



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105848914 A

(43)申请公布日 2016.08.10

(21)申请号 201480066022.6

(22)申请日 2014.12.01

(30)优先权数据

1321322.8 2013.12.03 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.06.02

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2014/000497 2014.12.01

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/082869 EN 2015.06.11

(71)申请人 司浦爱激光技术英国有限公司

地址 英国南安普敦

(72)发明人 H·S·安德烈 P·M·哈里森

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 顾嘉运

(51)Int.Cl.

B41M 3/00(2006.01)

B41M 5/00(2006.01)

B41M 5/26(2006.01)

权利要求书2页 说明书8页 附图3页

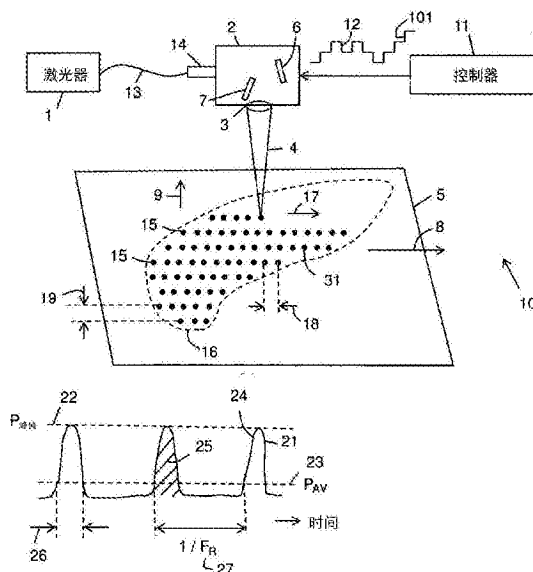
(54)发明名称

用理想色彩来激光标记阳极化金属表面的方法

(57)摘要

一种用理想色彩对阳极化金属表面(5)进行激光标记的方法,该方法包括:提供用于发射包括激光脉冲的激光束(4)的激光器(1),所述激光脉冲具有脉冲能量、脉冲宽度和脉冲重复频率;提供包括第一镜(6)和第二镜(7)的扫描仪(2),所述第一镜用于在第一方向(8)上扫描所述激光束,所述第二镜用于在第二方向(9)上扫描所述激光束;提供透镜(3),所述透镜用于将所述激光束从激光器(2)聚焦至阳极化金属表面(5)上以形成具有光斑直径和脉冲能量密度的光斑(31);提供用控制信号(12)来控制扫描仪(2)的控制器(11);通过在脉冲化激光器(1)的同时扫描该扫描仪(2),来标记阳极化金属表面上由扫描距离(19)隔开的多条线(15)以形成理想标记(16);选择扫描速度(16)、脉冲重复频率和光斑直径以使在扫描仪(2)每一次扫描期间在连续光斑(31)之间的间隔(18)至少是光斑直径的四分之一;该方

法的特征是:不止一次地覆写每条线(15);色彩通过光斑到光斑的间隔(18)、扫描距离(19)、脉冲能量密度、脉冲宽度以及每条线被写的次数而得到;以及选择光斑到光斑的间隔(18)、扫描距离(19)、脉冲能量密度、脉冲宽度以及每条线被写的次数来形成理想色彩。



1. 一种用理想色彩对阳极化金属表面进行激光标记的方法,所述方法包括:
  - 提供用于发射包括激光脉冲的激光束的激光器,所述激光脉冲具有脉冲能量、脉冲宽度和脉冲重复频率;
  - 提供包括第一镜和第二镜的扫描仪,所述第一镜用于在第一方向上扫描所述激光束,所述第二镜用于在第二方向上扫描所述激光束;
  - 提供透镜,所述透镜用于将所述激光束从激光器聚焦至阳极化金属表面上以形成具有光斑直径和脉冲能量密度的光斑;
  - 提供用控制信号来控制扫描仪的控制器;
  - 通过在脉冲化激光的同时扫描该扫描仪,来标记阳极化金属表面上由扫描距离隔开的多条线以形成理想标记;以及
  - 选择扫描速度、脉冲重复频率和光斑直径以使在扫描仪每一次扫描期间在连续光斑之间的间隔至少是光斑直径的四分之一;
  - 所述方法的特征是:
    - 不止一次地覆写每条线;
    - 通过光斑到光斑的间隔、扫描距离、脉冲能量密度、脉冲宽度以及每条线被写的次数而得到所述色彩;以及
    - 选择光斑到光斑的间隔、扫描距离、脉冲能量密度、脉冲宽度以及每条线被写的次数来形成理想色彩。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,每条线通过扫描所述第一镜同时使所述第二镜保持静止而被写入。
3. 如权利要求1或权利要求2所述的方法,其特征在于,所述扫描距离通过移动所述第二镜来实现。
4. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,所述第二镜的特征是数字分辨率,所述扫描距离对应于所述数字分辨率的整数倍。
5. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述金属是沉淀强化型铝合金。
6. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述金属已经经玻璃珠喷砂处理。
7. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述金属已经被硬阳极化。
8. 一种根据前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述阳极化具有 $5\mu\text{m}$ 和 $25\mu\text{m}$ 之间的厚度。
9. 如权利要求8所述的方法,其特征在于,所述阳极化具有 $5\mu\text{m}$ 和 $15\mu\text{m}$ 之间的厚度。
10. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述阳极化是明显的。
11. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述阳极化是有色的。
12. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述色彩是L值不大于40的灰色或黑色。
13. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述L值不大于30。
14. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述激光器是提供脉冲宽度大于一百皮秒的激光束的脉冲激光器。
15. 如权利要求14所述的方法,其特征在于,所述脉冲宽度大于1纳秒。

16. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述扫描仪在脉冲化激光器之前被加速。

17. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述阳极化金属表面被定向以便使形成所述标记所花的总时间最小。

18. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述扫描速度至少为5m/s。

19. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述脉冲重复频率至少为500kHz。

20. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述扫描速度至少为9m/s,所述脉冲重复频率至少为900kHz。

21. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,每条线被覆写至少5次。

22. 如前述权利要求的任一项所述的方法,其特征在于,所述光斑到光斑的间隔至少为光斑直径的一半。

23. 一种根据前述权利要求的任一项所述的方法被标记的制品。

## 用理想色彩来激光标记阳极化金属表面的方法

### 发明领域

[0001] 本发明涉及用理想色彩来激光标记阳极化金属表面的方法。本发明具有在不使用染料、墨水或其他化学品的情况下用高质量的黑色标记快速标记阳极化铝制消费品的特定应用。

### [0002] 发明背景

[0003] 染料、墨水及其他化学品在标记商业的消费品和工业品时的使用对供应链、物流和环境产生限制。因此,不使用染料、墨水或其他化学品进行标记的工艺提供了显著的优点。激光标记也一般更多样化、可再现,并且可以提供比诸如丝印这样的化学方法具有更高质量和持久性的标记。

[0004] 激光标记已经应用于包括金属在内的许多材料。一旦对于特定材料是优选的,则激光标记工艺对于高产量高产率的生产来说一般是可靠的、可重复的、且经得起检验的。一个示例是阳极化铝的色彩标记,阳极化铝是有广泛用途的材料,因为它重量轻、坚固、容易成型并且具有耐用的表面加工。阳极化表面一般用彩色染料来染色。然而,也可能在不使用染料、墨水或其他化学品的情况下来激光标记阳极化铝。激光可直接用于或者在阳极化内或者在形成阳极化的氧化层与铝之间的交界区中形成各种色彩。类似标记也可以在其他阳极化金属表面上制成,诸如钛、锌、镁、铌和钽。

[0005] 十分理想的是使消费品具有在形状、质量和色彩方面与众不同并且与周围材料具有高色彩对比度的标记。阳极化铝中的高质量黑色标记是高度理想的并且在商业上非常重要。

[0006] 第6,777,098号美国专利描述了一种用黑色标记来标记阳极化铝制品的方法,黑色标记出现在阳极化与铝之间的层中、因此与阳极化表面一样耐用。此处描述的标记被描述为深灰或黑色色调,并且比使用纳秒范围红外激光脉冲的无标记部分少了几分光泽。如第8,451,873号美国专利中教导的,根据第6,777,098号美国专利中所述的方法进行标记是不利的,因为(i)用纳秒范围脉冲创建商业上理想的黑色标记趋于破坏氧化层,以及(ii)抛光之后清除铝或其他处理在工艺中增加了另一个步骤,具有相关联的费用,并且可能妨碍理想的表面加工。

[0007] 第8,451,873号美国专利公开了一种在阳极化样品上创建标记的方法。该方法包括提供具有可控激光脉冲参数的激光标记系统、确定与理想属性相关联的激光脉冲参数、以及指示激光标记系统使用所选择的激光脉冲参数来标记制品。这样制作的激光标记具有从透明到不透明的光学密度、白色、与周围制品不可区分的纹理、以及耐久的基本完整的阳极化。该专利教导了使用大于1纳秒的激光脉冲创建的标记得到阳极化裂化的明显标志。特别是,该专利教导了,当用现有技术纳秒脉冲进行标记时,向表面施加足够的激光脉冲能量以作出深标记对阳极化造成损坏,使标记的外观随着观看角度而变化。该专利还教导了通过使用脉冲宽度约为10ps的脉冲来解决该问题。通过使用脉冲宽度约为10ps或更小的脉冲产生的标记不会损坏阳极化,无论标记多深,并且标记也不会在外观上随着观看角度而变化。这种标记一般是所谓的“冷处理”,“冷处理”利用了材料中的多光子吸收效应。冷处理

(诸如冷消融)不依赖于热效应而产生理想的处理效果,因此若被处理区域周围存在任何热损坏则这种热损坏非常微小。冷处理依赖于飞秒激光、或者脉冲宽度高达约10ps至50ps的皮秒激光。通过比色法的CIE系统量化的标记具有小于 $L=40$ 、 $a=5$ 和 $b=10$ 的色度。尽管该专利中使用的皮秒激光比飞秒激光便宜得多,但是皮秒激光用户比纳秒激光更昂贵,因为他们依赖于非常高级的技术和组件(例如光学脉冲压缩器)来产生非常窄的激光脉冲宽度。此外,低于约30的L值在商业上是重要的,为此,对于成本是非常重要的许多商业应用来说,所使用的皮秒激光并不能够快地写标记。有利的是不依赖于诸如光学脉冲压缩和光学脉冲压缩器这样的昂贵技术或组件。

[0008] 通过使用纳秒激光对阳极化层造成的损坏是特殊的问题。据信这是由热效应造成的,在阳极化层下方构造的热量被作为连续脉冲被写入。

[0009] 需要一种能避免上述问题的用理想色彩对金属表面进行激光标记的方法。

[0010] 本发明

[0011] 相应的,在本发明的一个非限制性实施例中,提供了一种用理想色彩对阳极化的金属表面进行激光标记的方法,该方法包括:提供用于发射包括激光脉冲的激光束的激光器,所述激光脉冲具有脉冲能量、脉冲宽度和脉冲重复频率;提供包括第一镜和第二镜的扫描仪,所述第一镜用于在第一方向上扫描所述激光束,所述第二镜用于在第二方向上扫描所述激光束;提供透镜,所述透镜用于将所述激光束从激光器聚焦至阳极化金属表面上以形成具有光斑直径和脉冲能量密度的光斑;提供用控制信号来控制扫描仪的控制器;通过在脉冲化激光的同时扫描该扫描仪,来标记阳极化金属表面上由扫描距离(hatch distance)隔开的多条线以形成理想标记;以及选择扫描速度、脉冲重复频率和光斑直径以使在扫描仪每一次扫描期间在连续光斑之间的间隔至少是光斑直径的四分之一;该方法的特征是不止一次地覆写每条线,色彩通过光斑到光斑的间隔、扫描距离、脉冲能量密度、脉冲宽度以及每条线被写的次数而得到;以及选择光斑到光斑的间隔、扫描距离、脉冲能量密度、脉冲宽度以及每条线被写的次数来形成理想色彩。

[0012] 本发明的方法特别有吸引力,因为它能够更快地在阳极化金属表面上产生标记,因此比至今为止可行的其他方法更经济。例如,可以获得线仅被写一次的黑色标记,其光斑到光斑的间隔约为 $10\mu\text{m}$ ,线到线间隔(扫描)约为 $0.2\mu\text{m}$ 。在使用具有 $2\mu\text{m}$ 的“数字”分辨率的典型扫描仪时,各扫描之间将花费相当多的时间,因为需要传送相对复杂的波形来控制扫描仪以实现 $0.2\mu\text{m}$ 的子数字分辨率。然而令人惊讶的是,根据本发明的方法,通过使扫描仪步进约 $2\mu\text{m}$ (其数字分辨率),并且覆写线十次(等于 $2\mu\text{m}$ 和 $0.2\mu\text{m}$ 的商),可以实现处理速度的显著提高。不仅处理速度提高,阳极化铝上作出的标记也更深。这是令人惊讶的,因为未曾预期能通过覆写线而不是相对于前一程每一程递增的相同程数,可以更快地作出较深标记。

[0013] 每条线可以通过扫描第一镜而同时保持第二镜静止来写入。可以采用其他写线的方式,例如,第二镜的角位置可以与第一镜的角位置成比例递增。然而这不是优选的。

[0014] 扫描距离可以通过移动第二镜来实现。

[0015] 第二镜的特征可以是数字分辨率,扫描距离可以对应于该数字分辨率的整数倍。

[0016] 金属可以是沉淀强化型铝合金。可以采用其他金属,例如阳极化的钛、锌、镁、铌和钽。

- [0017] 金属可能已经经玻璃珠喷砂处理。
- [0018] 金属可能已经经硬质阳极化。
- [0019] 阳极化可具有 $5\mu\text{m}$ 和 $25\mu\text{m}$ 之间的厚度。厚度可以在 $5\mu\text{m}$ 和 $15\mu\text{m}$ 之间。
- [0020] 阳极化可能是明显(clear)的。或者或另外,阳极化可以是彩色的。
- [0021] 色彩可以是任何适当的色彩,例如黑色或灰色。当色彩是黑色时,可以将黑色标记快速写到具有近乎完美加工的消费品上。这在商业上是非常重要的,实际上它可以在商业可行的标记与商业不可行的标记之间产生区别。
- [0022] 色彩可以是灰色或黑色,L值不大于40。L值优选是不大于30。L值不大于30的标记一般会被认为是黑色标记。
- [0023] 激光器可以是脉冲的激光器,该脉冲的激光器提供激光束,该激光束具有大于一百皮秒的脉冲宽度。脉冲宽度可以大于1纳秒。非常重要,与皮秒脉冲的激光相对而言,通过纳秒脉冲的激光可以快速作出高质量黑色标记( $L \leq 30$ )。这是因为纳秒脉冲的激光自本质比皮秒激光费用低,并且比脉冲宽度小于约 $50\text{ps}$ 的飞秒和皮秒脉冲的激光费用低得多,并且对于诸如冷消融这样的冷激光处理应用来说是更有市场的。
- [0024] 扫描仪可以在脉冲化激光之前被加速。该步骤通过确保在激光器在每次扫描期间首次启动时、扫描仪已经以其理想速度移动,来降低边缘效应。
- [0025] 阳极化金属表面可以被定向以便使形成标记所花费的总时间最小化。可以在理想时采用该特征,以进一步减少产生标记所花费的时间。所花费的时间与总距离除以扫描速度,与在线的结束处使扫描仪减速以及与在线的开始处加速扫描仪的时间有关。
- [0026] 扫描速度可以至少为 $5\text{m/s}$ 。
- [0027] 脉冲重复频率可以至少为 $500\text{kHz}$ 。
- [0028] 扫描速度可以至少为 $9\text{m/s}$ ,脉冲重复频率可以至少为 $900\text{kHz}$ 。扫描速度和脉冲重复频率的该组合等同于 $10\mu\text{m}$ 的光斑到光斑间隔。这一般是在阳极化金属的表面上聚焦的激光束(即,光斑)的 $1/e^2$ 直径的约一半。
- [0029] 每条线可以被覆写多次。优选的,每条线被写至少5次,但可以采用更多次或更少次。尽管可能用相同脉冲重复频率对每条线仅扫描一次,但已发现,在阳极化材料中可能发生热损坏。因此优选的是尽可能快地写每条线,以便最小化热损坏并因此优化标记的质量。
- [0030] 光斑到光斑间隔可以是光斑直径的至少一半。
- [0031] 本发明还提供了根据本发明的方法标记的制品。制品的示例有移动电话、平板电脑、电视机、机械以及珠宝。
- [0032] 附图简述
- [0033] 现在仅通过示例并且参照附图描述本发明的各实施例,附图中:
- [0034] 图1示出用在根据本发明的方法中的设备;图2示出脉冲激光波形;
- [0035] 图3示出已被聚焦至表面上的激光束;
- [0036] 图4示出包括金属基板和阳极化表面的样品;图5和6示出通过与第一扫描方向不同的标记方向制作的标记;
- [0037] 图7示出标记间的扫描速度减速和加速;图8示出脉冲能量密度对比吸收能量密度的图表;以及图9和10示出线标记的交织。
- [0038] 本发明优选实施例的详细描述

[0039] 图1示出基于激光的标记机器10,该机器10包括激光器1、扫描仪2以及物镜3。扫描仪2相对于阳极化金属表面5移动激光束4。扫描仪2包括第一镜6和第二镜7,第一镜6用于在第一方向8上移动激光束4,第二镜7用于在第二方向9上扫描激光束4。扫描仪2被控制器11控制,控制器11通过向扫描仪2提供至少一个控制信号12来控制第一镜6和第二镜7的位置。控制器11也可以控制激光1。第一镜6和第二镜7一般会附接于检流计(未示出)。

[0040] 激光器1可以是光纤激光器、固态棒状激光器、固态盘激光器、或者诸如碳氧化物激光器这样的气态激光器。为了标记阳极化金属表面,激光器1优选是脉冲激光器。激光器1被示出为经由光纤电缆13和准直光学元件14连接至扫描仪2。

[0041] 控制信号12被描述为具有有限分辨率的数字控制信号,该数字控制信号一般会使用数模转换器被转换为控制器11或扫描仪2中的模拟信号。如果数字控制信号缓慢递增,也就是说,与扫描仪2中的电和机械时间常数相似或比其更大的时间递增,则有限分辨率对应于第一镜6、第二镜7的位置中的有限角分辨率,因此对应于激光束4在表面5上的位置中的有限空间分辨率。通过或电子地或通过扫描仪2的惯性(例如,第一镜6和第二镜7以及相关检流计的惯性)对控制信号12进行滤波,一般在扫描仪2中可以实现改进的角分辨率。这对应于激光束4在阳极化金属表面5上的位置中的改进空间分辨率。

[0042] 现在参照图2,示出一系列脉冲21。该系列脉冲21可以从激光器1获得,其中激光器1是脉冲激光器。该系列脉冲21的特征为峰值功率22、平均功率23、脉冲形状24、脉冲能量25、脉冲宽度26以及脉冲重复频率 $F_R$ 27。

[0043] 图3示出通过将激光束4聚焦至阳极化金属表面5上而形成的光斑31。光学密度32是激光束4的每单位面积的功率。光学密度32跨光斑31的直径从峰值密度39变化为 $1/e^2$ 密度33并且变化为零。光斑31的直径一般被取为 $1/e^2$ 直径34,该 $1/e^2$ 直径34是光学密度32在峰值密度39的任一侧上降至 $1/e^2$ 密度33的直径。光斑31的面积35一般被取为 $1/e^2$ 直径34内光斑31的截面积。图3示出以高斯或钟形分布变化的光学密度32。光学密度32可具有其他分布,包括在波束直径内基本均匀的顶帽分布。

[0044] 脉冲能量密度36被定义为脉冲21的每单位面积的能量。脉冲能量密度一般以单位 $J/cm^2$ 被测得,并且是激光标记的重要参数,因为标记一般在脉冲能量密度36大于材料的脉冲能量密度阈值82时形成,参照图8示出。

[0045] 现在将通过示例并且参照图1来描述根据本发明的以及用理想色彩对阳极化金属表面5进行激光标记的方法。该方法包括:

[0046] 提供用于发射包括激光脉冲21的激光束4的激光器1,所述激光脉冲21具有脉冲能量25、脉冲宽度26和脉冲重复频率27,参照图2示出;

[0047] 提供包括第一镜6和第二镜7的扫描仪2,所述第一镜6用于在第一方向8上扫描所述激光束4,所述第二镜7用于在第二方向9上扫描所述激光束4;

[0048] 提供透镜3,所述透镜3用于将所述激光束4从激光器4聚焦至阳极化金属表面5上以形成具有光斑直径34和脉冲能量密度36的光斑31,参照图3示出;

[0049] 提供用控制信号12来控制扫描仪2的控制器11;

[0050] 通过在脉冲化激光器1的同时以扫描速度17扫描该扫描仪2,来标记阳极化金属表面5上由扫描距离19隔开的多条线15以形成理想标记16(以轮廓图示出);以及

[0051] 选择扫描速度17、脉冲重复频率27和光斑直径34以使在扫描仪2每一次扫描期间

在连续光斑31之间的间隔18至少是光斑直径34的四分之一。

[0052] 该方法的特征是：

[0053] 不止一次地覆写每条线15；

[0054] 标记16的色彩通过光斑到光斑的间隔18、扫描距离19、脉冲能量密度36、脉冲宽度26以及每条线5被写的次数而得到；以及

[0055] 选择光斑到光斑的间隔18、扫描距离19、脉冲能量密度36、脉冲宽度26以及每条线15被写的次数来形成理想色彩。

[0056] 根据“光斑到光斑的间隔”18，意指距离相邻光斑31的中心的距离，因为每条线15被写一次。间隔18可以是均匀的，或者可以变化。

[0057] 间隔18可以在不同方向上相同。间隔18可以在不同方向上不同。

[0058] 脉冲能量密度一般在 $0.02\text{J}/\text{cm}^2$ 到 $10\text{J}/\text{cm}^2$ 的范围内。脉冲能量密度优选在 $0.3\text{J}/\text{cm}^2$ 到 $5\text{J}/\text{cm}^2$ 的范围内。脉冲能量密度更优选地在 $0.5\text{J}/\text{cm}^2$ 到 $2\text{J}/\text{cm}^2$ 的范围内。

[0059] 脉冲宽度一般在 $00\text{ps}$ 到 $25\text{ns}$ 的范围内。脉冲宽度优选地在 $300\text{ps}$ 到 $10\text{ns}$ 的范围内。脉冲宽度更优选地在 $500\text{ps}$ 到 $5\text{ns}$ 的范围内。脉冲宽度意指脉冲的最大持续期一半的完全宽度。

[0060] 峰值功率优选地大于 $1\text{kW}$ 。峰值功率意指在脉冲持续期期间的最大功率电平。

[0061] 扫描速度一般在 $2$ 到 $25\text{m}/\text{s}$ 的范围内。扫描速度优选地在 $5$ 到 $15\text{m}/\text{s}$ 的范围内。扫描速度更优选地在 $7$ 到 $10\text{m}/\text{s}$ 的范围内。

[0062] 优选地，每条线15可以通过扫描第一镜6而同时保持第二镜7静止来写入。还优选的是，扫描距离19通过移动第二镜7来实现。这是有利的，因为它减少了在控制器1中设立控制参数时的延迟。

[0063] 第二镜7的特征可以是数字分辨率101，参照图1示出。优选的是，扫描距离19对应于数字分辨率101的整数倍。例如，典型扫描仪可具有与 $2\mu\text{m}$ 的扫描距离19相对应的数字分辨率101（一般是在径向测得的角数字分辨率与透镜3的焦距的乘积）。取代以 $0.2\mu\text{m}$ 的扫描距离19来写入十条个别的线15，已经发现，可以通过使用 $2\mu\text{m}$ 的扫描距离19将每条线15写十次来写出具有相同或相似质量的标记。不仅这是令人惊讶的，而且它提供了一种显著减少标记对象所需时间的手段。这是因为在第一扫描镜6在同一路径上扫描时移除了多余的延时。典型控制器为递增连续线15间的扫描距离19所花费的时间比例可能是显著的，特别是在需要子数字分辨率时。

[0064] 以上参照图1—3所述的本发明的方法特别有吸引力，因为它能够更快地在阳极化金属表面上产生标记，因此比至今为止可行的其他方法更经济。例如，可以获得线仅被写一次的黑色标记，其光斑到光斑的间隔约为 $10\mu\text{m}$ ，扫描间隔19约为 $0.2\mu\text{m}$ 。然而，在使用具有对应于 $2\mu\text{m}$ 的数字分辨率12的典型扫描仪时，各扫描之间将花费相当多的时间，因为需要传送相对复杂的波形来控制扫描仪以实现 $0.2\mu\text{m}$ 的子数字分辨率12。然而令人惊讶的是，本发明的方法能够通过使扫描仪步进约 $2\mu\text{m}$ （其数字分辨率），并且覆写线十次（等于 $2\mu\text{m}$ 和 $0.2\mu\text{m}$ 的商），可以实现处理速度的显著提高。还令人惊讶的是，本发明的方法通过覆写每条线，而不是以较小的扫描距离19对每条线仅写一次，能够提供肉眼所见的标记的较好均匀性。

[0065] 现在参照图4，示出包含阳极化金属表面5的产品样本40的截面。样本40包含金属41和阳极化42。金属41可以是沉淀强化型铝合金。沉淀强化型铝合金可以从英国Cobham，



Surrey的Aalco Metals有限公司采购。金属41可能已经经玻璃珠喷砂处理。玻璃珠喷砂处理可以从英国Towcester的Sandwell UK有限公司采购。金属41可能已被硬阳极化以产生阳极化42。硬阳极化可具有5 $\mu\text{m}$ 和25 $\mu\text{m}$ 之间的厚度。更优选的是,厚度在10 $\mu\text{m}$ 和15 $\mu\text{m}$ 之间。硬阳极化处理可以从英国Kidderminster的Hard Anodising有限公司采购。阳极化42可能是明显的。“明显”意指“透明”。明显阳极化可以是无色的或者可以是有色的。或者,阳极化42可以是半透明的或不透明的,在每一种情况下,或是无色或是有色。色彩可由被结合至阳极化42中的染料来提供。

[0066] 标记16的色彩可以是灰色或黑色。色彩可能具有小于或等于40的L值。L值优选是不大于30。具有小于或等于30的L值的标记一般被认为是黑色标记。可以被快速写至消费品上的具有近乎完美加工的黑色标记在商业上非常重要。实际上,标记16的写入速度以及质量会使标记16以及制作标记16的设备10区别为商业上可行或商业上不可行。

[0067] 激光器1可以是脉冲激光器,该脉冲激光器具有大于一百皮秒的脉冲宽度。脉冲宽度可以大于1纳秒。令人惊讶且商业上非常重要,相对于具有小于约10ps到50ps的脉冲宽度的皮秒脉冲激光器而言,通过纳秒脉冲激光器可以快速制作高质量的黑色标记。这是因为纳秒脉冲激光器自身本质上比皮秒激光费用低,并且比脉冲宽度小于约50ps的飞秒和皮秒脉冲激光器费用低得多,并且对于诸如冷消融这样的冷激光处理应用来说是更有市场的。这种激光器依赖于脉冲压缩技术或结合脉冲压缩器。优选的是,激光器1不包括脉冲压缩器。

[0068] 激光器1可以是具有单模式或多模式稀土掺杂光纤的光纤激光器。光束质量可对应于小于2的M<sub>2</sub>,或优选小于1.3。

[0069] 扫描仪2可以在脉冲化激光器1之前被加速,如参照图7示出。该步骤通过确保在激光器1在每次扫描期间首次被启动时扫描仪2已经以其理想速度17移动,来降低标记16上的边缘效应。

[0070] 如参照图5至7所示,阳极化的金属表面5可以被定向以使形成标记16所花费的总时间最小化。标记16在图5中在方向51上被定向,沿轨迹52被标记,轨迹52具有总长度53以及线15的总数54。标记16在图6中在方向61上被定向,沿轨迹62被标记,轨迹62具有总长度63以及线15的总数64。图7示出在扫描光束4标记表面5时以时间72表示的扫描光束4的速度71。如脉冲74所示,激光器1在扫描速度71近似恒定的同时被脉冲。时间73是对扫描减速并且在相反方向上对扫描加速所花费的时间。从图5和6清楚可见,以定向53实现的线15的总数54要比以定向61实现的图6中的线15的总数64大得多。使形成标记16所花的总时间最小化的定向61可以从作出标记16所需的线15的总数54、64、扫描速度17、在每条线15结束处所花费的反转方向并且再次开始扫描的时间73中估算出。该特征是有利的,因为它被需要来进一步降低产生标记16所花费的总时间。产生标记16所花费的总时间与总距离53、63除以扫描速度17以及在每条线15的开始和结束处加速和减速所需的时间73有关。线15可各自被扫描多次。

[0071] 扫描速度17可以至少为5m/s。“至少”意指等于或大于。

[0072] 脉冲重复频率27可以至少为500kHz。

[0073] 扫描速度17可以至少为9m/s,脉冲重复频率27可以至少为900kHz。扫描速度17和脉冲重复频率27的这一组合等同于10 $\mu\text{m}$ 的光斑到光斑间隔18。这一般是在使用单模式脉冲

的光纤激光器时在阳极化金属表面5上容易实现的聚焦激光束(即光斑31)的 $1/e^2$ 直径的约一半。

[0074] 每条线15优选被覆写至少5次。尽管可能用相同脉冲重复频率27对每条线15仅扫描一次,但已发现,在阳极化材料5中可能发生热损坏。优选的是尽可能快地写每条线15,以便最小化热损坏并因此优化标记的质量。

[0075] 光斑到光斑间隔18可以是光斑直径34的至少一半。图8示出脉冲能量密度36相对于吸收能量密度83。如参照图3所述,标记16在脉冲能量密度36大于脉冲能量密度阈值82时形成。然而在形成标记16时,个别的脉冲加热阳极化金属表面5。当吸收能量密度83超过吸收能量密度阈值84时,阳极化42(参照图4示出)破裂或粉碎。这种破裂或粉碎在形成高质量的标记16时是不理想的。因此优选的是,标记工艺实现比脉冲能量密度阈值82大的脉冲能量密度36,但吸收能量密度83小于产品样本40的吸收能量密度阈值84。

[0076] 根据吸收能量密度83,其意指表面5上在圆形面积44中被吸收和保持的吸收能量密度,该圆形面积44具有大约为阳极化42的厚度43的一到五倍的圆周45,如参照图4所示。吸收能量密度83跟随在圆形面积44的区域中传送的每个脉冲而增加,但会随着热量流出圆形面积44(或者沿表面5横向,或者穿过进入金属41)而降低。

[0077] 据信,线15的重复写入是有利的,因为它允许热量有在每条线15被写的时间之间流出圆形面积44的时间,而不意图限制本发明的范围。例如,具有较高质量(阳极化42的较少破裂或粉碎)的较深标记16可以通过将每条线15写五次,而不是以慢五倍的扫描速度17每条线15仅写一次来写标记。在该比较中,其他参数被保持恒定,即,两个标记都以相同的峰值功率22、平均功率23、脉冲形状24、脉冲能量25、脉冲宽度26、脉冲重复频率27和脉冲能量密度36来写入。

[0078] 尽管本发明的方法包括将每条线15写不止一次的步骤,但是写线15中不同线可以通过沿图9所示的路径91来交织,其中扫描的方向由箭头示出。被写的线15之间的距离92优选是大于阳极化43的厚度43,更优选是大于阳极化43的厚度43的五倍。一旦线15被写入,扫描路径91就可以如图10所示被增至新的扫描路径101,在其中线15可以与之前被写入的那些线相邻(如图10所示),或者不相邻。这一方法的优点在于,它在每条线15正被写入时给热能更多时间来消散,因此降低了吸收能量密度83。这降低了阳极化43的破裂或粉碎的风险,或者允许扫描速度17被增加。该交织方法可以通过以下方式修改:以多个锯齿形写入、随机或伪随机地改变正在被写入哪条线15、或者通过在每条线15的重复扫描期间实现交织的其他写入模式。

[0079] 再次参照图7,激光器1可以在时间73期间以脉冲能量密度36被脉冲,该脉冲能量密度36小于样本40的脉冲能量密度阈值82。这样做的优点在于降低标记16边缘处的热梯度。优选的是,时间73期间的脉冲能量密度36至少比脉冲能量密度阈值82小五倍。

[0080] 上述方法可用于标记各种制品,包括例如移动电话、平板电脑、电视机、机械以及珠宝。

[0081] 将参照以下非限制性示例来描述本发明的方法,这是出于说明性目的而给出。

[0082] 示例

[0083] 参照图1示出的激光器1是型号为SP-020P-A-EP-S-A-Y、由英格兰南安普顿的SPI激光器UK有限公司制造的脉冲光纤激光器。扫描仪2是由德国Wessling的Raylase公司制造

的检流计扫描头型号SuperScan II。物镜3是163mm焦距的f- $\theta$ 物镜。激光束4从激光器1经由75mm波束扩展准直器(BEC)14被传送至扫描仪2,该75mm波束扩展准直器(BEC)14允许激光束4在扫描仪2入口处具有8mm( $1/e^2$ )的标称直径、并且在扫描仪物镜3的焦平面上产生 $34\mu\text{m} \pm 5.0\mu\text{m}$ 的光斑直径36。在工作站10的正常操作期间,阳极化的金属表面5被置于该焦平面处或附近。

[0084] 激光器1能够生成纳秒持续期范围内(在约3ns到约500ns)的脉冲并且在平均输出功率的范围、激光脉冲频率以及时间脉冲形状(对于此类激光器被称为波形)上被操作。以此方式,脉冲能量25和脉冲峰值功率22能被准确控制。扫描仪2能够以高达10m/s的扫描速度17来扫描激光束4(对于该情况下使用的扫描仪物镜3的具体焦距)。扫描速度17能被准确控制,以使当激光器1在已知脉冲重复频率27操作时,可以计算每单位运动长度的激光脉冲数量。

[0085] 阳极化金属表面5是沉淀强化型铝合金的样本的顶面,该沉淀强化型铝合金是玻璃珠喷砂处理的并且硬阳极化的。硬阳极化具有约10 $\mu\text{m}$ 的厚度43。

[0086] 本发明的方法能够产生黑色标记,而没有在以前的纳秒激光标记时经历的粉碎特性。

[0087] 已经对其他阳极化金属表面进行了类似实验。这些实验已经说明了标记的质量和黑色度、以及根据本发明方法写标记的改进。

[0088] 应当理解,以上参照附图所述的本发明的各实施例已经仅通过示例给出,可以提供修改及附加的步骤和组件来加强性能。附图中示出的个别组件不限于它们在附图中的用途,并且可以用在其他附图以及本发明的所有方面中。本发明扩展至单独或组合示出的上述特征。

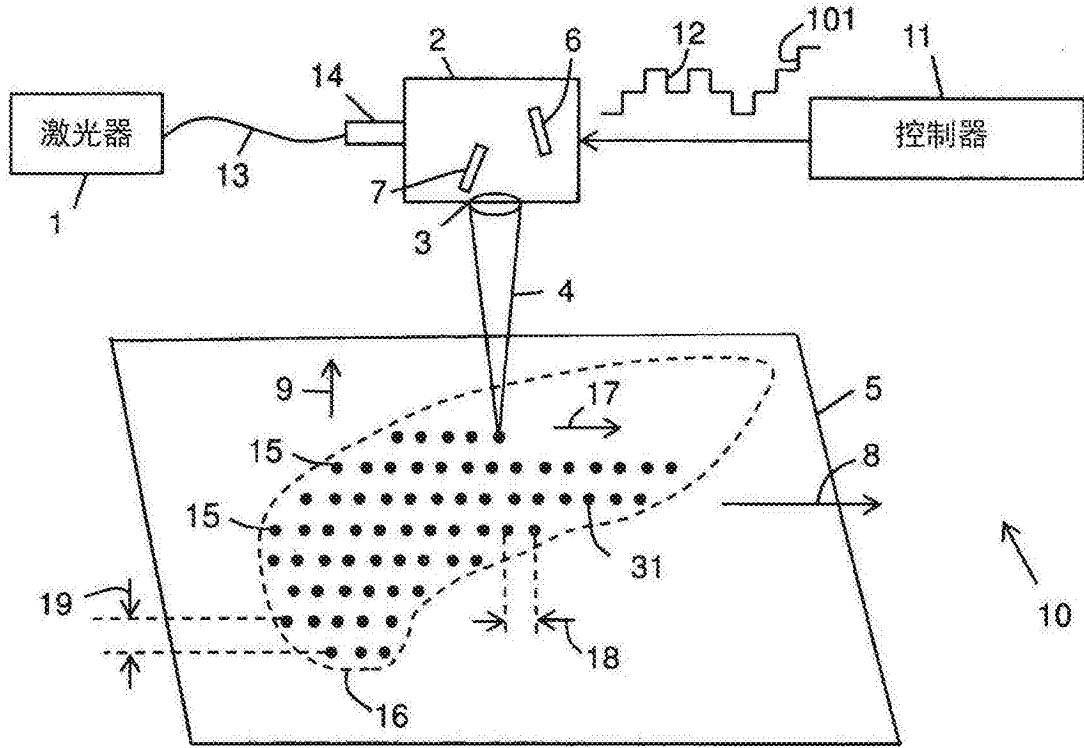


图1

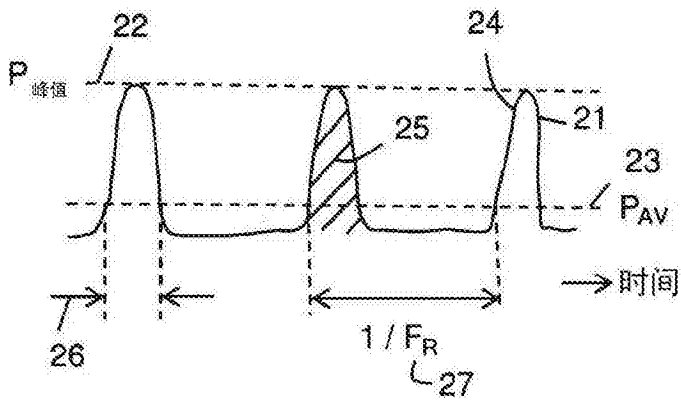


图2

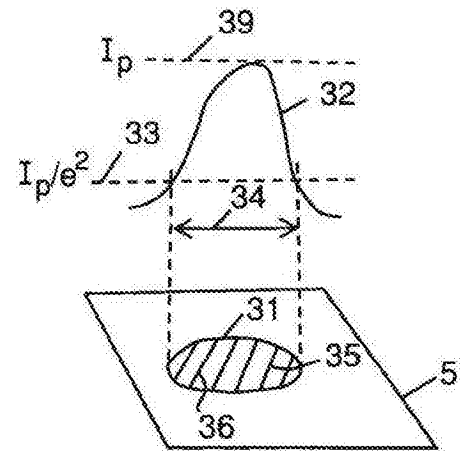


图3

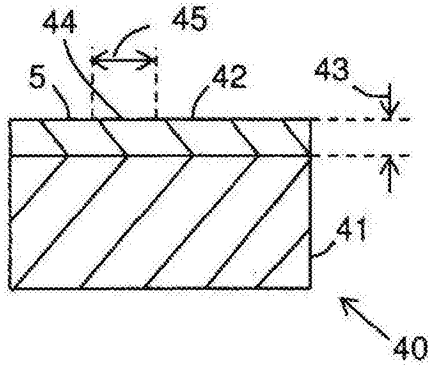


图4

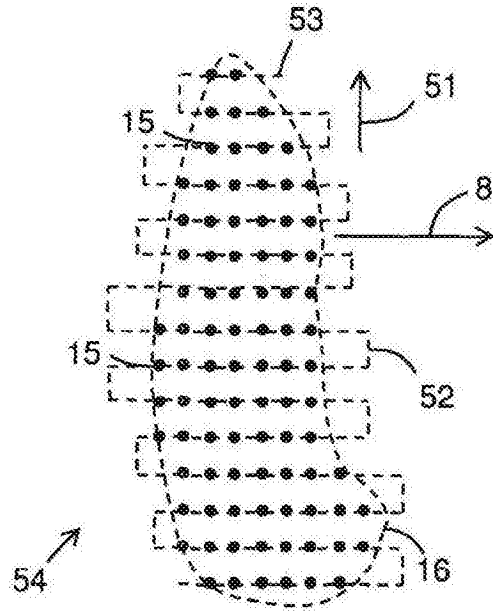


图5

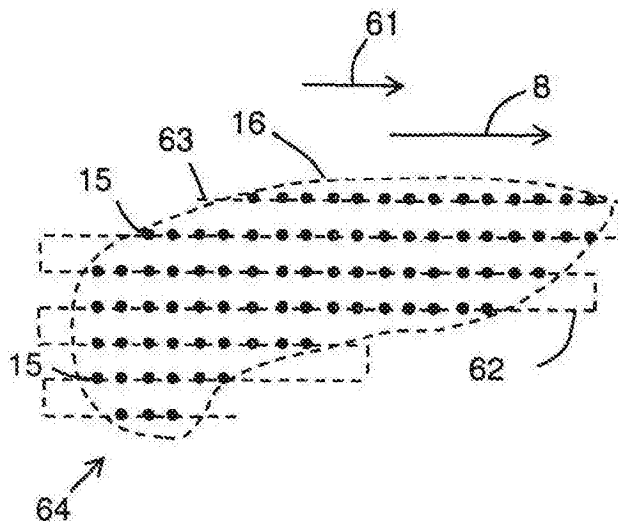


图6

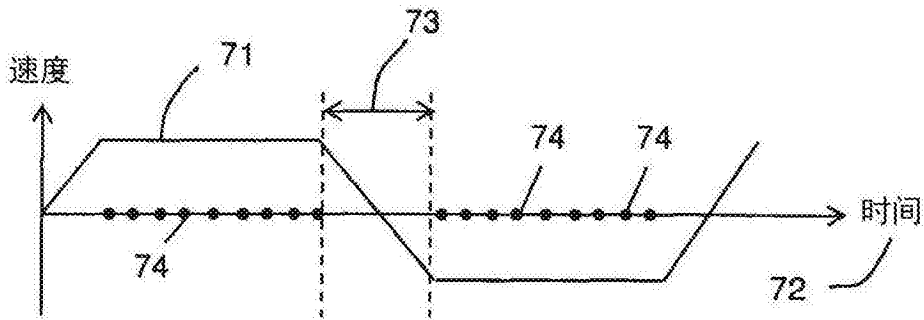


图7

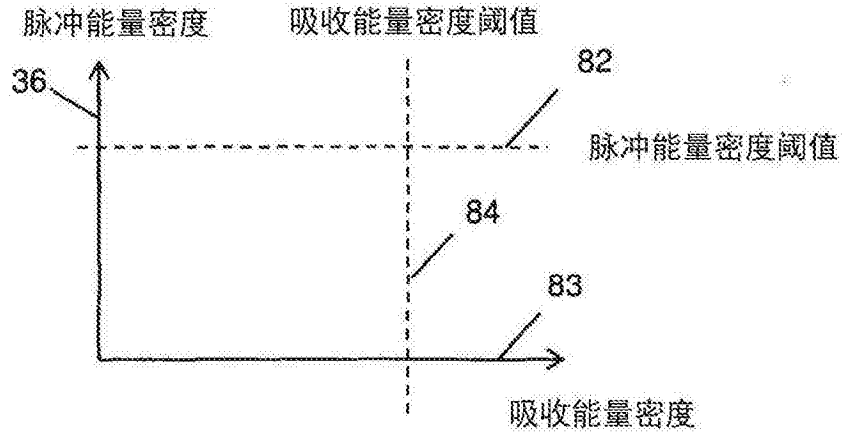


图8

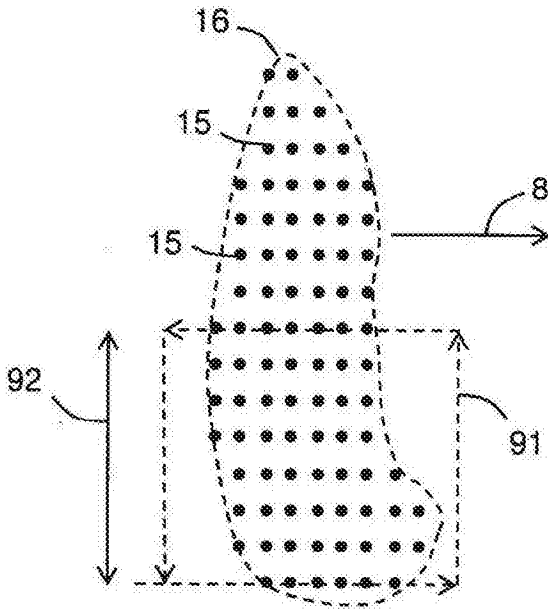


图9

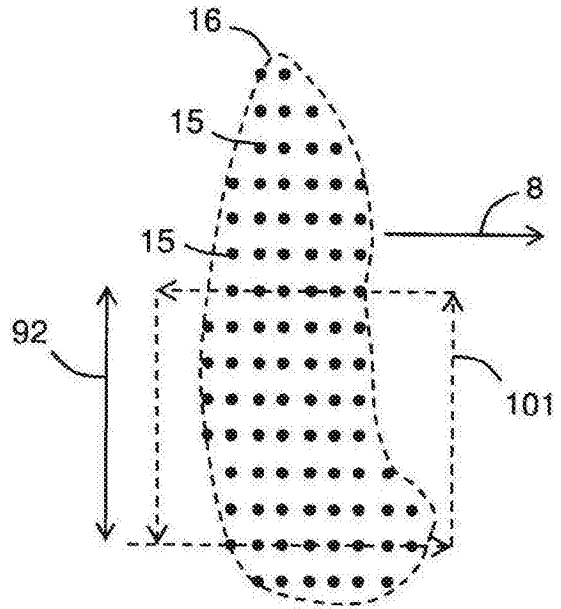


图10