧化物面层替换。在本发明的一个实施方案中,沉积自清洁面层作为岩石产品的外层涂层。

[0124] 如果氧化铝面层具有一致的晶体结构,通常称为蓝宝石面层。

[0125] 例如能由氧化钛或氧化锌制得这种自清洁面层。根据本发明,能直接用优选的氧化物或者通过在含有氧的环境中蒸发优选的金属对基体进行涂覆。根据本发明面层的厚度优选 10nm-150nm、更优选 15nm-100nm、最优选 20nm-50nm。

[0126] 如果在基体上需要 UV 保护涂层,能用铝层进一步涂覆上述光催化面层。

[0127] 在本发明的另一实施方案中,在 10^{-1} - 10^{-12} atm 真空中进行激光烧蚀。

[0128] 如果涂覆在真空中进行,根据本发明涂覆或制造 3D 物体优选在 10^{-3} - 10^{-9} atm 压力下进行。最优选的在 10^{-4} - 10^{-8} atm 下进行。

[0129] 在本发明的一个实施方案中特别当形成单晶材料例如单晶金刚石、氧化铝或硅的面层时,使用较高真空是有利的。根据本发明生产的单晶金刚石或硅材料例如用于半导体,在金刚石情况下,也可作为珠宝、作为激光设备的零件(二极管激发的光条(light bar)、透镜技术方案(lens solution)、纤维)、在需要这种面层的应用中用于非常耐用的面层等。

[0130] 根据本发明例如能在钢基体上生长半导体金刚石(图4),例如能直接在塑料或纸上生长半导体硅。如果硅层足够薄,例如 5-15 μ m,这种半导体能进行弯曲,能进一步用于例如制造可弯曲的电子元件。能将基于金刚石和基于硅的半导体材料切割成所需形状,优选使用皮秒激光器更优选使用装备有涡轮扫描器的皮秒激光器。根据本发明制造的金金刚石和硅半导体材料能掺杂适合的元素及其组合以例如获得所需的导电性能。

[0131] 在根据本发明的另一实施方案中,在基体上形成一层或多层金刚石面层。在这种金刚石面层中,优选 sp^3 键数目非常高,不同于现有技术类金刚石碳(DLC)面层的情况,根据本发明生成的面层在所有面层厚度均非常坚硬且抗刮伤。金刚石面层优选是透明的。也能承受高温,不同于例如现有技术质量差的 DLC,其在厚度 1mm 是为黑色,仅承受至多 200℃ 的温度。优选使用无氢碳源制备根据本发明生成的金刚石面层。优选碳源是烧结碳,最优选是热解碳玻璃碳。

[0132] 根据本发明,当制备例如用于 MEMS 应用的单晶金刚石材料时,靶特别优选是热解碳。

[0133] 如果要制备质量更适中的 DLC 面层,也可根据本发明快速并且以低的成本进行。

[0134] 如果需要着色的金刚石面层,能通过除蒸发碳外蒸发产生所需颜色的元素或化合物对要形成的金刚石面层进行着色。

[0135] 根据本发明制备的金刚石面层不仅阻止下层面层的机械磨损,而且阻止化学侵蚀。金刚石面层阻止例如金属氧化及对它们装饰和其它功能的损伤。金刚石面层也保护下层面层不受酸和碱侵蚀。

[0136] 在根据本发明的方法的优选实施方案中,通过激光束对靶进行烧蚀,使得材料基本上始终在先前没有进行烧蚀的靶的位置进行蒸发。

[0137] 能通过移动靶使得总对新的表面进行烧蚀。在现有技术的方法中,靶坯料通常是厚棒或片的形式。它们需要使用变焦聚焦透镜,或当其消耗时靶坯料必须相对于激光束进行移动。如果要求完全具有足够的可靠性,仅尝试实施就非常困难并且昂贵,质量仍然变化很大,使得精确控制几乎不可能,制备厚坯料也是昂贵的等。

[0138] 因为存在由于现有技术的扫描器导致的对激光束控制技术的限制,所以不可能在

不发生破坏 (disruption) 的情况下进行, 特别当增加激光设备的脉冲频率时。如果尝试进一步提高脉冲频率到 4MHz 或更高, 根据现有技术的扫描器会引起显著部分的激光束脉冲不仅不受控地射向激光设备的壁结构, 而且不受控地射向等离子体形式的烧蚀材料。这具有降低由烧蚀材料形成的面层质量、减缓生产速率的净效应, 及击中靶的辐射通量变化过大的效应, 这在形成的等离子体结构上是明显的, 导致不均匀的涂覆面层。如果全部或部分激光束击中已经被烧蚀的表面, 靶和基体间的距离将随这些脉冲变化。当击中靶的脉冲接触到靶早期烧蚀的位置时, 不同脉冲释放不同量的材料, 使得个别微米尺寸的颗粒从靶上被烧蚀掉。当击中基体时, 这种颗粒将显著损害所形成的面层的质量, 因此也损害产品的性能。

[0139] 在本发明的一个实施方案中, 靶材料是转动的现有技术靶材料, 如专利公开美国 6, 372, 103 中描述的。在根据本发明另一实施方案中, 靶材料是可市售获得的瓦状靶。

[0140] 在本发明的一个优选实施方案中, 以薄膜 / 带的形式提供靶材料。

[0141] 在一个这种优选的实施方案中, 薄膜 / 箔片以卷材形式, 例如如图 7 所示。当薄膜首先以一扇形激光束的宽度自始至终蒸发时, 例如, 带 / 箔片向一侧移动足够的量, 使得能形成全新的路径。这能持续到箔片 / 薄膜的整个宽度用尽。因为源材料保持恒定, 该系统的主要优点自然是蒸发结果保持恒定, 且是优质的。

[0142] 本发明的另一实施方案, 基于图 7 中的箔片 / 带 (46) a) 比激光束焦距深度薄, b) 厚度与激光束焦距深度相同或 c) 比激光束焦距深度厚。超出激光束焦距深度的材料部分在单独的卷 (48) 上收集。带 / 箔片的厚度可例如是 $5\ \mu\text{m}$ – 5mm , 优选 $20\ \mu\text{m}$ – 1mm , 最优选 $50\ \mu\text{m}$ – $200\ \mu\text{m}$ 。

[0143] 在本发明的一个特别优选的实施方案中, 靶和基体间距离在整个烧蚀过程中基本上保持恒定。

[0144] 在根据本发明另一实施方案的涂覆方法中, 对于激光束, 无需调整机构, 这意味着根据本发明实施方案的箔片 / 带蒸发系统同样无需焦距调整步骤。当未使用过的薄膜供料的面层作为靶时无需所述调整机构, 因为箔片 / 薄膜对于焦距的调整保持恒定。薄膜中, 仅利用对应于激光束焦距深度的材料部分 (图 17)。因此, 获得光滑涂覆结果, 在涂覆过程中无需对焦单元。

[0145] 因为靶材料昂贵, 优选仅使用靶材料未使用过的面层, 工业上也优选使用尽可能薄的靶材料。与目前靶材料相比, 带形式的靶材料自然更为便宜, 并且由于不复杂和更经济的生产方法更容易获得。

[0146] 在本发明的另一优选实施方案中, 应用片材供料。在此, 提供新的以片状形式的靶用于涂覆每个物体。这种供料方法适于例如氧化铝陶瓷片 (如今能作为具有光滑面层、薄并且小的片材进行常规生产)。大的靶的制造通常困难并且昂贵。

[0147] 扫描宽度是现有技术方法的一个问题。其使用反射镜薄膜扫描器进行线性扫描; 可认为理论上允许约 70mm 标称扫描行宽, 但实际上, 扫描宽度仅限于 30mm, 这意味着扫描区域的边缘质量不均和 / 或不同于中间区域。这种小的扫描宽度也意味着使用目前可获得的激光设备进行大的、宽的物体的工业规模涂覆应用在经济上或技术上是不可行的。

[0148] 在本发明的一个优选实施方案中, 激光束通过涡轮扫描器射向靶。

[0149] 涡轮扫描器解决了先前平面反射镜扫描器的功率传输问题, 使得能使用足够高的

脉冲功率对靶材料进行蒸发,提供好的并且质量均匀的等离子体,从而制备优质的面层和 3D 结构。涡轮扫描器也具有大的扫描宽度,因此使用一组激光设备即能涂覆较大的表面积。这意味着工作速度好,形成的面层质量均匀。在根据本发明的一个优选实施方案中,扫描靶的宽度可为 10mm-700mm、优选 100mm-400mm,最优选 150mm-300mm。当然,在小尺寸应用中宽度较小。

[0150] 本发明并不一定限制为只有一个激光源。根据本发明的一个实施方案,基体在从一个或几个靶蒸发的等离子体材料羽辉中保持固定。根据本发明的一个更为优选的实施方案,基体在通过激光烧蚀从一个或几个靶蒸发的等离子体材料羽辉中移动。如果在真空或活性气体的气氛中进行涂覆,优选在单独的真空室中进行涂覆。

[0151] 本发明允许涂覆物体使得在涂覆物体上形成的面层的最大粗糙度为 $\pm 100\text{nm}$ 。在本发明的一个优选实施方案中,在涂覆物体上形成的面层的最大粗糙度为 $\pm 25\text{nm}$,在本发明更优选的实施方案中,在涂覆物体上形成的面层的最大粗糙度为 $\pm 2\text{nm}$ 。

[0152] 可根据实际需要和所需功能调整要形成的面层的光滑度。

[0153] 在根据本发明的方法中不限制要形成的面层的厚度。根据本发明能涂覆物体从 1nm 直到非常厚的面层甚至 3D 结构。

[0154] 根据现有技术要涂覆的物体、基体和要烧蚀材料、靶间的距离为 30mm-70mm、优选 30mm-50mm。

[0155] 然后,根据本发明方法允许制备具有不同功能的面层和 / 或 3D 材料。这种面层包括,例如,在各种玻璃和塑料产品(透镜、眼镜、太阳镜、屏幕保护罩(screen cover)、建筑物和车辆的窗、实验室、艺术品和家用玻璃器皿)中非常硬的和抗刮伤面层和 3D 材料(没有刮痕的面层),特别优选的光学涂层材料包括 MgF_2 、 SiO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、特别优选的硬质涂层材料包括各种金属氧化物、碳化物和氮化物、当然包括金刚石涂层;各种金属产品和它们的面层、例如无线电通讯装置的壳结构、屋顶覆盖层的金属片材、室内装饰或建筑板、板条和窗框;洗盘的水槽、水龙头、烘箱、金属硬币、珠宝、工具和它们的零件;汽车及其他车辆的引擎和它们的零件、小汽车和及其他车辆的金属包层和涂漆的金属面层;用于轮船、汽艇和飞机的具有金属面层的物体、航空涡轮机和内燃机;轴承;叉、刀和匙;剪刀、刀、旋转叶片、锯和各种金属包层的刀具、螺钉和螺母;用于化工过程的金属处理设备、例如金属包层的反应器、泵、蒸馏塔、槽和框架结构;油、天然气和化学物管道和各种阀和控制单元;石油勘探设备的零件和钻头;水管;武器和它们的零件、子弹和弹夹;经受磨损的金属喷嘴,例如经受磨损的造纸机器零件、例如涂覆浆料应用设备的零件;雪铲、铲 / 锹和儿童运动场用具的金属结构;路边围栏结构、交通信号和柱;金属罐和容器;手术器械、人造关节和植入物和器具;照相机和摄像机和对氧化或其它磨损敏感的电子设备的金属零件,和航天器和它们能够承受摩擦和高温的包层技术方案。

[0156] 此外,根据本发明制造的产品可包括耐化合物腐蚀的面层和 3D 材料、半导体材料、LED 材料、通过观察角度和它们构成的面层改变颜色的颜料、在先提及的激光设备和二极管泵浦的零件、例如光束扩展器和二极管激发光条、用于珠宝目的的宝石材料、医疗产品的面层和三维形式的医疗产品、自清洁面层、建筑工业的各种产品例如在先提及的抗污染和 / 或防潮和自清洁(当需要时)岩石和陶瓷材料(涂覆的岩石产品和在其上已经形成石质面层的产物)、着色的岩石产品例如根据本发明的一个实施方案的染成绿色的大理石和

自清洁砂岩。

[0157] 此外,根据本发明制造的产品可包括例如在各种透镜和屏幕保护膜中的 AR(抗反射)面层、用于清洗水、溶液或空气的提供 UV 保护和 UV 活性面层的涂层。如所讨论的,能调整要形成的面层厚度。因此,根据本发明形成的金刚石或碳氮化物面层的厚度可为例如 1nm-3,000nm。此外,能制备非常均匀的金刚石面层。因此,形成的金刚石面层的最大粗糙度可为 $\pm 25\text{nm}$ 、优选 $\pm 10\text{nm}$ 级,在某些需要低摩擦的特别需求的应用中,可调整到 $\pm 2\text{nm}$ 水平。因此根据本发明的金刚石面层不仅防止下层面层的机械磨损而且防止化学侵蚀。金刚石面层防止例如金属的氧化,从而防止损害它们的装饰或其它功能。金刚石面层也保护下面的面层不受酸和碱侵蚀。根据本发明的金刚石面层不仅防止下层面层的机械磨损而且防止化学侵蚀。金刚石面层防止例如金属的氧化,从而防止损害它们的装饰的其它功能。金刚石面层也保护下层面层不受酸和碱侵蚀。在某些应用中需要装饰性金属面层。根据本发明用于靶的某些具体的装饰性金属或金属化合物例如金、银、铬、铂、钽、钛、铜、锌、铝、铁、钢、锌黑、钨黑、钨、钴、钒、氮化钛、氮化钛铝(titanium aluminum nitride)、碳氮化钛(titanium carbon nitride)、氮化锆、氮化铬、碳化钛硅(titanium silicon carbide)和碳化铬。当然能使用所述材料获得其它性质例如耐磨面层或抗氧化或其它化学反应的面层。

[0158] 在本文中值得提及的金属化合物包括金属氧化物、氮化物、卤化物和碳化物,但金属化合物并不限于此。

[0159] 根据本发明制备的的各种的氧化物面层包括例如氧化铝、二氧化钛、氧化铬、氧化锆、氧化锡、氧化钽等,及相互或与例如金属、金刚石、碳化物或氮化物的复合组合。根据本发明也能通过使用活性气体气氛由金属制备所述材料。

[0160] 实施例

[0161] 下面部分描述根据本发明的方法和产品,然而不限制本发明为所给出的实施例。使用 Corelase Oy 制造的 10W 皮秒激光器 X-lase 和 Corelase(USPLD)制造的 20W-80W 皮秒激光器 X-lase 制备面层。脉冲能量指的是通过光学在所需区域对焦的、直射到 1cm^2 区域的脉冲能量。使用 1064nm 波长。要涂覆的表面的温度从室温至 200°C 。根据不同产品在室温至 700°C 的范围调整靶材料的温度。用于涂覆的靶材料包括氧化物、金属和各种碳基材料。当在氧气相中进行涂覆时,氧压力为 10^{-4} - 10^{-1}mbar 。低功率激光使用常规反射镜扫描器或电扫描器。之后,使用绕其轴旋转的扫描器或涡轮扫描器进行涂覆。涡轮扫描器允许调整扫描速率;将射向靶材料的光束的扫描速率调整为 1m/s - 350m/s 。成功使用电扫描器需要较小的脉冲频率,典型地低于 1MHz。使用涡轮扫描器能制备优质涂层,甚至当使用较高重复频率例如 1MHz-30MHz 时。使用 AFM、ESEM、FTIR 以及 Raman 和共焦显微镜检测制备的涂层。也检测光学性质(透射率)和某些电学性质例如电阻率。使用的光斑尺寸在 20 - $80\mu\text{m}$ 的范围变化。

[0162] 所有研究的面层都没有针孔。使用 AFM 设备在 $1\mu\text{m}^2$ 区域检测面层的粗糙度或光滑度。

[0163] 实施例 1

[0164] 这个实施例涉及使用金刚石涂层(由粘结碳)涂覆大理石。激光设备具有以下性能参数:重复频率 4MHz、脉冲能量 $5\mu\text{J}$ 、脉冲持续时间 20ps、靶和基体间距离 4mm、真空度 10^{-6}atm 。使用 AFM(原子力显微镜)设备观察生成的金刚石面层。金刚石面层的厚度约

500nm,最大粗糙度 $\pm 10\text{nm}$ 。面层上没有观察到微米颗粒。

[0165] 实施例 2

[0166] 这个实施例涉及使用金刚石涂层（从烧结的碳）涂覆铝箔。激光设备具有以下性能参数：重复频率 4MHz、脉冲能量 $5\mu\text{J}$ 、脉冲持续时间 20ps、靶和基体间距离 4mm、真空度 10^{-5}atm 。在过程中铝箔着色为天蓝色。使用 AFM（原子力显微镜）设备观察生成的金刚石面层。金刚石面层的厚度约 200nm,最大粗糙度 $\pm 8\text{nm}$ 。面层上没有观察到微米颗粒。

[0167] 实施例 3

[0168] 这个实施例涉及用金刚石涂层（从热解碳）涂覆硅晶片、二氧化硅片、聚碳酸酯片和聚酯薄膜。激光设备具有以下性能参数：重复频率 4MHz、脉冲能量 $5\mu\text{J}$ 、脉冲持续时间 20ps、靶和基体间距离 8mm、真空度 10^{-5}atm 。使用 AFM（原子力显微镜）设备观察生成的金刚石面层。金刚石面层的厚度约 150nm,最大粗糙度 $\pm 20\text{nm}$ 。面层上没有观察到微粒或纳米颗粒。

[0169] 实施例 4

[0170] 这个实施例涉及使用金刚石涂层涂覆二氧化硅片。激光设备具有以下性能参数：重复频率 2MHz、脉冲能量 $10\mu\text{J}$ 、脉冲持续时间 15ps、靶和基体间距离 2mm、真空度 10^{-3}atm 。使用 AFM（原子力显微镜）设备观察生成的金刚石面层。金刚石面层的厚度约 50nm,最大粗糙度 $\pm 4\text{nm}$ 。形成的面层上没有观察到微米颗粒。面层具有优异的粗糙度性质,纳米颗粒最大尺寸为 20nm。

[0171] 实施例 5

[0172] 这个实施例涉及使用氧化铜涂覆铜片。激光设备具有以下性能参数：重复频率 4MHz、脉冲能量 $5\mu\text{J}$ 、脉冲持续时间 17ps、靶和基体间距离 10mm、真空度 10^{-1}atm 。生成均匀质量的氧化铜面层。生成的面层的厚度约 $5\mu\text{m}$ 。

[0173] 实施例 6

[0174] 实施例 6 涉及使用激光烧蚀制造的具有金刚石涂层的装饰性雪铲（图 6）。由于金刚石涂层,雪铲非常耐用并且抗刮伤。此外,金刚石面层的疏水性质,特别是其小的（纳米范围）的粗糙度减少摩擦,从而减少扫清雪所需的能量,使其更为容易。

[0175] 雪铲的基体材料可以例如是塑料或金属。在根据本实施例的雪铲中,通过电解在铝基体材料上沉积一层 1 微米厚的铬层。或者,可根据本发明使用激光烧蚀进行。在塑料表面上,使用激光烧蚀（冷烧蚀）金属涂层最易沉积。能自由选择使用的金属、金属合金或金属化合物以及面层厚度,允许生产独特的雪铲。特别是使用激光烧蚀形成金属面层允许经济地制备具有所需基色并且非常薄的金属面层。覆盖所有面层的金刚石涂层会阻止金属面层的氧化或机械磨损。通过全息 (holographic) 面层能增强独特性质,使得能在面层上产生由顾客指定的图像或文字。除机械蚀刻外,也能使用激光蚀刻非常有效地制备全息面层,激光蚀刻允许在所需面层进行精确、快速并经济地刻蚀。通过由激光烧蚀制备的下层金属面层的光滑度改善了全息面层的质量。图中所示面层实际上物理地相互粘附,但为了说明目的在图中分隔显示。

[0176] 实施例 7

[0177] 这个实施例涉及用氧化铝涂层涂覆大理石。通过氧化铝的直接烧蚀形成面层,激光设备具有以下性能参数：重复频率 4MHz、脉冲能量 $4\mu\text{J}$ 、脉冲持续时间 10ps、靶和基体间

距离 3mm、真空度 10^{-6} atm。使用 AFM(原子力显微镜)设备观察生成的氧化铝面层。氧化铝面层的厚度约 500nm,最大粗糙度 ± 5 nm。面层上没有观察到微米颗粒或纳米颗粒。

[0178] 实施例 8

[0179] 这个实施例涉及用氧化铝涂层涂覆大理石。通过氧化铝的直接烧蚀形成面层,激光设备具有以下性能参数:重复频率 4MHz、脉冲能量 $4 \mu\text{J}$ 、脉冲持续时间 10ps、靶和基体间距离 3mm、真空度 0。使用 AFM(原子力显微镜)设备观察生成的氧化铝面层。氧化铝面层的厚度约 5nm,最大粗糙度 ± 10 nm。面层上观察到纳米颗粒。

[0180] 实施例 9

[0181] 这个实施例涉及用氧化铝涂层涂覆具有底漆的塑料镜架。通过氧化铝的直接烧蚀形成面层,激光设备具有以下性能参数:重复频率 4MHz、脉冲能量 $4 \mu\text{J}$ 、脉冲持续时间 20ps、靶和基体间距离 3mm 和真空度 10^{-6} atm。使用 AFM(原子力显微镜)设备观察生成的氧化铝面层。氧化铝面层的厚度约 300nm,最大粗糙度 ± 2 nm。面层上没有观察到微米颗粒或纳米颗粒。

[0182] 实施例 10

[0183] 这个实施例涉及用氧化铝涂层涂覆花岗岩片。通过氧化铝的直接烧蚀形成面层,激光设备具有以下性能参数:重复频率 4MHz、脉冲能量 $4 \mu\text{J}$ 、脉冲持续时间 10ps、靶和基体间距离 9mm、真空度 10^{-3} atm。使用 AFM(原子力显微镜)设备观察生成的氧化铝面层。蓝宝石面层的厚度约 1nm,最大粗糙度 9nm。面层上没有观察到显著的微米颗粒或纳米颗粒。

[0184] 实施例 11

[0185] 这个实施例涉及首先用铝然后用氧化铝涂层涂覆塑料移动电话壳。通过氧化铝的直接烧蚀形成氧化铝面层,激光设备具有以下性能参数:重复频率 4MHz、脉冲能量 $4 \mu\text{J}$ 、脉冲持续时间 10ps、靶和基体间距离 3mm、真空度 10^{-6} atm。

[0186] 使用 AFM(原子力显微镜)设备观察生成的氧化铝面层。面层的厚度约 300nm,最大粗糙度 ± 5 nm。面层上没有观察到微米颗粒或纳米颗粒。铝层面层没有检测。

[0187] 实施例 12

[0188] 这个实施例涉及用氧化钛涂层涂覆钢片。通过在含有氧的氦气氛中钛的烧蚀形成面层,激光设备具有以下性能参数:重复频率 20MHz、脉冲能量 $4 \mu\text{J}$ 、脉冲持续时间 10ps、靶和基体间距离 1mm,真空度 10^{-2} atm。使用 AFM(原子力显微镜)设备观察生成的二氧化钛面层。二氧化钛面层厚度约 50nm,最大粗糙度 ± 3 nm。

[0189] 实施例 13

[0190] 这个实施例涉及使用金刚石涂层(烧结碳)涂覆由不锈钢制得的接骨螺钉。激光设备具有以下性能参数:重复频率 20MHz、脉冲能量 $4 \mu\text{J}$ 、脉冲持续时间 10ps、靶和基体间距离 1mm、真空度 10^{-5} atm。使用 AFM(原子力显微镜)设备观察生成的金刚石面层。金刚石面层的厚度约 100nm,最大粗糙度 ± 3 nm。

[0191] 实施例 14

[0192] 这个实施例涉及使用金刚石涂层涂覆由不锈钢制得的接骨螺钉。通过二氧化钛的直接烧蚀形成面层,激光设备具有以下性能参数:重复频率 4MHz、脉冲能量 $2.5 \mu\text{J}$ 、脉冲持续时间 20ps、靶和基体间距离 8mm 和真空度 10^{-7} atm。使用 AFM(原子力显微镜)设备观察生成的金刚石面层。金刚石面层的厚度约 100nm,最大粗糙度 ± 5 nm。

[0193] 对于本领域技术人员,本发明给出的事实使得下面内容是显而易见的,在表面处理过程某一阶段中称为靶的物体能在表面处理过程的另一阶段作为基体,反之亦然,这取决于是否由其烧蚀材料(作为靶)或在其上沉积材料(作为基体)。因此,至少理论上,相同物体能够既作为靶又作为基体,这取决于加工/涂覆过程的阶段。涉及激光烧蚀方法的本发明的实施方案的实施例总汇

[0194] 根据本发明实施方案的用于物体一个表面或多个表面加工和/或涂覆的激光烧蚀方法,其特征在于该方法包括:通过使用高质量等离子体对物体进行加工和/或涂覆;通过激光束从靶上烧蚀材料,所述靶与基体(即要涂覆的物体)间的距离为0.1-10mm,使得每 mm^2 涂覆的面层含有少于一个的针孔。

[0195] 在根据本发明的实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和/或涂覆,基体和靶之间的距离为1mm-8mm。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和/或涂覆,基体和靶之间的距离为3mm-6mm。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和/或涂覆,所述基体是金属、金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、纸、纸板、天然存在的聚合物、复合材料、无机或有机的单体或低聚物材料。

[0196] 在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和/或涂覆,所述靶是金属、金属化合物、玻璃、石材、陶瓷材料、合成聚合物、半合成聚合物、天然存在的聚合物、复合材料、无机或有机的单体或低聚物材料。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和/或涂覆,通过使用脉冲激光进行激光烧蚀。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和/或涂覆,用于烧蚀的激光设备是冷加工激光器,例如皮秒激光器。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,形成涂覆的面层,使得每 cm^2 少于一个针孔且最优选在涂覆区域根本没有针孔。

[0197] 在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,形成涂覆的面层,使得形成面层最初的50%,在形成的面层上没有形成任何直径超过1000nm的颗粒,优选没有尺寸超过100nm的颗粒,最优选没有尺寸超过30nm的颗粒。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,使用脉冲冷加工激光通过烧蚀靶对要涂覆的物体即基体进行涂覆,使得在涂覆物体上要形成的面层的最大粗糙度是 $\pm 100\text{nm}$,所述最大粗糙度是使用原子力显微镜(AFM)在1平方微米区域测量的。

[0198] 在根据本发明任选实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和/或涂覆,在常压下进行所述激光烧蚀。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和/或涂覆,在 10^{-1} - 10^{-12}atm 真空下进行所述激光烧蚀。

[0199] 在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用激光束对靶进行烧蚀,使得对于通过使用高质量等离子体对物体进行加工和/或涂覆,材料基本上始终在先前没有显著进行烧蚀的靶的位置进行蒸发。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和/或涂覆,以片材形式提供靶。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和/或涂覆,以薄膜/带的形式提供靶。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行

加工和 / 或涂覆,靶的厚度为 $5\ \mu\text{m}$ – 5mm , 优选 $20\ \mu\text{m}$ – 1mm , 最优选 $50\ \mu\text{m}$ – $200\ \mu\text{m}$ 。

[0200] 在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和 / 或涂覆,激光束通过涡轮扫描器照射到靶上。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和 / 或涂覆,对靶进行扫描的宽度为 10mm – 800mm 、优选 100mm – 400mm , 最优选 150mm – 300mm 。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和 / 或涂覆,基体在使用激光烧蚀从一个或几个靶上蒸发的等离子体材料羽辉中移动。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和 / 或涂覆,靶和基体间的距离在烧蚀过程中基本上保持恒定。在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和 / 或涂覆,涂覆的面层由从几个靶同时烧蚀的材料构成。

[0201] 在根据本发明实施方案的激光烧蚀方法中,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和 / 或涂覆,通过在烧蚀材料形成的等离子体材料羽辉中引入活性材料形成要涂覆的面层,所述活性材料与等离子体材料羽辉的烧蚀材料进行反应,从而在基体上形成一种或多种化合物涂层。

[0202] 根据本发明实施方案的一套表面处理设备,通过使用高质量等离子体对物体进行加工和 / 或涂覆,在表面处理设备的辐射传输线路中具有涡轮扫描器。

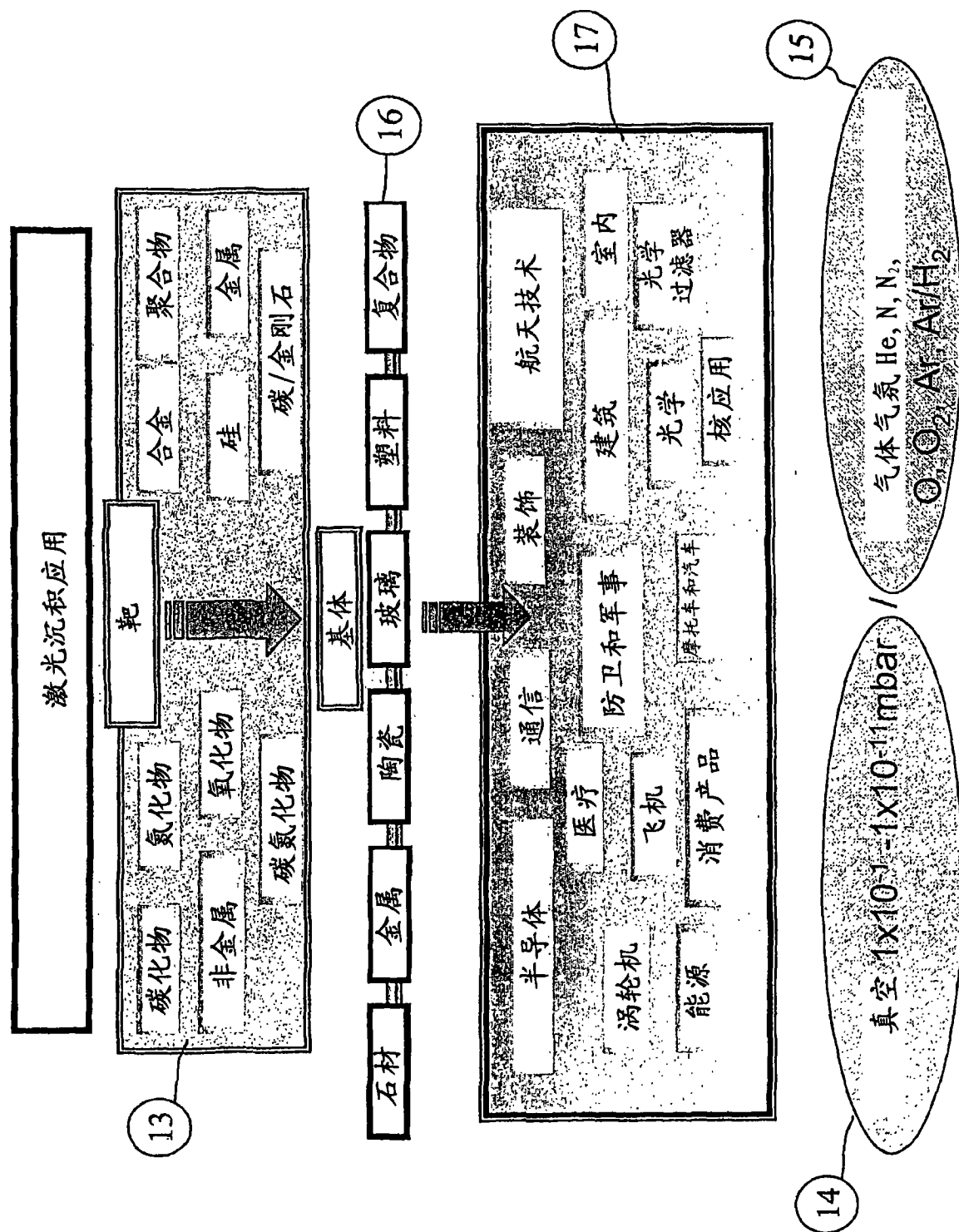


图1

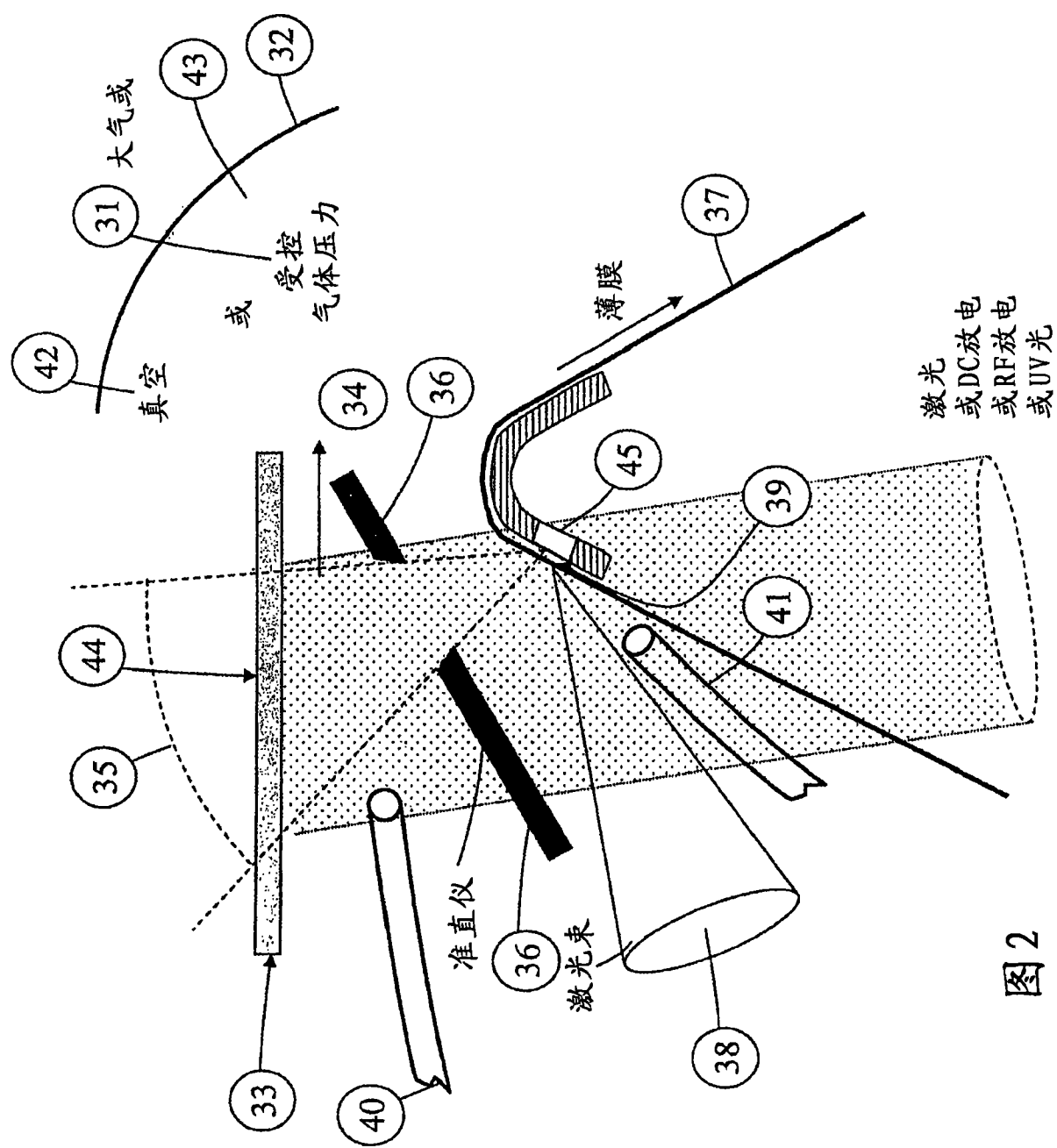


图2

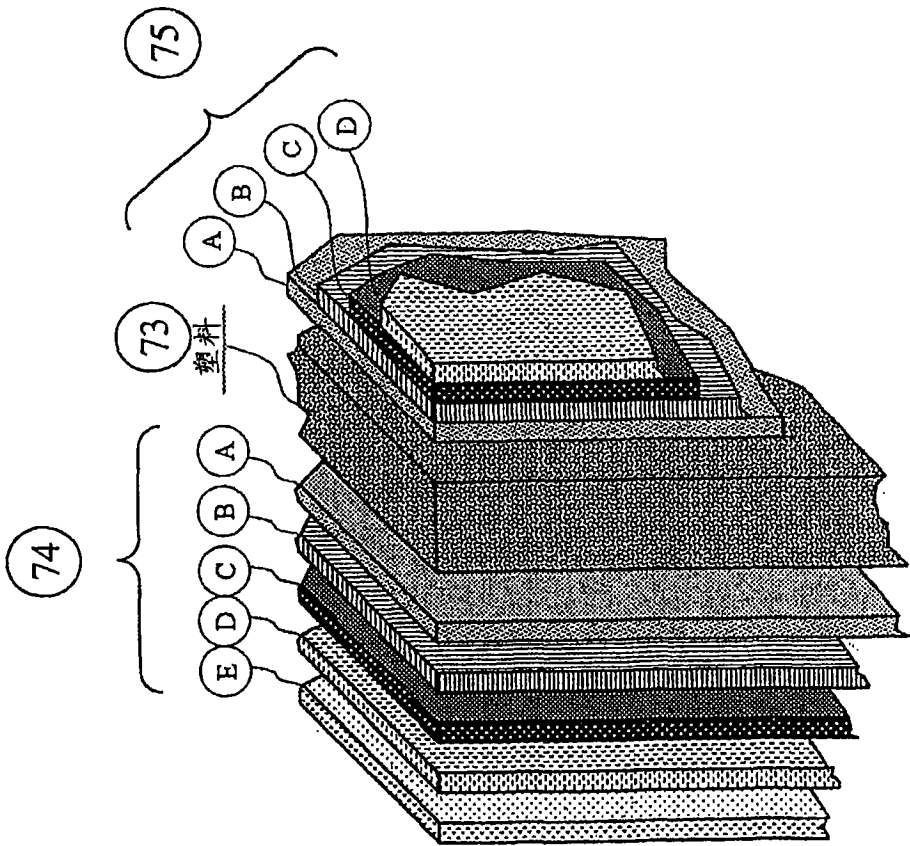


图3

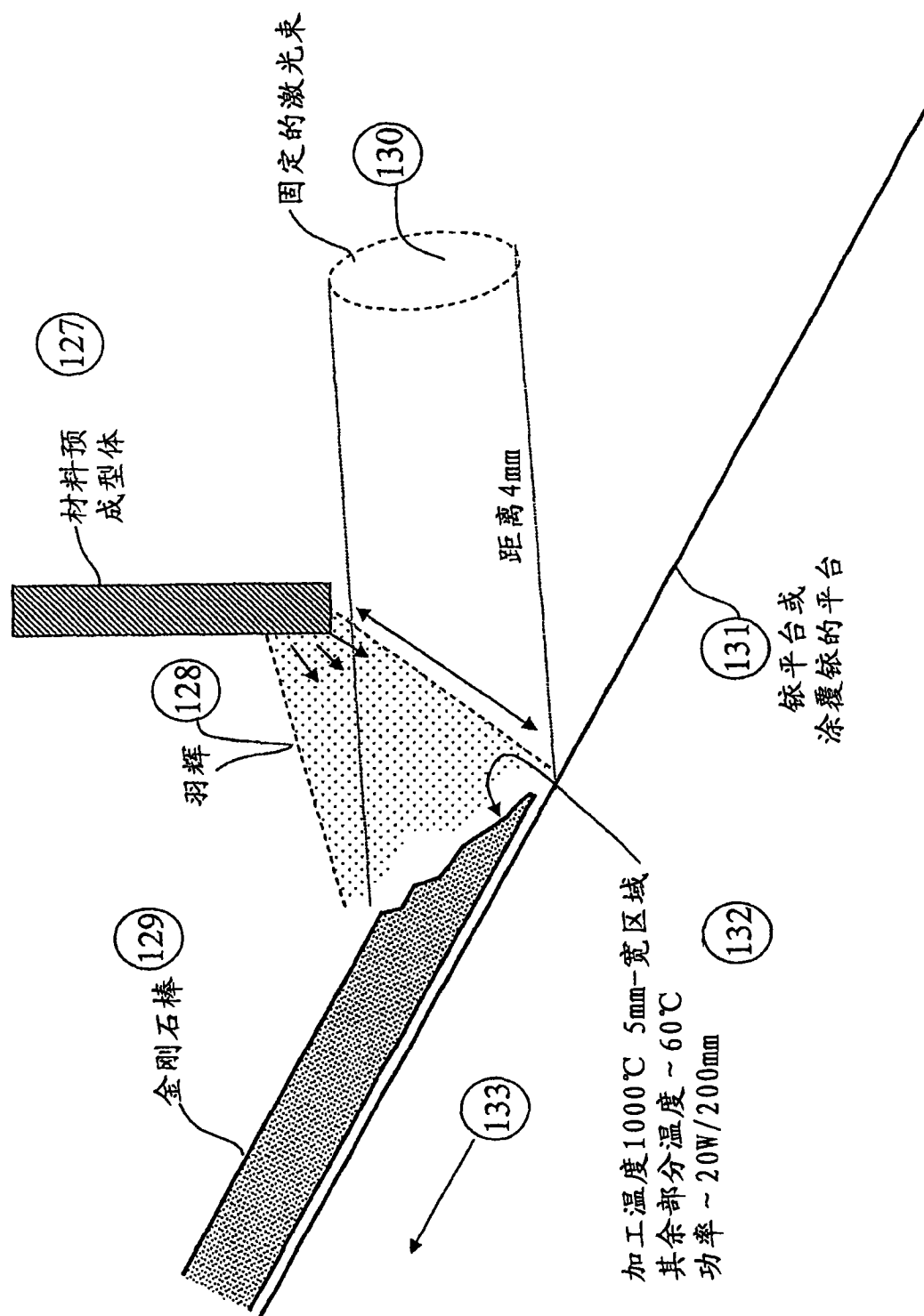


图 4

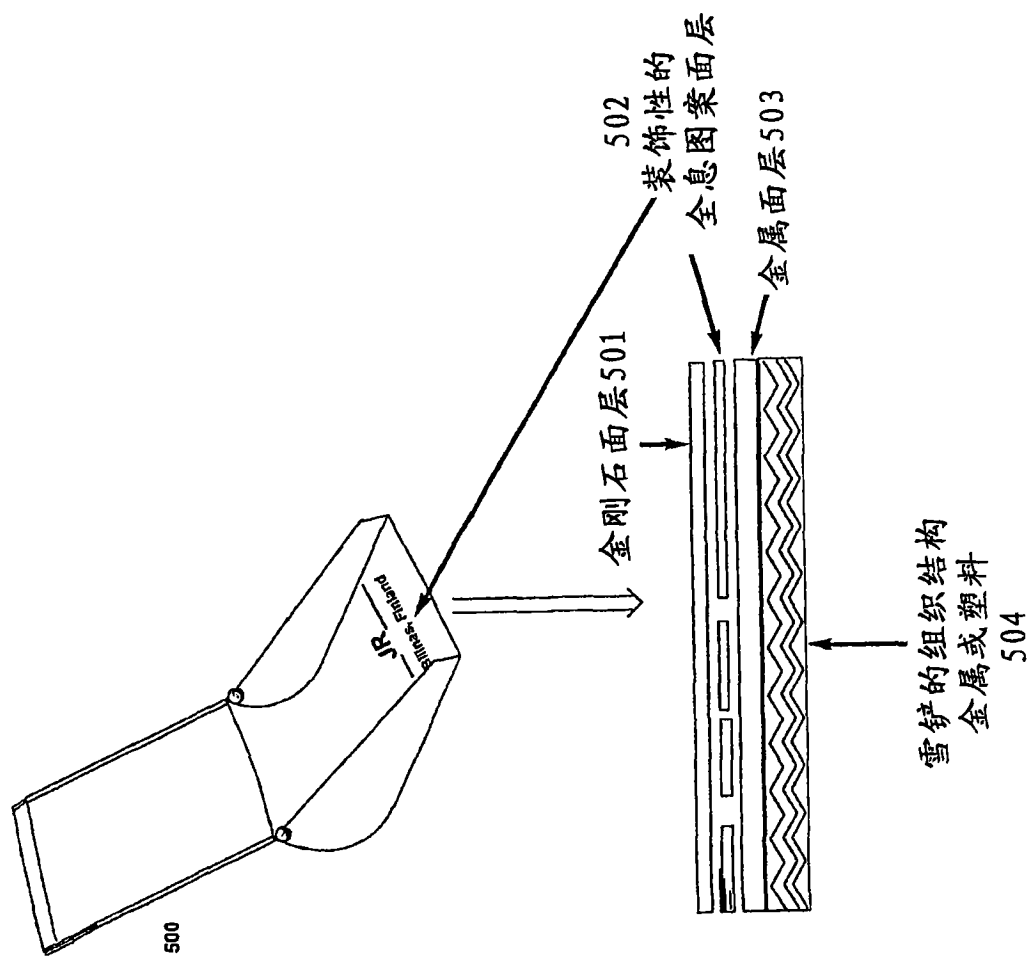
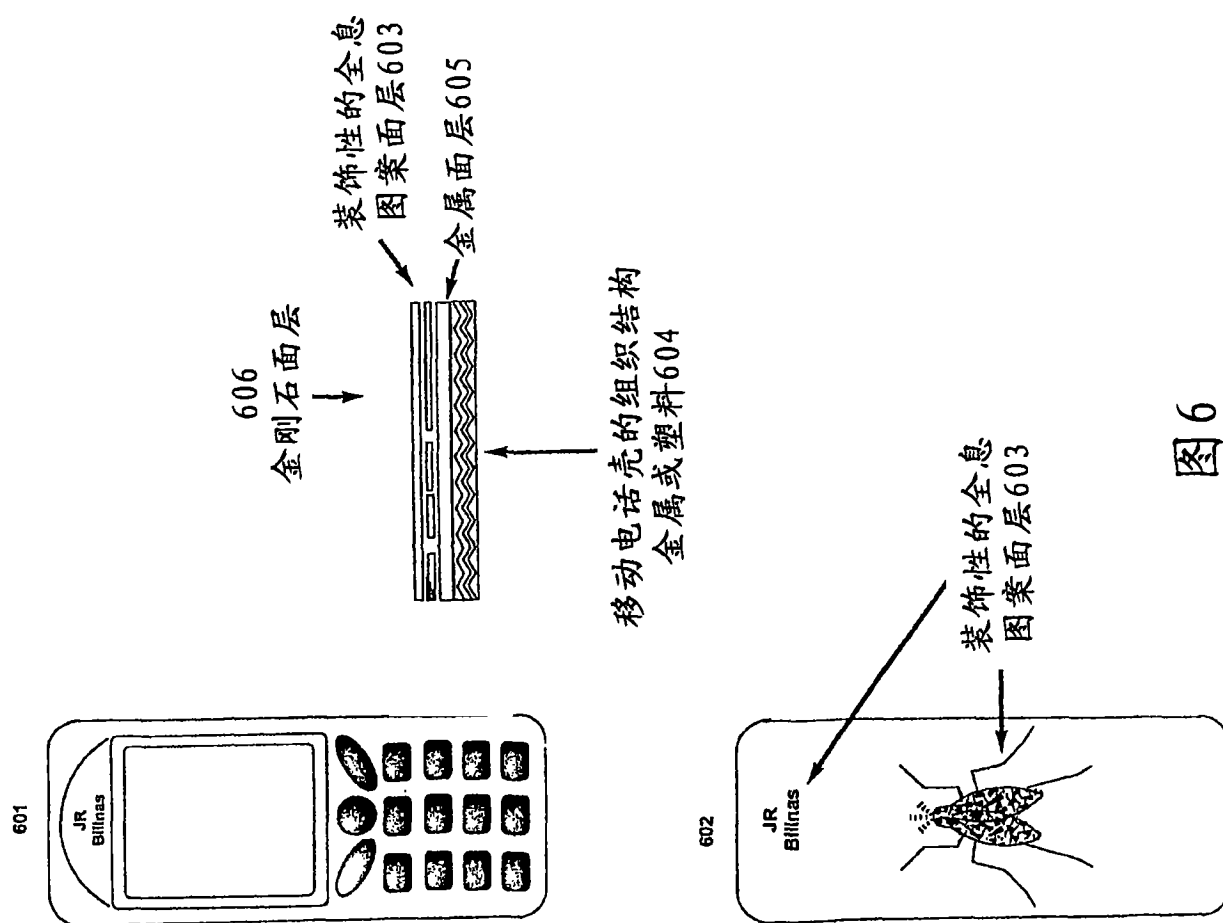


图5



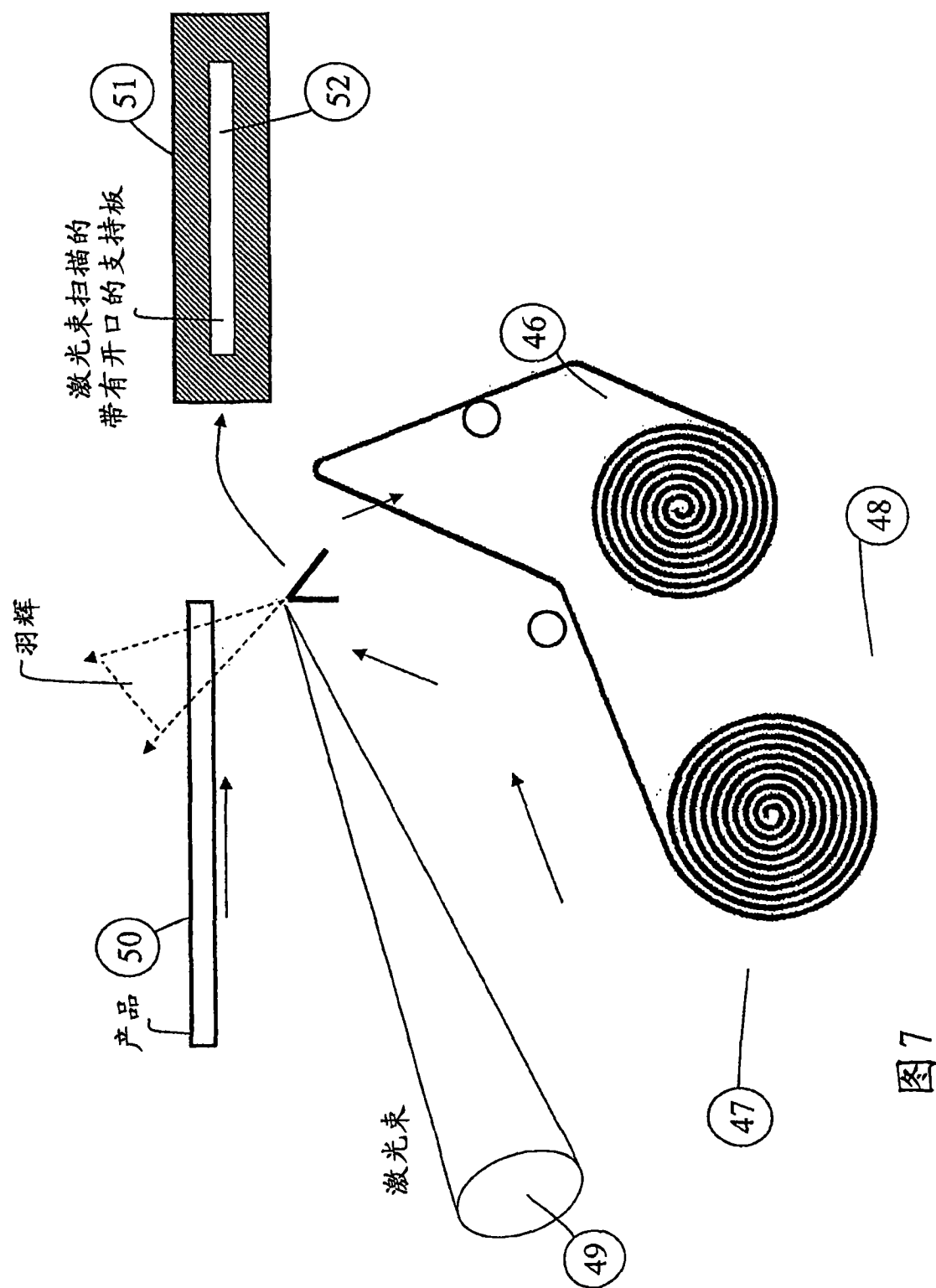


图7

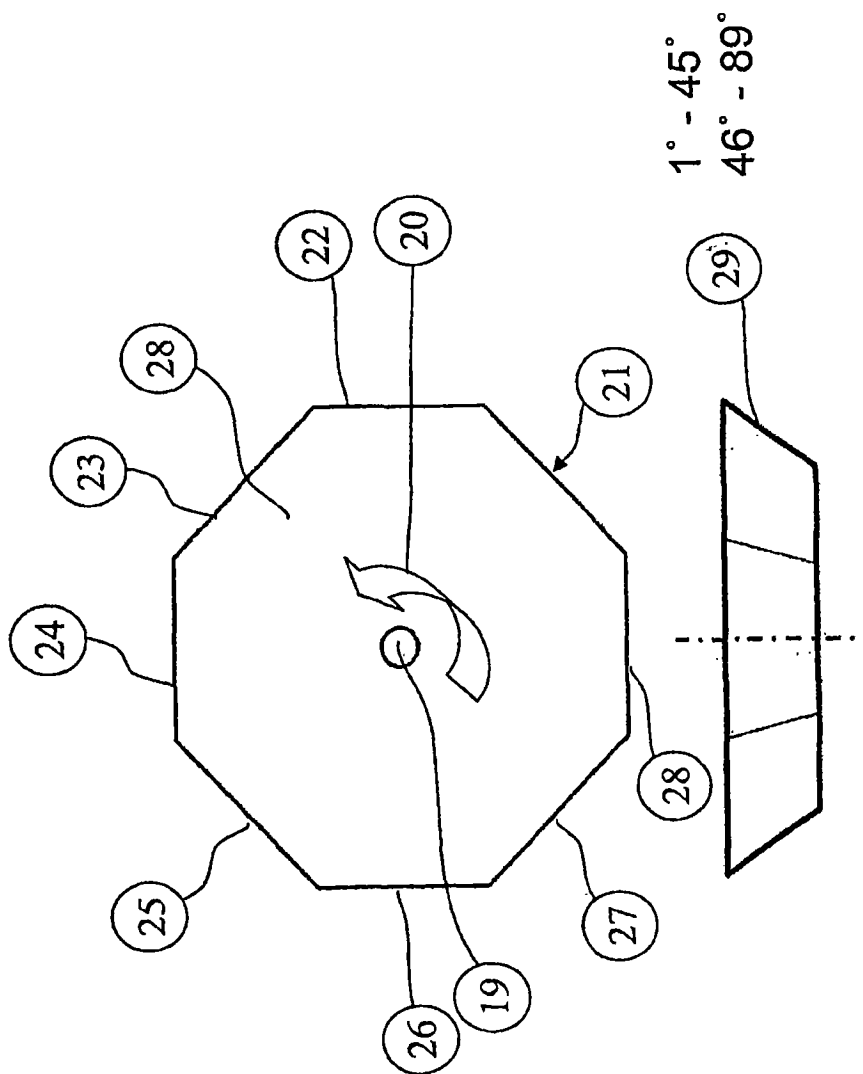


图 8

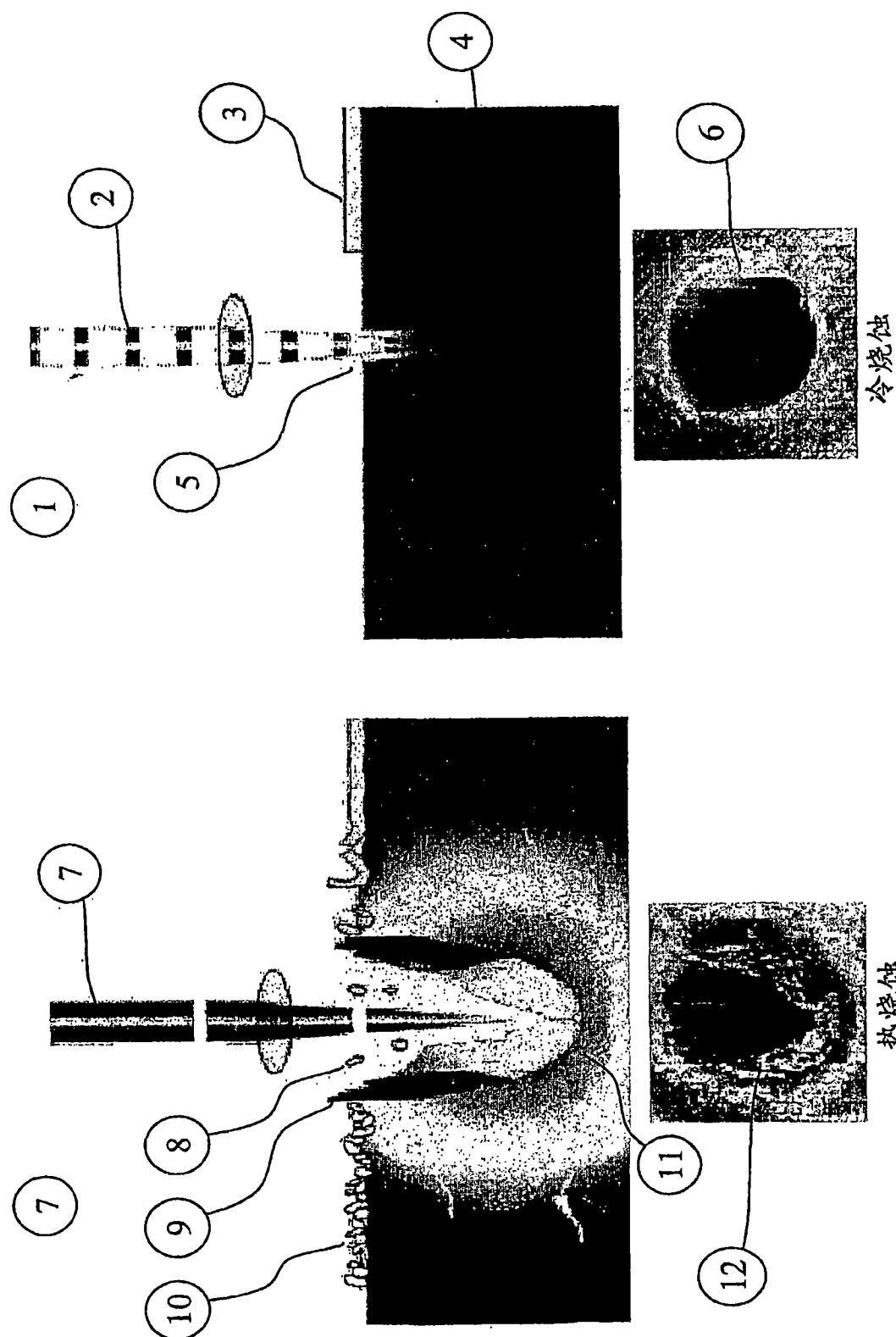
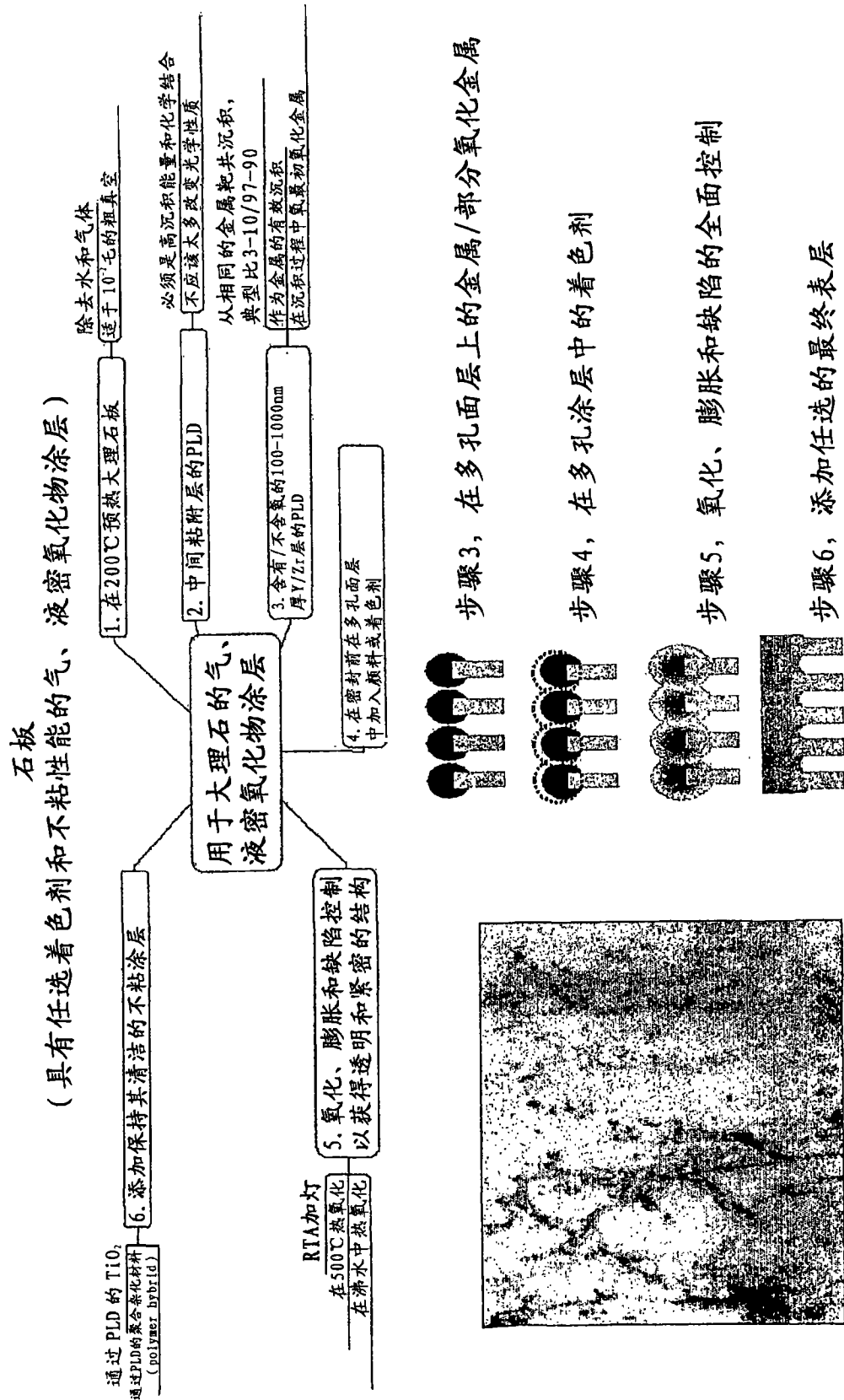
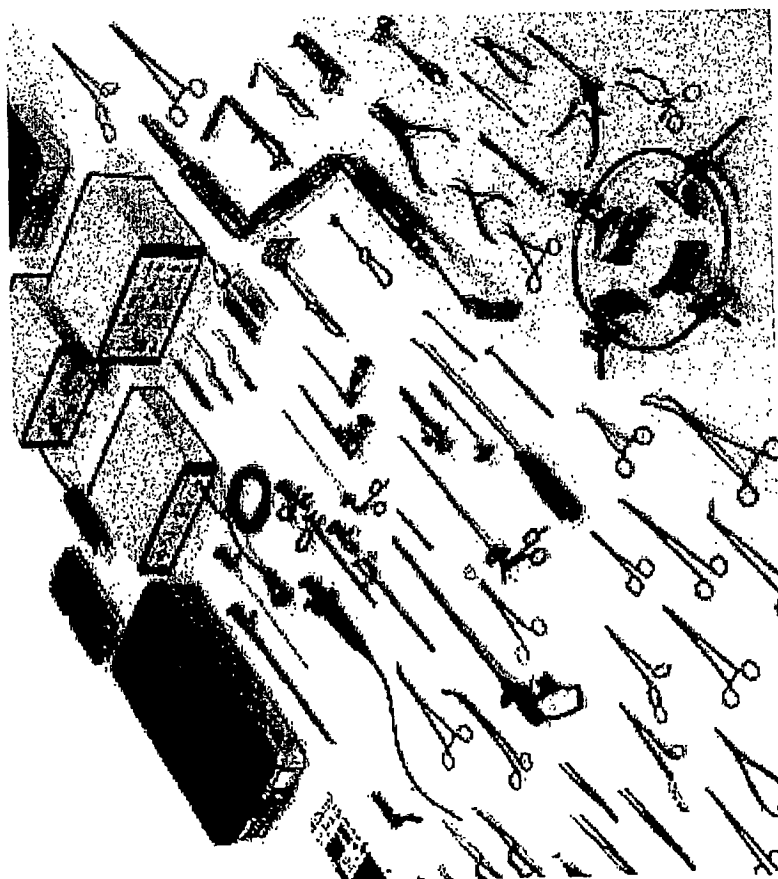


图9



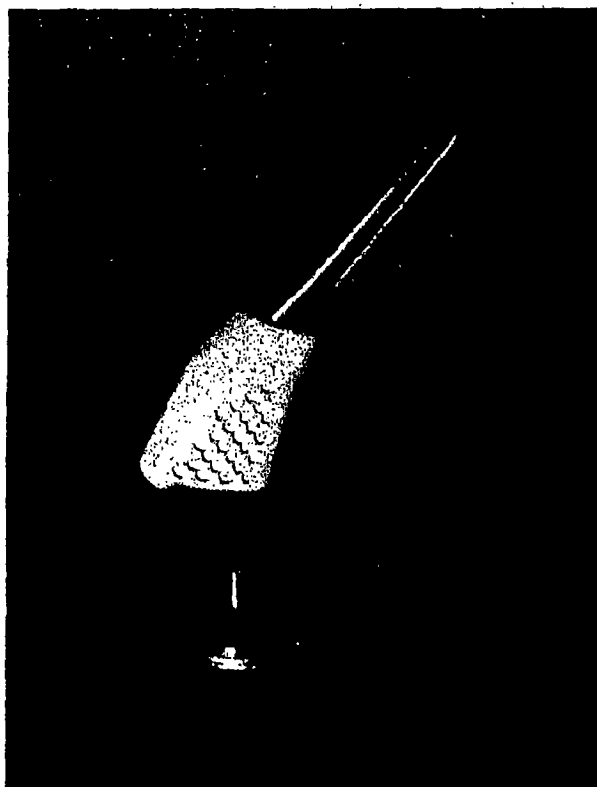
医疗器械



- 无腐蚀
- 易清洁
- 光滑的表面
- 降低的磨损
- 保持锋利

图11

植入物（髌部和关节）



- 低摩擦
- 无腐蚀
- 少磨损
- 改善了的生物相容性



图12

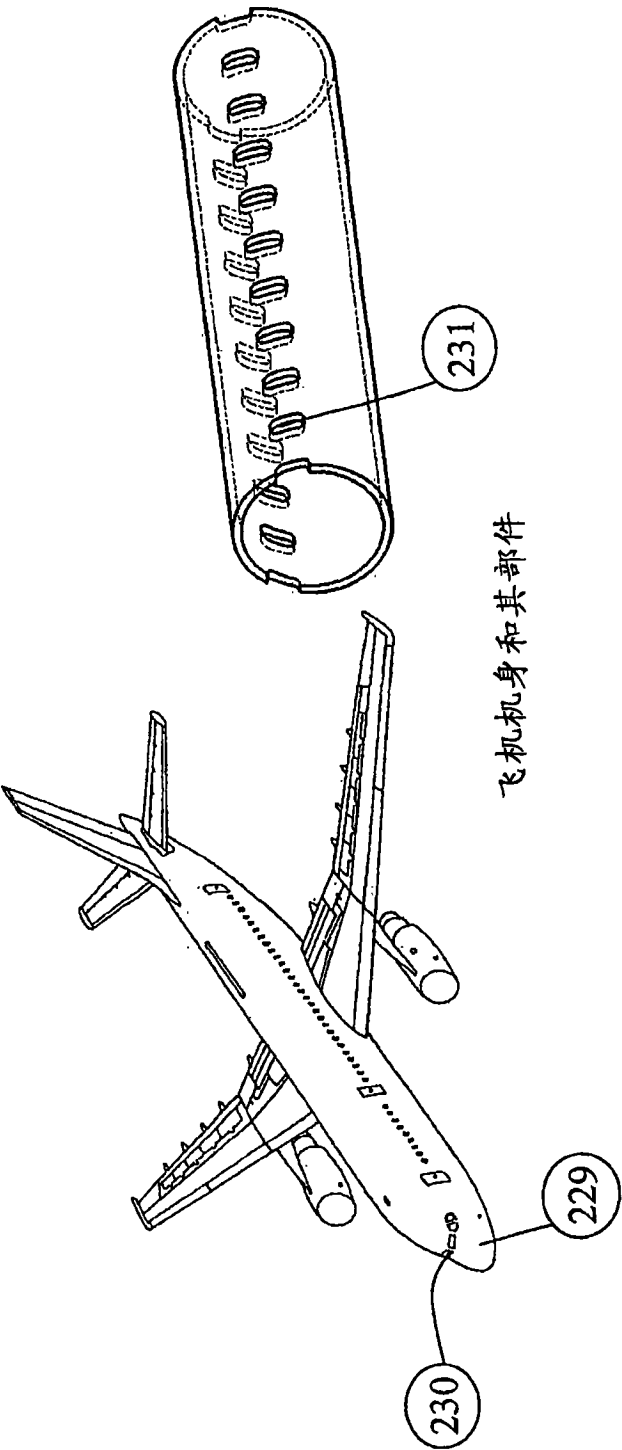


图13

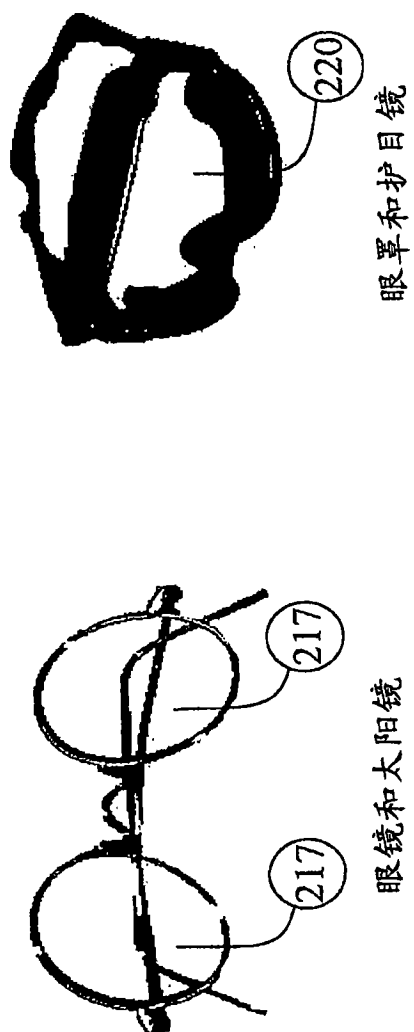


图14

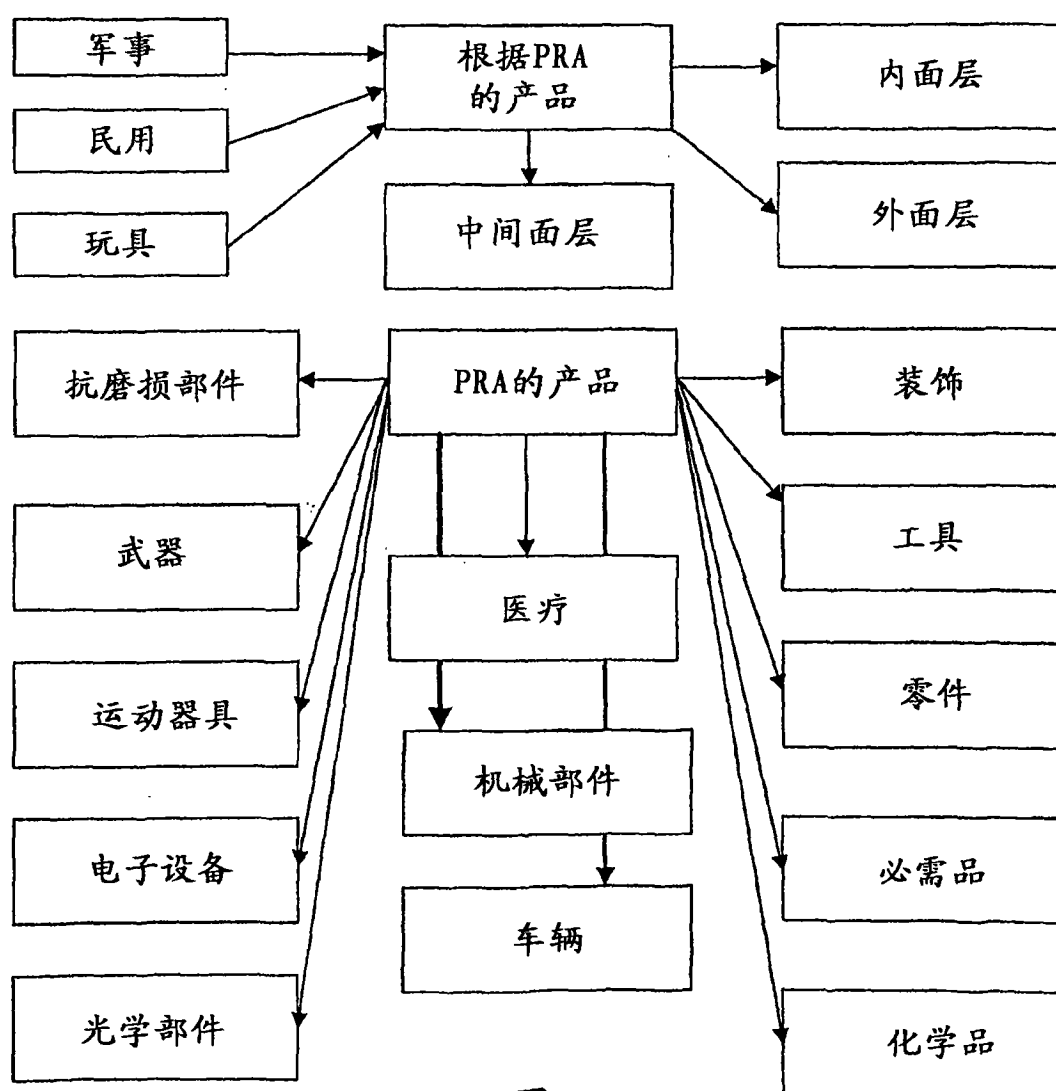
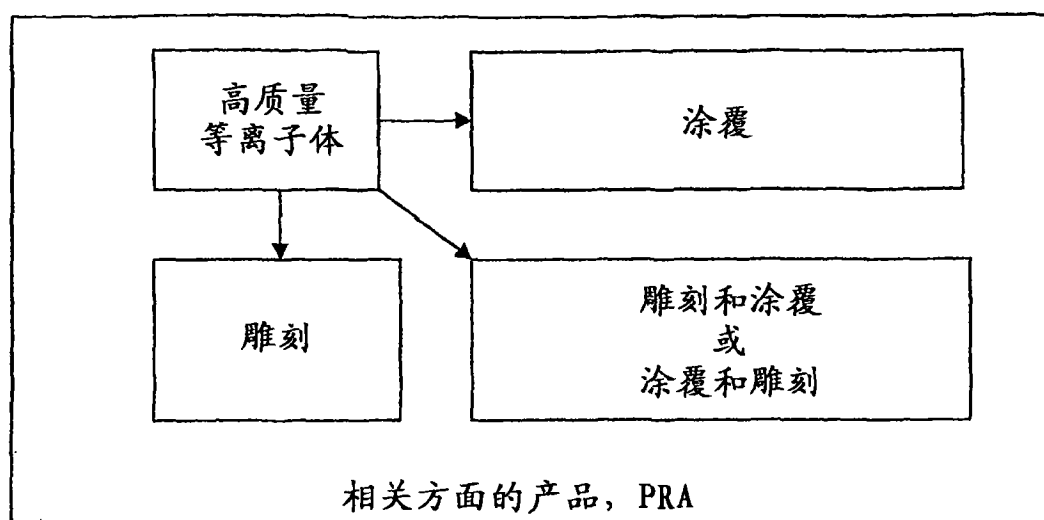


图 15