



第二十三届“冯如杯”创意大赛 学生参赛作品

无框架简易清洁眼镜

2013 年 4 月 18 日

摘要

据统计,在中国,近视人群占到 50%,随着眼镜市场的扩大,人们对眼镜使用舒适度、美观度的要求越来越高。笔者通过调查,针对长时间配戴眼镜会对睛明穴及耳部造成压迫,眼镜片易脏等问题,提出以下解决方案:(1)利用壁虎仿生纳米材料,彻底颠覆传统框架结构,使眼镜以吸附的形式固定在脸部。解决因眼镜对睛明穴和耳部压迫而感到疲劳的问题。(2)增设简易镜片简易清洁结构,使擦拭镜片更方便。(3)使用发光陶瓷材料,使眼镜在黑暗中也可以轻易找到。

关键词: 壁虎仿生纳米材料, 发光陶瓷, 吸附, 简易清洁

Abstract

According to statistics, the myopia population accounted for 50% in China. As the glasses market expands, people demand for more comfortable and pretty glasses. Based on field investigation and experiences summary, the authors present solutions to the pressure on Qing Mingxue and ears caused by the long time use of glasses and the problem of glasses easily becoming dirty.(1)apply the house lizard nano-biomimetic material to the spectacle frames, completely changing its traditional structure, to make the glasses stuck to the face, so as to solve the problem of pressure on Qing Mingxue and the ears.(2)design simple ‘Ren’ s self-cleaning structure for the spectacle frames,making it more convenient to clean the lenses.(3)Employ Luminous ceramic materials to make it easy for people to find the glasses.

Keywords: house lizard biomimetic materials, stick to, stretch out and draw back, self-cleaning

目录

1.引言	1
2.改良方案	1
2.1 利用壁虎纳米仿生材料制作吸附式无框眼镜	1
2.1.1 基本原理	1
2.1.2 创新点	3
2.2 对眼镜框架结构的改良以实现简易清洁	3
2.2.1 基本原理	3
2.2.2 创新点	4
2.3 利用发光陶瓷解决高度近视者找寻眼镜不易的问题	5
2.3.1 基本原理	5
2.3.2 制作工艺	5
2.3.3 创新点	5
3.可行性分析	5
4.预计技术难点:	6
5.应用前景	7
参考文献	8

1.引言

如今,越来越多的人因视力问题或其他原因佩戴眼镜,眼镜佩戴的不适之处也随之而来。经常性佩戴普通的框架眼镜会对鼻梁两侧的睛明穴造成局部软组织的损伤,因此不少人选择带隐形眼镜,但佩戴隐形眼镜则容易造成急性角膜炎或角膜损伤。现在眼镜市场,并没有提出解决此种问题的有效方法。再者,人们常常需要擦拭弄脏的镜片,但不可能随时随地找到合适的擦拭工具,给学习工作带来一定的不便。针对这一问题,现在眼镜市场仅存在辅助擦拭眼镜的镜片清洁液及品质较好的眼镜布,并不能有效解决这一问题。综上,人们迫切需要眼镜的改良产品。笔者尝试利用科技前沿的壁虎纳米仿生材料,实现对眼睛框架的改良,让人们配戴眼镜更舒适。并设计简易的镜片自清洁结构以实现镜片自清洁。又因为电子产品使用量的急剧增加,使高度近视人群比例增高,对于高度近视人群,常常会出现摘下眼镜后,明明眼镜就在附近却找不到的问题,尤其是在光线较弱的环境下,更使人苦恼。笔者尝试在眼镜框架中使用发光陶瓷材料,通过明显的颜色明度改变,使眼镜在光线昏暗的情况下更加醒目,易于寻找。

2.改良方案

2.1 利用壁虎纳米仿生材料制作吸附式无框眼镜

2.1.1 基本原理

1) 壁虎的吸附原理

壁虎的脚掌由刚毛 (seta) 和绒毛 (spatulas) 组成, 每根刚毛又由 100-1000 根绒毛组成, 每根绒毛的半径大约在 $0.2\text{--}0.4\ \mu\text{m}$ 之间。(见图 2-1-1) 壁虎的刚毛和绒毛都是由 β 角蛋白组成。其吸附力是有范德华力和毛细力共同产生。范德华力是永远存在于分子间的吸引力, 其作用比化学键能 ($1\text{--}5\text{eV}$) 小 1-2 个数量级。理论上, 一根尖端半径为 R 的绒毛与平整表面接触 (设间隙为 D) 实的范德华力为 $F=HR/6D^2$, 若 $R=1\ \mu\text{m}$, $D\approx 0.3\text{nm}$, 令 Hamaker 常数 $H\approx 10^{(-19)}$, 计算出单根绒毛产生的吸引力约为 $200\ \mu\text{N}$ 。一根刚毛由 100-1000 根绒毛组成, 则它产生的吸附力为 20—200mN。实验测得单根刚毛的最大吸附力为 $(194\pm 25)\text{mN}$, 与理论较为符合。

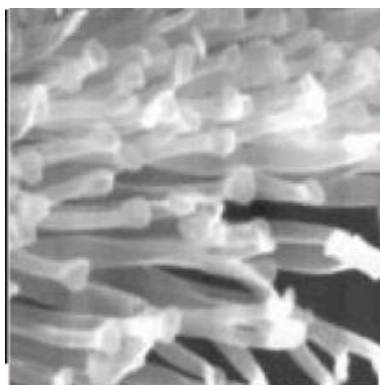


图 2-1-1 刚毛末端的绒毛

壁虎的脚掌具有超疏水性（接触角为 160.9° ），接触脚掌的液体会因表面张力的作用形成液滴，只要脚掌稍微倾斜，液滴就会滚落。

2) 壁虎纳米仿生材料

与一般粘性材料（如胶水）产生吸附力不同的是，该材料产生的吸附力可以在需要时产生或消失（动态吸附）。

制作方法^[1]：利用有斜向纳米孔洞的聚硅基底为模板，在传统等离子体蚀刻体系中插入 SiO_2 蚀刻停止层制得高深宽比斜向聚合物纳米结构，见图 2-1-2.

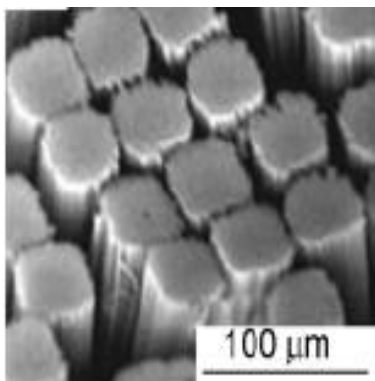


图 2-1-2 仿壁虎脚趾结构的多壁碳纳米管阵列

这种斜向纳米纤维呈现有益的方向性粘附，即纤维倾斜方向显示强粘附特性，反方向则易脱附。用化学气相沉积法^[2]生长纳米管，将微图形化碳纳米管转移至柔性聚合物带上制得壁虎胶带，该宏观柔性贴片剥离后可重复使用。

该材料有以下几点特性：

超疏水性：液体因表面张力形成液滴，材料稍倾斜，液滴滚落；

自清洁性：考虑到碳纳米管的半径和污染物的体积，吸附污染物是不可能的，因此该材料会长期保持清洁状态。

脱附机制^[3]：纤维倾斜方向显示强粘附特性，反方向则易脱附。当纤维与基层夹角大于 30° 时，即可发生脱离。

3) 无框架吸附式眼镜



图 2-1-3 普通眼镜框架的结构

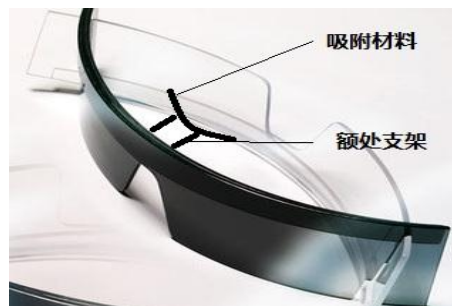


图 2-1-4 无框架吸附眼镜大致构型

如图 2-1-4 所示，无框架吸附式眼镜呈现弧形结构，固定点有两处，第一处是在眼镜的顶端增加一个小支架，上面固定 1cmX3cm 的纳米仿生材料（可承受 5kg 的重量，稳定眼镜是没有问题的），佩戴时吸附材料吸附于额头间，分担一部分眼镜重量，并起到稳定眼镜的作用。第二处受力点是在鼻梁下端。如此设计，减小对睛明穴的压迫，消除对耳部的压迫。

并且，无框式眼镜采用的是一体弧形镜片，扩大了左右两侧的视野。

由于所使用的材料具有超疏水性，汗液不会对该材料的吸附性产生影响，又因为它的自清洁性，因此能长期保持自清洁状态。由于材料具有方向性动态吸附的特点方向性粘附，脱戴眼镜也变的简易可行。

2.1.2 创新点

利用壁虎纳米仿生材料，将传统的悬挂式的眼镜佩戴方式改良为吸附式，不仅减轻了因配戴眼镜而造成的对关键穴位的压迫，使人们面部肌肉组织免受伤害；而且还解决了眼镜框架影响人体面部美观的问题。这项创意利用了壁虎脚掌动态吸附原理，体现了仿生材料的广泛应用领域及重要作用。

2.2 对眼镜框架结构的改良以实现简易清洁

2.2.1 基本原理（如图）



图 2-2-1 自清洁结构

说明：“人”字形结构执行擦拭功能，其背面附着条状眼镜布

1) 关于框架结构：在鼻梁处有“人”字形框架，框架由左右对称两部分组成，中间可分开，当支架后金属扣打开后，两部分可分别延左右镜片所在平面滑动，平行擦拭镜片，具体效果见图。

2) 关于“人”字形框架内层擦拭布选择：选择“超细纤维布”^[4]。一般把纤度 0.3 旦(直径 5 微米)以下的纤维称为超细纤维，它有如下特性：

易净抗菌耐用：它不含蛋白质的纤维，不会发生蛋白质水解，不会滋生细菌，不会像棉纤维那样产生蛋白质水解，即便使用后不晾晒，也不会发霉腐烂。它纤维强度大，韧性强，使用寿命是普通擦拭布的 5 倍以上，试验证实经 2,000 次擦拭后其纤维组织结构无任何变化，多次水洗后仍不变性，具有极强的耐用性。

易净只需擦拭一次：超细纤维布将一根粗单纤维超细化变成好几百根超细纤维，纤维之间具有许多特殊的楔形微细空隙，积尘、油污从超细纤维之间的缝隙渗透，如此就可具有多重刮除的效应，因此超细纤维擦拭性能比一般超细纤维擦拭布高 10 倍以上。用超细纤维布只需擦拭一次就可以擦干净，不会出现拖尾。

易净不会刮伤任何表面：超细纤维布纤维极细增加了丝的层状结构，增大了表面积和毛细效应，在刮起污物后，污物会顺着纤维的毛细管信道往内迁移，呈内部剥离的效应，如此污物不会残留在擦拭布的表面，因此就不会刮伤高镜面、高精密的产品。

2.2.2 创新点

关于镜片的自清洁问题，一般想法是寻求更高端的防尘防水透明材料，但这无疑会导致眼镜成本的大大提高。笔者转而从眼镜框架结构上创新，对于框架结构进行巧妙设计，使擦拭眼镜可以随时随地进行，省却了随身携带眼镜布的麻烦，并且擦拭眼镜时，不必将眼镜摘下，让高度近视者感到更加方便。对于眼镜布的选择，考虑到避免频繁更换，我们放弃常见的皮质或棉质眼镜布，而选择超细纤维布，原因是超细纤维布不含蛋白质成分，不会滋生细菌，在微潮湿的情况下可以长期卫生使用，不会有异味。

2.3 利用发光陶瓷解决高度近视者找寻眼镜不易的问题

2.3.1 基本原理

发光陶瓷^[5]的晶体结构为 SrAl_2O_4 ，单斜晶系晶体结构，激发光谱和发光光谱分析表明：发光光谱是峰值位于 520nm 的宽带谱，激发光谱是位于 240nm-480nm 之间的连续宽带谱，表明该种发光陶瓷由紫外光至可见光均可有效地激发而发光。

发光陶瓷特性：可以吸收阳光或其它散射光，吸蓄光能供以后发生活化，而持续发光，发光时间长达 12 小时以上，并且发光性能可重复再现。

2.3.2 制作工艺^[6]

发光陶瓷可以掺入油漆或树脂中制成涂料或注塑成型，制成所需的发光材料。结合 2.2 中的眼镜框架，可以把“人”字部件用发光材料制作。选择将发光陶瓷渗入树脂注塑成型的工艺方法。原因有二：首先可以调节发光材料的亮度，通过发光陶瓷掺入量的多少改变光线明度。其次，发光陶瓷是将稀土材料经高温高压激化处理而成的一种高纯、高科技尖端材料，成本较高，制成混合树脂制品可以降低成本。现在眼镜市场中大部分框架采用树脂原料，选择这种工艺，顺应市场潮流。

2.3.3 创新点

首先，将发光材料应用于镜框，创新应用其低度持续照明的特性。其次，放弃直接利用发光陶瓷制成零件，而是将其掺入树脂，注塑成型，降低了对工艺水平的要求，节省了成本。

3. 可行性分析

关于壁虎纳米仿生材料：首先，该材料的实际效果非常切合理论预测，虽然由于是新型材料成本较高，但在应用中，只需要 1cmx3cm 的面积，用量极少，所以平均每件成品成本是可以接受的。其次，如受力图分析，眼镜设计是符合脸部构型的，其受力情况是合理的。

通过调整额头吸附处的支架角度，使吸附力与鼻梁处支持力垂直，使对额头作用的吸附力最小，进而使用者会更加舒适。

$G_{\text{眼镜}}=1.5\text{N}$ ； $F_{\text{吸}}=0.75\text{N}$ （额头处）； $F_n=1.3\text{N}$ （鼻梁处）；

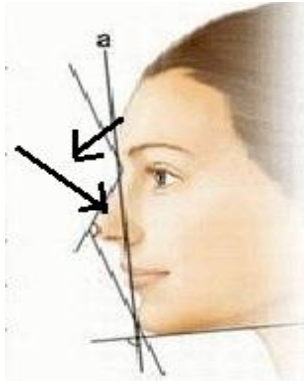


图 3-1 人脸受力图

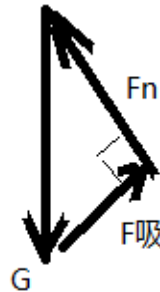


图 3-2 眼镜受力图

关于自清洁：仅是结构上的调整，且部件组装简单，操作极易掌握。

关于“人”字结构使用发光材料：选择树脂掺入发光陶瓷，注塑成型的工艺，注塑成型工艺是一种相当成熟塑件制作工艺，有成本低，产率高的特点。

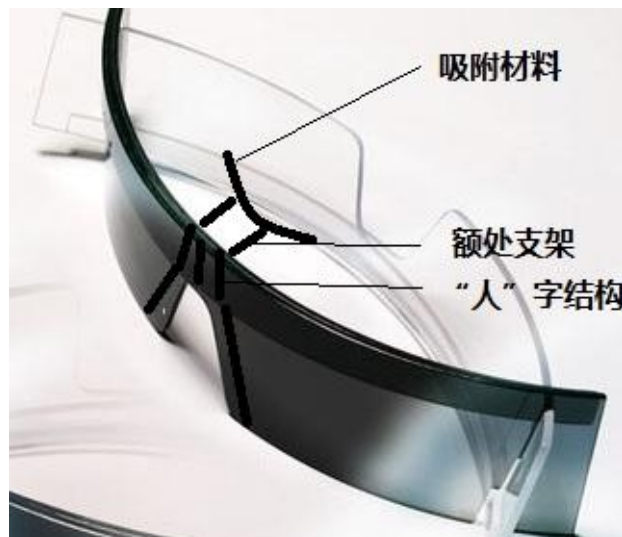


图 3-3 成品模拟图

4.预计技术难点：

由于笔者设计的眼镜打破常规，采用整体镜片，外形虽然流畅美观，但是如何调整镜片的曲率使配戴者感觉更为舒适是一个技术难点。

解决方案：整体上，通过大量统计人面部关于额头，鼻梁的一些数据和比例，归纳出几种一般脸型适用的镜片曲率，细节处，通过对额头上支撑垫及支架的微调（长度，角度）和对镜片鼻梁处“倒V”空隙深浅的调整，来解决人脸结构比例的差异化问题。

5.应用前景

笔者认为，以上设计是非常有可以行的，原因如下。首先，三种设计在应用上不相互制约，可以统一于一款眼镜。其次，三种设计所解决的问题都是眼镜使用者们所普遍反映的共性问题，满足市场需求。最后，笔者的设计很实际，充分考虑到了材料的成本和来源问题，如果成品进入生产，它的成本和定价是切合实际的，是易于接受的。另外，改良眼镜所选用的设计结构和材料并不需要精心保养，因此，它可以普遍的应用于一般人群的日常生活中。

笔者设计推广模式如下：

1) 引起注意：通过宣传的方式（视频，海报，传单）汇总眼镜佩戴者遇到的问题，已取得消费者的共鸣。

2) 唤起兴趣：通过宣传方式（视频，海报，传单）推出我们的改良眼镜。并针对不同人群，推出商务款，时尚款，学院款不同价位和颜色构型的眼镜。

3) 激起欲望：开展眼镜免费试戴过程，使顾客通过亲身体验接受这种新型产品。并且，找一些时尚潮流人物，灌输一种意识：我们的眼镜是时尚的象征。

4) 引起行动：在合适时间启动一些优惠项目，通过部分让利占领更大的市场，获得大范围的持久性客户源。

参考文献

- [1]Ge L, Sethi S, Ci L, Ajayan P M, Dhinojwala A. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 2007, 104(26): 10792—10795
- [2]Jeong H E, Lee J, Kim H N, Moon S H, Suh K Y. A. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 2009, 106(14): 5639—5644
- [3]杨文伍等 壁虎的动态吸附与壁虎纳米仿生材料[J] 化学进展, 2009, (4) .
- [4]曹敬清等 超细纤维非织造布的生产工艺与应用[J] 产业用纺织品, 2009, (3) .
- [5]王晓春等 $\text{SrAr}_2\text{O}_4\text{Eu}_2\text{Dy}_3$ 长余辉光致发光陶瓷的制备及其发光性能的研究[J], Journal of Changchun University of Science and Technology, 2003, (12).
- [6]塑料注塑成型基本知识, 2007, (10) .