

防伪技术的新突破——核径迹防伪技术*

严玉顺 何向明 张泉荣

(清华大学核能技术设计研究院 北京 102201)

摘要 用核粒子照射塑料薄膜形成径迹,再经化学试剂蚀刻和成像技术,得到由微米级微孔组成的图案.这种图案具有物质透过特性.用这种方法生产的核径迹防伪标志,具备核尖端技术不易扩散,制作设备不易得到,产品用其他方法难以伪造,防伪识别简单、快速、可靠等特点.此种标志已经通过放射性安全检测,可以用于各种商品(包括食品)的包装.

关键词 核径迹,防伪

BREAKTHROUGH IN FAKE PREVENTION——NUCLEAR TRACK-ETCHING

Yan Yushun He Xiangming Zhang Quanrong

(Institute of Nuclear Energy Technology, Tsinghua University, Beijing 102201)

Abstract Nuclear particle track - etched anti - counterfeit marking is a new weapon against fake products. The mark is manufactured by intricate high technology in state - controlled sensitive nuclear facilities which ensures that the mark can not be copied. The pattern of the mark is characterized by its permeability, and can be distinguished from fakes by using a transparent liquid (e. g. water), colored pen or chemical reagent. The technique has passed the official health safety examination and poses no danger of nuclear irradiation.

Key words track - etch, anti - fake

1 前言

目前,我国还处于社会主义的初级阶段,市场经济发展很快,相比之下法制还不够健全.因而,在激烈的市场竞争中,一些不法分子采用种种手段,制造伪劣产品来假冒名牌产品,谋取暴利,严重损害国家名牌产品的信誉,侵犯名优企业和消费者的利益,扰乱国家正常经济秩序.国家每年不得不花费大量人力、财力进行打假活动,譬如每年的“3·15”消费者权益日活动等.许多企业为了保护自身的利益和信誉,不断采用新的防伪技术,制造防伪商标.

防伪技术目前已经成为市场经济发展伴生的一个新的技术领域,它要求的技术含量越来越高.早期的防伪技术,由于其技术容易被掌握,所需设备和材料易于得到,使防伪变得越来越困难.另一方面,绝大多数防伪技术被好多厂家所掌握,防伪者造伪的事件也屡见不鲜.因此,人们纷纷寻求技术更高、更新的防伪技术.

核径迹防伪技术是新近发展起来的新型防伪技术,它需要尖端的核技术和昂贵的核设施.这些敏感的核设施都控制在国家级的大型核技

* 国家教育部科学基金资助项目

1998 - 10 - 05 收到初稿,1998 - 12 - 28 修回

术研究单位里,都在国家核安全局的监管之下.制成的防伪标志又有其显著的特点,是其他技术无法仿制的.

过去的防伪手段主要依赖于高新技术,而技术是较容易扩散的.核径迹防伪技术是采用核尖端技术和核敏感设施来制作防伪标志的新型防伪技术,它具有核尖端技术不易扩散和制作设备不易得到的特点.核径迹防伪技术是集技术和设备双重保险的防伪新技术.

2 核径迹防伪标志的生产原理

核径迹技术在发展的早期,科学家们用云雾室来探测核粒子径迹,即在空腔内充满过饱和蒸气,当核粒子穿过云雾室时,在其经过的路径上留下一条白色的轨迹,然后拍照保留径迹图像.通过测量径迹的距离和方向,便可以知道核粒子的大小和能量.

由于云雾室体积大,云雾径迹保留时间短,需要拍照才能留下离子径迹,使用很不方便,后来逐渐被固体径迹探测器所代替.

固体径迹探测技术就是用某种固体物质代替云雾室来探测高能粒子,最早使用硫酸锆薄

晶片,后来使用玻璃、云母,目前几乎所有的固体径迹探测器都采用高分子聚合物材料.当高能核粒子穿过高分子聚合物时,在粒子经过的路径上留下一条狭窄的损伤通道——径迹.径迹无法用显微镜和电子显微镜直接观测到.由于径迹处的高分子链被破坏,形成很多自由基,化学活性很高,很容易被化学试剂腐蚀,形成微孔.这样,在一定的蚀刻条件下,用显微镜观察和测量微孔的大小和长度,就可以测量核粒子的质量、能量、方向.

带电粒子穿过某种物质的过程称为照射,相当于照相过程中的感光.化学试剂腐蚀核径迹过程称为蚀刻,相当于照相过程中的显影.

高分子聚合物中的核径迹经过适当的处理和化学蚀刻后,核径迹便形成一条圆柱型的孔道.如果高分子聚合物是塑料薄膜,当带电粒子完全穿过薄膜时,则化学蚀刻后就形成通孔.控制辐照的强度和化学蚀刻条件,就可以控制孔的多少和孔径的大小.人们发现这样制作的塑料微孔薄膜有很多用途.这种微孔薄膜称为核径迹蚀刻膜(nuclear track - etched membrane),国外商品名 Nuclepore,在我国称核孔膜.其电子显微镜的照片如图 1.

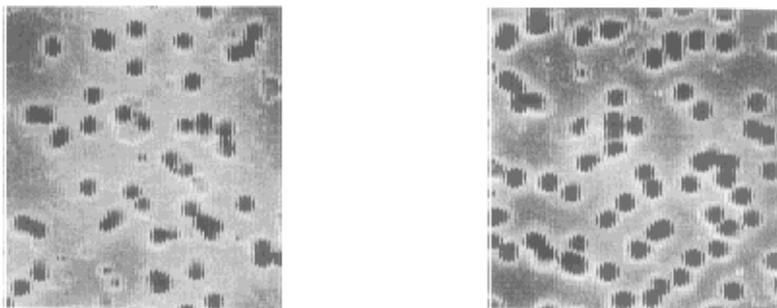


图 1 电子显微镜下观测到的核径迹微孔(放大 1000 倍)

核孔膜是 60 年代在固体核径迹技术的基础上发展起来的^[1-3],到 70 年代初,美国首先进行了商品化生产^[4].我国是在 80 年代初,作为“六五”科技攻关项目开始研制核孔膜,到 80 年代末已具备相当规模的生产能力^[5].

通过长期的研究,目前核孔膜的制作工艺已经成熟,可以工业化规模批量生产.生产过程(见图 2)简述如下:利用清华大学核能技术设

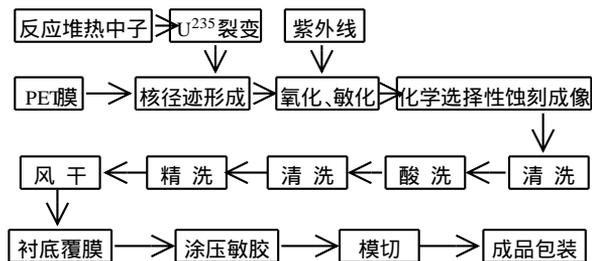


图 2 核径迹防伪标志的生产过程

计研究院的屏蔽反应堆产生的热中子照射铀靶,铀靶是由高浓缩铀-235组成。中子照射铀靶后,部分铀-235的原子核发生裂变,产生的裂变碎片以极高的速度射出,穿过聚酯薄膜(PET膜)形成核径迹,核径迹经化学蚀刻形成微孔。上述过程连续化,便可以成批生产核孔膜。

核孔膜与普通过滤膜的最大区别在于,核孔膜的孔径均匀性好,是一种严格按被过滤物质尺寸大小完全分离的高技术产品,像一把筛子把大小不一样的物质分离开来,而普通的过滤膜则做不到这一点。

核孔膜还具有材质薄、阻力小、光学透明、膜的基材强度高、柔软性好等优点,在良好的支撑下能承受上百次的反洗和1MPa的压差。

核孔膜材料的耐溶剂范围很广,物理和化学稳定性极好,生物稳定性好,不长菌且不被细菌浸蚀,表面平整、光滑,吸附性极小,因此特别适于采样、分析、超净试剂的过滤、食品及饮料工业中除菌消毒、电子工业中的超净空气和试剂的生产、医学上血液过滤、病变细胞的分离和病毒、蛋白质的提纯富集、生物工程上产物与底物的分离、环境监测中大气取样、制药工业的料液终端过滤等等方面,是一种极有开发前景和应用价值的精密过滤材料。

到90年代,由于产品防伪的市场要求,发展成核径迹防伪标志膜。通俗地说,它是利用选择性的辐照或蚀刻,在塑料薄膜的局部做成核孔膜,形成特定的图案,即有微孔组成的人工设计图案。商品化的核径迹防伪标志还需再经过后期商业加工。实际上核径迹可形成图案的概念早在70年代,Fleischer等人就已提出。

一般核电站的反应堆不能用来制造核径迹防伪膜,只有特殊结构的反应堆才能用来制造核径迹防伪标志。清华大学核能技术设计研究院生产的核径迹防伪标志已通过卫生部门的放射性安全认证。

3 核径迹防伪标志的特点

(1) 生产设备昂贵,控制严格。从上述原理

可知,生产核径迹防伪标志需要高能重离子加速器或核反应堆以及铀-235,这些设备不仅价格昂贵,而且像铀-235等材料,都是战略物资,一般单位和个人不仅没有财力,而且也无法得到,包括一些非核国家。这些设备都是国家花了大量投资建设的高新技术项目,现都是控制在国家科学院和少数高等院校手中,且具备实际生产能力的只有少数几家。

(2) 需要高质量的科技人员。高能物理技术和核技术,都是当今世界的尖端技术,在世界上也只有少数国家能掌握,它涉及到物理、化学、电子等各个领域。

(3) 膜无法用其他方法伪造。核径迹防伪标志是由微孔组成的图案,当光线照射到核径迹防伪标志时,由于小孔的折射和反射,用肉眼看到微孔处形成白色图案,从显微镜我们可以观测到,这些图案,实际上是由特定的圆柱状微米级孔道组成的图案。这些孔的大小及单位面积上的孔数都可以根据要求控制,孔在微观上分布是不均匀的,按随机规律分布。由重离子加速器生产的核径迹防伪标志膜,它的孔道基本是平行的,而用核反应堆生产的核径迹防伪标志膜,它的孔道是有一定的散射角分布的,后者更不容易伪造。

(4) 防伪识别方法简单可靠。核径迹防伪标志无论是专家识别还是一般识别,识别方法简单可靠,即使是专家识别,也仅需一台光学显微镜即可基本满足要求,而且都可立即得到识别结果。

4 核径迹防伪标志的防伪识别方法

4.1 专家防伪识别

利用在图案中由核径迹形成的微孔进行防伪识别。撕下核径迹防伪标志膜,在光学显微镜下观测十几微米厚、由塑料薄膜制成的核径迹防伪标志,可以观测到核径迹防伪标志的图案部分是由核径迹形成的微米级微孔组成。这些微孔的孔径和孔密度可以根据用户的要求改变,即不同的生产厂家可以有他自己的孔径和

孔密度.其微孔的孔型为圆柱状,其孔的分布是随机的,对于由重离子加速器生产的核径迹防伪标志,各圆柱孔道几乎是平行的;而由核反应堆生产的核径迹防伪标志,各圆柱孔道按一定离散角随机分布.后一种核径迹防伪标志的仿制几乎是更不可能.上述方法也可用图像分析仪分析图案部分的孔径、孔密度进行识别.

核径迹防伪标志的专家识别具有方法简单,快速可靠,设备简单等优点,只要对人员稍加培训,即可迅速掌握.

4.2 普通防伪识别

4.2.1 利用微孔道的透过性进行防伪识别

用水、酒等液体涂抹核径迹防伪标志的图案,由于孔道充满液体,膜的光学结构发生变化,图案变浅甚至消失;如图案背面印有彩色图案时,则图案背面的彩色图案变得更加明显.一旦液体蒸发,图案恢复原状.

用钢笔、圆珠笔或其他彩色笔在防伪标志上划写,则在防伪标志的图案部分背衬的白纸上,由于墨水的透过,留下相应的颜色,而在防伪标志没有图案部分,由于没有微孔则不留下任何颜色.

4.2.2 利用孔道的吸附性进行防伪识别

同样用上述方法进行检测,用钢笔、圆珠笔或其他彩色笔在防伪标志上划写,擦去表面的颜色,由于颜色渗透到微孔中,在防伪标志图案部分留下的颜色不可能在短时间内被肥皂、洗衣粉等洗涤剂去除,而在防伪标志的没有图案部分,则可立即去除.而用印刷技术在塑料膜上形成的图案,涂抹的痕迹用洗涤剂也可立即去除.

4.2.3 利用高倍放大镜进行防伪识别

用20倍的放大镜仔细观测防伪标志的图案部分,可以看到图案是由不规则的点所组成.

4.2.4 利用特殊显色进行防伪识别

一些有机化学试剂和特殊溶液反应或水可以显示特殊颜色的原理,在防伪标志背衬的纸上预先浸渍特定的显色剂,再贴上标志膜,检测时把特定的检测液或水轻涂在标志膜上,则在相应的图案部分的背衬的纸上,由于透过作用

显示特定的颜色.

5 有关放射性问题

通常,一谈到核技术,必然想到放射性问题.从严格科学意义上说,我们生活在放射性之中,无论我们吃的食物和水、呼吸的空气、居住房子的地面和墙壁,到处都有放射性,称为放射性本底.因此放射性的安全问题实际上是放射性的强弱问题,国家对于不同场所的放射性强度都有明确的规定标准,只要放射性强度达不到国家规定的标准,就不会对身体产生危害.

用核反应堆生产的核径迹防伪标志膜,从严格的科学意义上说,是有极微极微的放射性,但它的放射性强度比天然的本底放射性还要低得多,因此对身体是绝对无害的.从这个意义上说,核径迹防伪标志是没有放射性的.在国内外,核孔膜已在食品、制药等工业中安全使用了几十年.

核径迹防伪标志已经北京市卫生防疫站放射卫生防护所监测,符合国家安全标准,作为商品包装(包括食品包装)的防伪标识使用是安全的.

6 结论

核径迹防伪标志具有制备工艺技术要求高、设备专有、膜的微孔结构独特、难于仿制、防伪识别简单可靠等优点,因此具有广泛的市场前景.清华大学核能技术设计研究院从80年代初研制核孔膜开始,已经具有十几年的生产经验,我们愿继续进行研究,为不断生产出更好的产品满足市场的需要而努力.

参 考 文 献

- [1] Fleischer R L. Science, 1965, 149: 383—392
- [2] Hopfe J. Nucl. Track, 1981, 4: 169—177
- [3] Price P P. U. S. Patent, 3303085. 1967
- [4] Fleischer R L. Science 1972, 178: 255—268
- [5] 张泉荣,严玉顺,王守忠等. 新技术研究与应用, 1990, 3: 1—6