

文章编号:1000-2278(2006)04-0422-04

磁控等离子多弧真空溅射镀膜机在陶瓷表面装饰的应用

庄大宇

(佛山市南海罗村自然的陶装饰材料厂,528226)

摘要

通过借鉴光学玻璃表面镀膜的原理,适当对相关设备进行改造,增加离子轰击清洗系统和沉积过渡层等,使陶瓷等非金属材料表面能与钛、锆等金属材料紧密结合,形成防腐膜或耐磨膜,同时也可以对工件表面形状进行预先的设计,镀膜以后,再根据设计需要进行磨屑,把不需要的部分抛磨掉,生产出凹凸有致,色彩明快的艺术产品。这一工艺被广泛应用在陶瓷砖表面进行三度烧等深加工的产品上,制造出金碧辉煌的类黄金色、铂金色和七彩色的效果。完全可以取代用纯金属材料制造出的金色和铂金色的产品。

关键词:等离子,多弧,真空溅射,镀膜,陶瓷,黄金色,铂金色

中图分类号:TQ174.75 文献标识码:A

作方便,成本低廉的工艺方法和设备,是满足现代化生产陶瓷墙地砖类制品的装饰的需要。

1 引言

在中国传统文化上,金色和银色始终是代表着富有、尊贵的一类色泽。制作金、银色陶瓷及其他艺术品时,有使用纯金、银制作,有通过在制品表面鑲(或贴)金、银制作,有镶嵌金、银制作等许多方法,即使在现代工业化、大规模的墙地砖生产上使用金银装饰的手法时,也都是把先把金、银制作作为金膏、金水,然后再通过丝网印刷、转移花纸、描绘、喷涂的方法印在(或贴在、涂在)制品上,最后烧成成品。但无论是那种方法,使用的材料都离不开真金白银。

随着工业化的需要,金、银的用途越来越广,而金、银的储量只会越来越少。把金银用在普通艺术品或一般工业产品上,除了工艺复杂、价格昂贵外,产品结合力不好、表面硬度不够、耐磨性差也影响了产品的实用性能。

为此,寻找一种不但能够完全取代金银材料,又能发出纯金银色光泽、而且能够形成大规模生产、操

2 工作原理及设备构成

多弧溅射镀膜的原理是在真空条件下,采用低电压、大电流的电弧放电技术,利用气体放电使靶材蒸发并使被蒸发物质与气体都发生电离,利用电场的加速作用,使被蒸发物质及其反应产物沉积在工件上。

要在非金属陶瓷砖表面进行电镀膜处理,比在金属等导电性材料表面镀膜要困难得多。我们通过借鉴光学玻璃表面镀膜的原理,购买进一台1400型多弧磁控镀膜机,经过我们的研究,对该设备进行适当的改造,增加离子清洗系统和中间过渡层生成系统,根据金属钛(或锆)在不同条件下产生银色和黄金色光泽的现象,通过无数次工艺参数的调整和优化,生产出符合工艺要求的发出纯金或纯银色的产品。产量要求:300×300mm瓷砖,每炉产量80片(7.2m²)。设备主要组成简述如下。

收稿日期:2006-07-07

作者简介:庄大宇,男,高级工程师,E-mail:Zhuangtaiy8@126.com

2.1 真空室

φ1400 毫米×1600 毫米, 采用 304 全不锈钢制造, 为双层水冷套。

2.2 真空系统

由一系列的泵组和阀门组(预抽阀、前级阀、高阀、光栅阀等)构成, 保证真空室有足够的真空度。(1) 扩散泵: JK—600T 高真空油抗散泵机组, 抽气速率: 9400 升/秒 极限压力 5×10^{-4} Pa; (2) 维持泵: 2X-30 型真空泵一台, 抽气速率: 30 升/秒, 极限压力 6×10^{-2} Pa; (3) 罗茨泵: ZJY-300A 型罗茨真空泵一台, 抽气速率: 300 升/秒, 极限压力 5×10^{-2} Pa; (4) 机械泵: 2X-70 型真空泵二台, 抽气速率: 70 升/秒, 极限压力 6×10^{-2} Pa。

该系统在空载状态下, 从大气抽至 5×10^{-3} Pa 用时低于 30 分钟。极限真空 5×10^{-4} Pa, 真空度用清华大学生产的 HY9940-1B 程控复合真空计检测。

2.3 磁控溅射多弧靶

12 个, 尺寸为: φ90mm×40mm

2.4 磁控溅射圆柱靶

1 个, 靶内磁场强度大于 5000 高斯。强迫性循环水冷直接冷却靶材。

2.5 蒸发离化弧源

总共安装 12 个。单独供电, 独立引弧。源用钛阴极尺寸为 φ90mm×40mm, 后面有螺纹, 以便以水冷套连接, 而且根据钛阴极的烧蚀情况, 调节源阴极送进调节螺母, 可保持钛阴极蒸发表面位置恒定。使加工出产品的颜色一致。

2.6 真空室加热和温控系统

3 根 U 型红外线加热管, 采用 PID 可控硅模块温控系统。

2.7 充气系统及方式

所用气体为氩气和氮气, 采用一路压强自动控制 and 三路质量流量控制。用 D07 流量显示仪检测。

2.8 冷却水系统

为镀膜系统(包括真空室不锈钢侧壁和炉门、多弧靶、圆柱靶、真空系统等)提供循环冷却水, 水质以软水为宜, 水压为 2kg/cm^2 。

2.9 压缩气源

选用 0.1 立方的空压机为宜, 压力为 4— 6kg/cm^2 。

2.10 工件转架

5 轴(加工瓷砖规格宽度小于 300mm), 允许公、自转。

2.11 离子轰击系统

DC3000V, 5kW 高压离子轰击, 进行镀前清洗, 有效提高膜层质量。

2.12 工件转动系统

为了被加工的产品表面镀膜颜色均匀一致, 工艺要求工件必须要不断转动(公转或同时可以自转和公转), 转动由安装在真空室顶部的传动系统来实现。

3 主要工艺过程

在进行产品加工前, 扩散泵应提前 2 小时预热, 启动维持泵对扩散泵抽低真空, 当前级压力达到 5×10^{-4} Pa 后, 开扩散泵加热, 使扩散泵中的油液加热到约 140°C 的温度。

(1) 待加工件(瓷砖)表面清洁处理通常使用干净的棉布、蒸馏水把瓷砖表面擦拭干净。

(2) 干燥为了提高功效, 缩短在真空室中加热的时间, 应把处理好的产品放进烘炉中烘烤, 烘烤温度保持在 250°C 左右, 干燥时间保持在 20 分钟以上, 以便瓷砖表面的吸附水完全蒸发。

(3) 装炉把经干燥后的瓷砖产品快速装进镀膜机真空室的工件架上, 并启动工件转动系统, 观察瓷砖在工件架上转动是否牢固、平稳。如正常, 则关闭炉门。

(4) 抽真空和工件加热。关闭炉门后, 打开预抽阀, 启动 2 台机械泵, 约 1.4 秒后再启动罗茨泵, 对真空室进行快速抽空; 当真空室内真空度达到约 2×10^{-4} Pa 时, 关闭预抽阀, 打开前级阀和高阀, 对真空室进行精抽; 当真空室内真空度达到约 3×10^{-5} Pa 时, 启动工件转动系统, 瓷砖转动, 同时接通加热电源, 调节加热电位器, 逐渐提高加热功率, 此时真空室内由于瓷砖的放气量增加, 真空度下降, 瓷砖温度逐渐升高, 但一般不超过 400°C 。

(5) 离子清洗及直流溅射钛底层。当真空室内真空度达到约 1.5×10^{-5} Pa 时, 送入氩气, 关闭光栅阀,

并启动轰击系统电源,此时,轰击电源电压处于零位,转动轰击电压电位器,逐渐提高输出电压,对瓷砖表面进行离子清洗。随着电压的增高,通过观察窗,可以看到真空室内有火花放电现象,当轰击电压表针有摆动时,说明瓷砖工件上有脏物,此时应暂停增压,直到表针稳定,再继续提高电压,轰击电压一般为400-500V。清洗完成后,继续调整电流约到10-12A,电压600-800V对瓷砖表面进行钛底层沉积。这时,通过观察窗,可以看到靶面有蓝色辉光。

(6)多弧镀钛过渡层(这一步,可以完成银色产品的加工)。当真空室内真空度达到约 3×10^{-1} Pa时,启动多弧靶,对瓷砖表面进行钛沉积。沉积时间约为2-3分钟。

(7)多弧镀氮化钛(这一步,可以完成金色产品的加工)。在完成钛过渡层沉积时间约为2-3分钟后,可以关小氩气,同时充入高纯氮气,在真空度约 3×10^{-1} Pa- 6×10^{-1} Pa的条件下,对瓷砖表面进行氮化钛沉积。氮化钛沉积时间约为3-5分钟。

(8)镀膜工序完成,依次关闭弧源、氩气、氮气,开光栅阀、关前阀、罗茨泵、机械泵、高阀,直至高阀完全关闭为止,关断工件转架电源,工件停转。

(9)待真空室内工件适当冷却后,打开充气阀,向真空室充入空气直到与大气压一致,打开炉门,出炉产品。至此,一个工作循环结束。

4 多弧靶和圆柱靶的调整

(1)扩散泵启动前必须保证冷却水流畅通,完成工作断开扩散泵电源2小时后,方可停冷却水。同时为了减少扩散泵返油率,在扩散泵上方加装了水冷挡油帽,在扩散泵运行前,也必须保证水冷挡油帽冷却水畅通。

(2)调节多弧靶工作性能。多弧靶在开动前应严格检查冷却水是否畅通,进出水方向是否正确。多弧靶在工作时,弧光应由中心点向外闪动,这样,靶材才会保持表面平整,利用率高,如果不是中心点向外闪动,可调节弧靶后的磁铁调整螺杆向里或外调整。以上调整必需保证系统真空抽至 6×10^{-3} Pa,然后,关光栅阀,充氩气(使真空度保持在 $2-3 \times 10^{-1}$ Pa,工作

电流40-100A)

(3)调节圆柱靶工作性能。圆柱靶起动前应严格检查冷却水是否畅通,进出水方向是否正确。工作时,先开动旋转电机,然后再开启靶电源。以上调整必需保证系统真空抽至 6×10^{-3} Pa,然后,关光栅阀,充氩气(使真空度保持在 $2-3 \times 10^{-1}$ Pa,工作电流0-15A)。

5 产品性能

(1)通过以上工艺方法加工的瓷砖产品,表面全部被镀上一层发出铂金色(银色)(3.6工序完成)和黄金色(3.7工序完成)的金属光泽,与使用铂金和黄金通过传统的方法印刷在瓷砖表面的颜色和光泽一致。完全可以替代黄金和铂金,节约大量贵金属。

(2)产品的主要技术指标:耐酸、碱:A级;硬度:莫氏6级;耐磨性:3级。

6 结论

(1)使用磁控等离子多弧真空溅射镀膜机在陶瓷表面加工黄金色和铂金色(银色),取代传统的用黄金和铂金进行装饰完全是可行的。

(2)钛块材料成本低廉,采购方便,国内储量丰富,因此生产成本大大降低。

(3)由于工件在真空室内既可自转又可公转,因此,这种工艺方法更适合异形、大件、形状复杂的产品。

(4)在本工艺中,由于增加了中间的直流溅射层,所以最后形成在制品表面的铂金色(银色)和黄金色耐久性能良好,解决了传统的使用黄金装饰会逐渐褪落的问题。

(5)由于钛或氮化钛本身的性质,使得制品的耐酸、碱及耐磨性能都较好。

(6)要保证制品表面颜色一致,必需要做到①所有钛极必须全部工作并且烧蚀程度一致。如果个别或全部钛极烧蚀太深,可以把钛靶通过车床车屑平整;②生产不同批次产品,真空度等各项参数一定要保持一致;③瓷砖的吸水率越低越好,高吸水率的产

品在镀膜过程中会不断放气,造成颜色不一致或玫瑰红色。

(7)制品表面的黄金色或铂金色(银色)的亮度确定于镀膜前制品的光泽度,制品镀前光泽度越高(例如瓷砖表面施高光釉),最终镀膜的颜色就越亮。如果镀前是亚光釉面(例如瓷砖表面施亚光釉),镀出的颜色则是亚光的。为了提高制品的光泽度,可以在镀钛前先过渡一层铬。

(8) 源用钛靶可以根据工艺需要,改用锆靶或锆钛合金靶。钛优选(百分含量):Fe 含量 0.2%,C 含量

0.1%,N 含量 0.03%。

(9)该技术是一种能够真正获得微米级镀层且无污染的环保型表面处理方法,它能够制备各种单一金属膜(如铝、钛、锆、铬等),氮化物膜(TiN、ZrN、CrN、TiAlN)和碳化物膜(TiC、TiCN),以及氧化物膜(如 TiO 等)。

(10)该技术目前能够镀出的膜层的颜色有深金黄色,浅金黄色,咖啡色,古铜色,灰色,黑色,灰黑色,七彩色等。通过控制镀膜过程中的相关参数,可以控制镀出的颜色。

APPLICATION OF MULTIPLE PLASMA ARC DISCHARGE VACUUM MAGNETRON SPUTTERING COATING PLANT IN CERAMIC SURFACE DECORATION

Zhuang Dayu

(Nanhai Natural Decorative Materials Co., Ltd., Foshan 528226)

Abstract

Based on the coating principle of optical glass, through alteration in the processing plant by introducing plasma discharge cleaning system and electro-deposited interlayer, surface of nonmetal materials like ceramics is made possible to bond well with metals, such as titanium and zirconium, thus is susceptible of anticorrosive or wear-resistant coating, and furthermore, realization of advance design for the surface effect of a product, for necessary post-coating abrading and polishing can produce a desired surface in bright color with relief pattern. This technique has been widely used to create decorative effects of gold, platinum and other fancy colors on the surface of triple-firing isobathic processing ceramic tile, which can substitute for the results of real gold and platinum.

Keywords plasma, multiple arc, vacuum sputtering, coating, ceramics, color of gold, color of platinum

Received date: Jul. 7, 2006

About the author: Zhuang Dayu, male, Senior engineer