

文章编号: 1672 - 058X(2009)04 - 0399 - 04

化学镀镍技术及其工业应用

廖西平, 夏洪均

(重庆工商大学 机械工程学院, 重庆 400067)

摘要:化学镀镍技术具有工艺比较简单, 镀层性能优良, 是一种新兴发展的表面处理技术, 由于化学镀镍层硬度高, 耐磨性能好, 减摩系数低。镀态结构为非晶态, 耐腐蚀性极佳。广泛应用在各种工业中, 如石油化工工业、机械模具工业、电子工业、航空航天工业等。最突出的是应用在计算机硬盘镀底层和各种化工耐腐蚀阀门上。多元化学镀镍和化学复合镀进一步提升和丰富了普通化学镀镍技术, 使之应用范围更加广泛。

关键词:化学镀镍; 镀层性能; 工业; 应用

中图分类号: X703

文献标志码: A

1 化学镀镍基本技术

化学镀镍是利用还原镀液中金属离子沉积于金属零件表面上的一种自催化反应过程。使金属零件表面牢固镀上一层镍磷合金层。镀层成分为镍、磷元素, 磷占 5% ~ 12%。镀态硬度为 500 ~ 700 HV。左右, 非晶态结构, 经过热处理后析出 Ni_3P 金属化合物, 硬度可上升到 1 000 HV 左右。

化学镀镍分为酸性化学镀、碱性化学镀、多元化学镀和化学复合镀。最常见的是酸性化学镀镍。

1.1 化学镀镍配方

镀液配方有许多种, 主要组成为: (1) 主盐: 硫酸镍 $NiSO_4$, 25 ~ 27 g/L (以 1 L 蒸馏水为准); (2) 还原剂: 次磷酸钠 NaH_2PO_2 , 25 ~ 28 g/L; (3) 缓冲剂: 乙酸钠 $NaAc$, 20 ~ 22 g/L; (4) 络合剂: 乙酸 CH_3COOH , 15 ~ 18 g/L; (5) 稳定剂: 硫脲, 微量; (6) 光亮剂: 乙酸铅, 微量。

镀液用稀碱液或系酸液调整 pH 值为 4.2 ~ 4.5, 施镀温度控制在 84 左右, 施镀时不停地搅拌镀液。

1.2 化学镀镍的工艺

化学镀镍工艺流程: 碱性除油 酸洗除锈 弱酸活化 化学镀镍 热处理 钝化处理。

化学镀镍过程如图 1 所示。

施镀温度为 82 ~ 84, 镀液 $Ph = 4.2 \sim 4.5$, 时间在 1.5 h 左

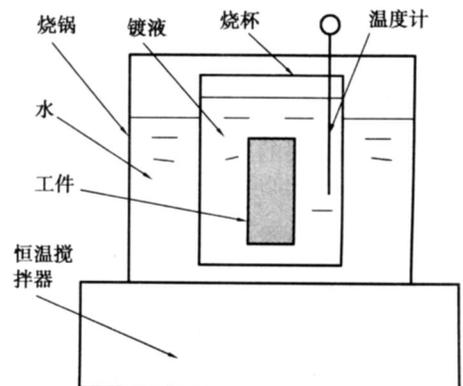


图 1 化学镀镍实验示意图

收稿日期: 2009 - 03 - 20; 修回日期: 2009 - 04 - 20。

作者简介: 廖西平 (1960 -), 男, 广西鹿寨人, 高级实验师, 从事金属表面处理研究。

右。轻微搅拌镀液。镀后工件随镀液冷却至室温,然后冲洗干净,立即 200 °C 低温回火,消除镀层应力。

化学镀层的各种性能已经在文献中 [1] 中详细介绍。

1.3 化学多元镀和化学复合镀

在普通化学镀的基础上,人们又研究和开发了化学多元镀和化学复合镀。在镀液中加入各种金属离子,使金属离子和镍离子、磷原子共沉积,形成多元合金镀层,即化学多元镀。如 Ni-Cu-P、Ni-Mo-P、Ni-Sn-P、Ni-Co-P、Ni-Fe-P、Ni-W-P、Ni-Cr-P 等。

如果在镀液中加入化合物等,则形成化学复合镀,如 Ni-P/ Al_2O_3 、Ni-P/SC、Ni-P/TN、Ni-P/PTFE(聚四氟乙烯)、Ni-P/金刚石等。

1.4 Ni-P合金镀层结构和形貌

镀层表面形貌呈胞状结构(图 2 所示),内部结构为非晶态。X射线衍射图形如图 3,曲线为山丘馒头状,非尖峰,说明内部原子排列不规范,为非晶态。如果是晶态结构那么曲线应该有尖峰。非晶态结构的镀层其耐蚀性极佳^[1]。

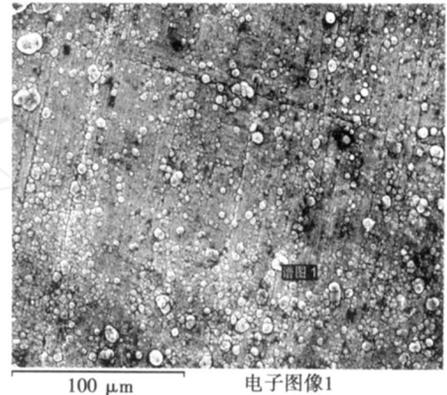


图 2 镀层胞状形貌特征

2 化学镀镍在工业中的应用

化学镀的应用非常广泛,由于化学镀镍的镀层具有突出的特性,如良好的耐蚀性。经试验,双层 Ni-P 镀层的耐稀硫酸腐蚀的能力已超过不锈钢,耐稀盐酸腐蚀的能力已接近不锈钢,大大超过了电镀铬^[2],镀层经过 400 °C 的热处理其硬度上升到 900~1 000 HV,因此耐磨性非常好。摩擦系数为 0.28^[2],比未镀的摩擦系数下降 5.6%。所以减摩性、电磁性良好等,在各行各业中得到广泛的应用。

2.1 石油化工工业

在石油工业中,油田的工作条件十分恶劣,井下腐蚀介质常有盐水、 CO_2 、 H_2S 等,温度在 170~200 °C,还伴有泥沙和其它杂质的冲蚀磨损。抽油泵的使用寿命不超过 6 个月。经过化学镀镍处理,抽油水泵的使用寿命可延长 4 a^[3],效果明显。其实石油设备很多都可以进行化学镀处理,像管道、阀门等,并取得理想的效果^[4]。

在化工工业中,要接触大量腐蚀介质,化工管道、各种阀、反应釜内衬等零件极易腐蚀失效,这些设备化学镀镍处理后,大大延长了使用寿命^[5]。

2.2 模具工业

采用化学镀镍强化模具,既能保证硬度和耐磨性,又能提高耐蚀性和降低摩擦系数。如黄铜零件拉深模,原用 45 钢淬火+低温回火来处理模具,结果发现粘铜严重,常常拉伤零件,还要修理模具。现在改用表面化学镀镍,在经过热处理后硬度可达 1 000 HV,连续加工 500 件不修模,零件质量明显提高^[6]。

在塑料模具中,由于接触到含氯、氟等腐蚀性介质。要求模具要耐腐蚀、表面要光洁,而化学镀镍正好能满足这些要求,如果添加纳米级硬相质点,形成化学复合镀,镀层更加耐磨,效果更好。现在已经成功应用在模具上^[7]。

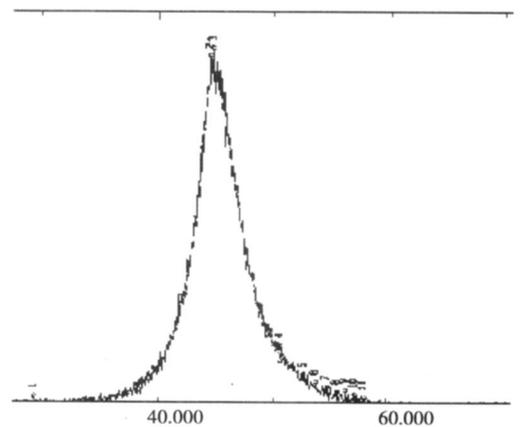


图 3 酸性 26# 镀态镀层 ($P\% = 9.87$)

2.3 电子计算机工业

精密电子仪器设备要求能防电磁辐射干扰,这就是电子仪器内外要有电磁干扰屏蔽罩。目前多用塑料外壳,但是塑料外壳的电磁干扰屏蔽能力不强。现在采用先在塑料外壳上进行化学镀铜,然后再化学镀镍,这种双金属覆层被认为是最有效的电磁屏蔽方法^[7]。

化学镀应用最广泛的行业首推计算机工业。因为计算机硬盘必须经过化学镀镍。首先由铝镁合金制成硬盘,然后表面进行化学镀镍,作为后续真空溅射磁记录薄膜的底层。这是硬盘关键技术。该层要求非磁性,低应力,表面光洁、均匀。所以硬盘化学镀是典型的高技术代表。

2.4 机械汽车工业

机床导轨直接影响到机床的加工精度,导轨应具备良好的导向精度、刚度和耐磨性。而提高耐磨性通常的方法是采用表面淬火,但最大的缺点是导轨变形大,硬度不均,还须要重磨,效果不好。现在采用化学镀镍来强化导轨,收到良好效果。施永辉等人试验在铣床工作台进行化学镀镍,表面硬度达 51 HRC,变形在 0.01 mm 内,无须重磨,耐磨性、耐蚀性、外观均不错,值得推广^[8]。

在化学镀镍的基础上,加入一些纳米级的金属氧化物或硬微粒(如金刚石),形成化学复合镀。它是化学镀镍的发展方向,它进一步拓展化学镀镍的应用范围。比如,加入聚四氟乙烯(PTFE),形成复合化学镀 Ni-P/PTFE,对机床齿轮进行化学镀,使齿轮表面摩擦系数降至 0.09^[9]。而加入其它物质形成的复合镀 Ni-P/金刚石、Ni-P/ Al_2O_3 、Ni-P/SiC、Ni-P/NB、Ni-P/TN 等,使镀层硬度大大提高。Taber 耐磨试验表明^[9], Ni-P/金刚石镀层的耐磨性最好,最适应强化汽车行星齿轮轴等。

基于优良的耐磨性,在汽车上很多零件均可应用化学镀强化处理,如齿轮、喷油器、散热器、汽化器、球头螺栓等^[10]。

2.5 航空航天工业

航空航天工业也是化学镀的应用范围,最典型的是飞机发动机叶轮。在叶轮片上镀 Ni-P 合金镀层,可以防止高温燃气烧蚀,服役期间其疲劳强度的降低比原来电镀铬少 25%^[10]。还有喷气发动机的主轴,过去经过 1 000 次运行后,直径的磨损量达 0.178 mm 就必须拆卸重修,后来经过化学镀镍后,主轴密封面磨损明显减少,经过 4 000 次运行周期后磨损才 0.008 mm^[10]。

总之,化学镀镍的应用非常广泛,凡是需要耐磨、耐蚀以及有特殊电磁性能要求的场合,都可以化学镀镍。像纺织工业、食品包装工业、军事工业等同样也在大量化学镀镍^[11-13]。

随着化学镀的不断发展,现在人们又研究开发了多元化学镀和化学复合镀,这就更加拓展了化学镀镍的应用范围。如在镀液中加入 PTFE,形成 Ni-P/PTFE 镀层,提高了自润滑特性,在齿轮中得到很好的应用^[8]。再如多元化学镀 Ni-Cu-P,其耐蚀性能比 Ni-P 合金镀层更好,应用在防腐性能上效果更好。钕铁硼作为新型永磁材料,在电动车、扬声器、个人电脑中有广泛的应用,但是其中成分钕占 36%~38%,钕极为活泼,容易氧化,并与酸激烈反应,受到腐蚀。在钕铁硼表面处理上镀上 Ni-Cu-P 镀层,明显提高了表面的耐蚀能力^[14]。

3 结 语

(1) 化学镀工艺比较简单,镀层性能优良,镀液废水对环境污染相对电镀较小,是发展前景很好的表面处理技术。

(2) 在化学镀镍的基础上,添加其它金属元素,可形成多元化学镀,如 Ni-Cu-P 化学镀。如果添加纳米化合物,则形成化学复合镀,如 Ni-P/金刚石。这些镀层性能更加突出,应用范围更广泛。

(3) 基于化学镀层优良的耐蚀性、耐磨性、低的减摩性和近似不锈钢的光泽,以及与基体结合牢固,化学镀在各种工业中得到广泛的应用。应用前景非常好。

与国外相比,我国在化学镀方面起步较晚,目前与国外差距较大。国外工厂生产基本上实现镀液、生产

设备商品化。我国很多工厂还处于试制和小规模生产,产量和品种都不多。另外废镀液的处理也是一道难题,化学镀的发展依然任重道远。

参考文献:

- [1] 廖西平,陈玉安. 化学镀镍层性能的实验研究 [J]. 重庆工商大学学报:自然科学版, 2007(5): 519-524
- [2] 廖西平. 45钢化学镀实验及镍层性能研究 [D]. 重庆:重庆大学材料科学与工程学院, 2007
- [3] 李金桂. 防腐蚀表面工程技术 [M]. 北京:化学工业出版社, 2003
- [4] 戴长松,王殿龙,胡信国. 化学镀镍工艺在旧油管修复方面的应用 [J]. 材料保护, 1995(1): 30-31
- [5] 程玉明,陈克奉. 化学镀镍磷非晶态合金的应用 [J]. 石油化工腐蚀与防护, 1995(1): 29-31
- [6] 董允,张廷森,林晓娉. 现代表面工程技术 [M]. 北京:机械工业出版社, 2001
- [7] 李宁. 化学镀实用技术 [M]. 北京:化学工业出版社, 2004
- [8] 施永辉,陈雪琴,施海明. 化学镀镍及其应用 [J]. 新技术新工艺, 2003(3): 42-44
- [9] 张颖,陈大立,夏莉. 化学复合镀镍在齿轮行业中的应用 [J]. 郑州工业高等专科学校学报, 2002(3): 4-5
- [10] 闫洪. 现代化学镀镍和复合镀镍技术 [M]. 北京:国防工业出版社, 1999
- [11] 刘新佳,王海彦,赵永武. 化学镀镍磷合金在纺纱钢丝圈上的应用研究 [J]. 新技术新工艺, 2006, 7: 54-55
- [12] 罗建东,蒋迪清. 化学镀镍食品包装机械中的应用 [J]. 电镀与环保, 2003, 7: 23-24
- [13] 李松岩. 镍磷非晶态合金化学镀在兵器上的应用前景 [J]. 弹箭技术, 1997(2): 39
- [14] 欧萌,张蕾. 化学镀镍铜磷在钨铁硼表面处理上的应用研究 [J]. 电子工艺技术, 2001(4): 157-160

Analysis of the technology of electroless nickel plating and its application in industries

LIAO Xi-ping XIA Hong-jun

(School of Mechanical Engineering, Chongqing Technology and Business University,
Chongqing 400067, China)

Abstract: The technology of electroless nickel plating, recently developed surface-treating technology, is comparatively simple and the properties of the plating coating are excellent. Because the coating of nickel plating is high in hardness and is low in friction, its wear resistance is excellent. The corrosion resistance of the coating is very outstanding due to the amorphous structure inside the coating. The electroless plating has been widely applied to such industries as petroleum, chemicals, machinery, die, electronics, aviation and aerospace, especially to plating the base-layer of hard disks of computers and various valves in chemical industry requiring corrosion resistance. Electroless multi-component plating and electroless composite plating further improve and enrich ordinary electroless nickel plating and extend the application of electroless plating.

Key words: electroless nickel plating; properties of the plating coating; industry; application

责任编辑:罗泽举