

北京航空航天大学

第二十三届“冯如杯”

学生学术科技作品竞赛论文

院（系）名 称 _____
专 业 名 称 _____
作 者 姓 名 _____
学 号 _____
指 导 教 师 _____

2013 年 04 月

多功能隐形眼镜照相机

摘要：多功能隐形眼镜照相机主要采用日前在数码摄影扫描等领域广泛应用的 CCD 图像传感技术, 将多种无色透明微型传感器、透镜、CCD、蓝牙芯片等微型处理器植入隐形眼镜中协同完成系列工作。以目前最适合硅水凝胶材质（绝缘）的隐形眼镜作为载体, 低消耗, 易携带, 实用性强的可视化照相工具。眼球自动调焦, 手动调焦双结合, 可控性高. 白天待机状态太阳能自动充电, 夜间近红外光照射下越野冒险更加轻松自如。隐形照相机采用深度眨眼（即较正常眨眼用下眼睑用力眨眼）作为快门键开关, 配合特殊功能的电子手表手动恢复焦距, 选择功能, 储存信息, 可控性强。这种具备隐蔽性的可调控焦距可视化记忆相机, 让你不会再为错过美丽瞬间而遗憾, 也为各类科研、娱乐、工作等多领域提供更多的快捷、便利与灵活性。

关键字：微型照相机、自动瞳孔对焦、夜间清晰成像、记录瞬间、灵活便利隐蔽。

Abstract:This paper introduces the Multi-function contact lens camera. This product mainly employs CCD PIXPOLAR, which is dominating the field of digital photography scanning by now, to plant sorts of achromatous transparent micro sensors, lens, CCD, bluetoothchips and others micro sensors into contact lens in order to accomplish series tasks synergically. By picking the most suitable silicone hydrogel materials(insulative) contact lens as carrier, they are low-energy, portable and applicable visual cameras. Combining eyeball auto-focusing with manual-focus, it could be more controllable. During daytime, this charges by solar automatically, while at night under unear-infrared light, adventures will become more relax. Contact lens camera employs depth blink(that is comparing with normal blink, using bottom eyelids blink hard)as the shutter button, coordinating digital watch with special function to recover focus length manually, choose function, store information which is high controllability. Equipping with manoeuvrable focal length visual memorial camera, which is highly elusive, makes you catch every beautiful moment. At the same time, this kind of camera will be more convenient and flexible for many fields of scientific researches, entertainments and works.

Keywords: micro-camera, eyeball auto-focusing, high resolution imaging at night, record moment, convenient and flexible

目录

摘要	1
第一章 引言.....	4
第二章 整体结构.....	1
2.1 总体结构框架.....	1
2.2 隐形眼镜装置部分.....	1
2.2.1 照相机模块.....	1
2.2.2 无线传输模块.....	1
2.2.3 太阳能供电模块.....	2
2.2.4 电路模块.....	2
2.3 外置手表装置部分.....	2
2.3.1 无线传输模块.....	2
2.3.2 记忆存储模块.....	2
第三章 工作原理.....	3
3.1 装置各部分工作原理.....	3
3.1.1 微型相机成像原理.....	3
3.1.2 深度眨眼快门技术.....	5
3.1.3 可变焦透镜.....	5
3.1.4 红外成像.....	6
3.1.5 蓝牙传输信息原理.....	6

3.2 装置工作原理流程.....	7
第四章 作品评估.....	7
4.1 装置优点.....	7
4.2 装置不足.....	7
4.3 未来发展.....	8
4.4 论文不足.....	8
第五章 结束语.....	9
参考文献.....	10

第一章 引言

随着科技日新月异的发展，很多科技产品都在飞速地不断的变化成长。例如，照相机从 1725 年感光材料的发现到现在已有接近三百年的历史了。在这三个世纪以来，我们不难发现相机均向着微型化、便携化和智能化方向发展。既然电脑、手机等越来越多的通讯设备增添了照相的功能，为何不把此功能再度推广。并合理化借助成像最完美的眼球工作，通过比手反应更快的眼睑记录美好瞬间呢？况且，在光度暗、环境气候恶劣等情况下，普通照相机更难以正常工作。因此，我们想到制作一种能够植入隐形眼睛的微型相机去改变其性能，同时提升眼球本身的效能。一方面，易于携带使用，灵活性强，隐蔽程度高。而另一方面，也利用到了人体瞳孔和晶状体自助调节的高度智能化，将人类器官与高科技相结合，相辅相成，实现共同突破。

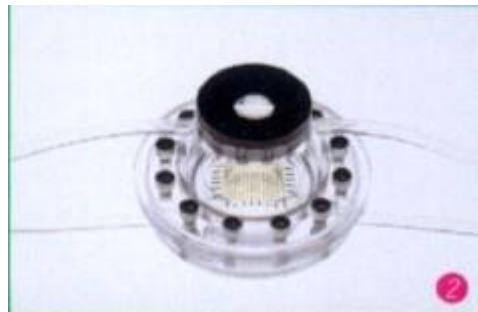


图 2

目前，世界上已有相似的研究，比如，美国西北大学和伊利诺伊大学厄尔班纳分校的研究人员研制出一种类似于人眼的相机，简单小巧，同时也具有一定的变焦功能。

本论文主要研究和讨论了在现有基础上在隐形眼睛中植入微型照相机的可能性，同时提出一些在将来各项技术成熟后得以实现的方案，并且分析了其优缺点及未来的广阔的应用前景前景。

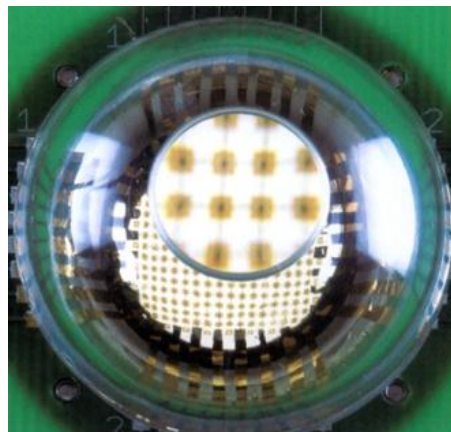
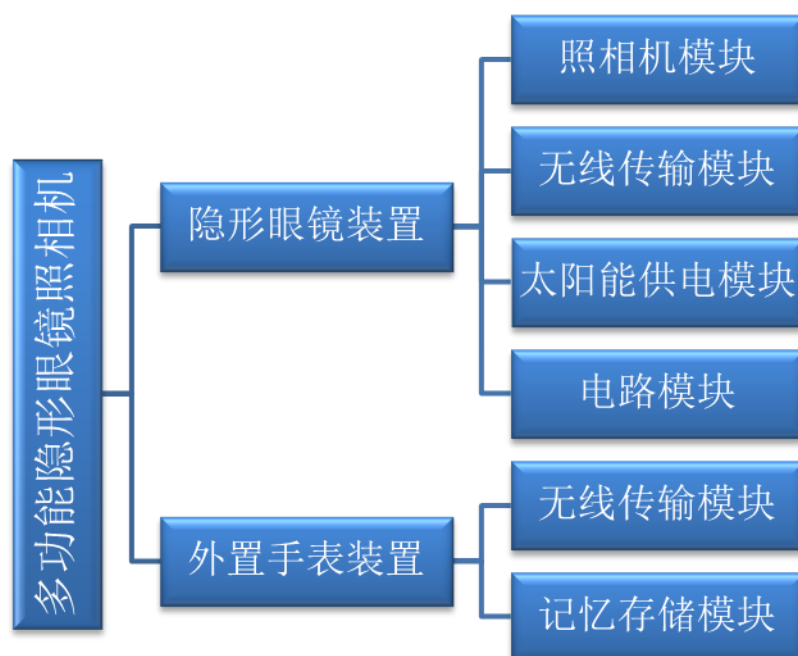


图 1

第二章 整体结构

2.1 总体结构框架

本装置主要由两大部分组成，即隐形眼镜装置部分和外置手表装置部分。隐形眼镜装置部分主要分为照相机模块、无线传输模块、太阳能供电模块和电路模块四大模块；外置手表装置部分则主要由无线传输模块和记忆存储模块组成。隐形眼镜装置部分主要实现高度智能化的照相过程，而外置手表装置则主要负责开关以及存储功能，如下图。



2.2 隐形眼镜装置部分

2.2.1 照相机模块

照相机模块主要采用数码照相的成像方式，主要由透镜和 CCD 板组成。近些年发展起来的数码照相成像方式易于利用在微型照相机当中，并且由于电路模块当中的电路反馈装置可以对透镜的各项数据进行调节，因此能够达到更好的成像效果。

2.2.2 无线传输模块

无线传输模块主要使用蓝牙装置，蓝牙是取代数据电缆的短距离无线通信技术，可以支持物体与物体之间的通信，工作频段是全球开放的 2.4GHz 频段，可以同时进行数据和语音传输，传输速率可达到 10Mb / s，使得在其范围内的各种信息化设备都能实现无缝资源共享。

2.2.3 太阳能供电模块

该模块采用的是近些年发展起来的薄膜太阳能技术，薄膜太阳能电池可以使用在价格低廉的玻璃、塑料、陶瓷、石墨，金属片等不同材料当基板来制造，形成可产生电压的薄膜厚度仅需数 μm ，目前转换效率最高以可达 13%。薄膜电池太阳电池除了平面之外，也因为具有可挠性可以制作成非平面构造使得其可以利用于隐形眼镜当中。

2.2.4 电路模块

电路模块主要包含对透镜的反馈调节电路和供电电路，反馈调节电路主要由对周围眼部肌肉的力学传感器和调节电路组成，能够根据眼部周围肌肉的变化来调节透镜变化以达到智能化的拍摄。供电电路则主要负责将薄膜太阳能电池所转化的太阳能作为微型照相机的电能输出。

2.3 外置手表装置部分

2.3.1 无线传输模块

外置手表装置的无线传输模块与隐形眼镜部分所使用的装置一致，主要使用蓝牙装置，蓝牙是取代数据电缆的短距离无线通信技术，可以支持物体与物体之间的通信，工作频段是全球开放的 2.4GHz 频段，可以同时进行数据和语音传输，传输速率可达到 10Mb / s，使得在其范围内的各种信息化设备都能实现无缝资源共享。

2.3.2 记忆存储模块

记忆存储模块主要由微小储存器组成，比如 micro sd 卡，由于其大小合适，且储容量大的特点，易于被装载在手表当中用于储存蓝牙所接收到的数据。

第三章 工作原理

3.1 装置各部分工作原理

3.1.1 微型相机成像原理

我所设想的隐形眼镜照相机是基于数码相机基础上的微型相机。

数码相机的核心是光电转换与数字信号处理。围绕这一核心。目前数码相机可以划分为单 CCD 单芯片 数码相机、单 CCD 多芯片数码相机;双 CCD 单芯片数码相机、双 CCD 多芯片数码相机. 以及 3CCD 单芯片数码相机和 3CCD 多芯片数码相机六大类。

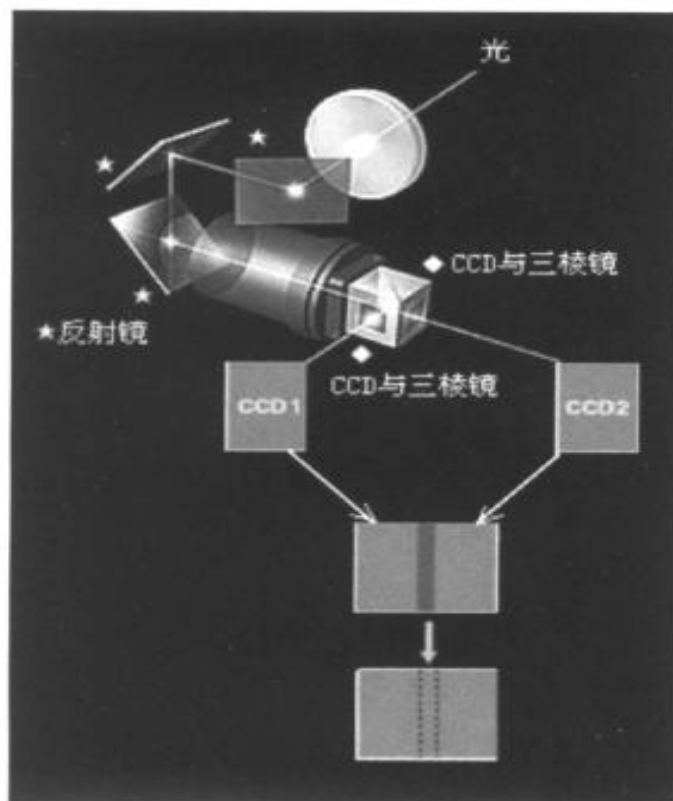


图3 Minolta图像缝合技术

图 3

首先，先简要介绍一下 CCD。CCD，英文全称：Charge-coupled Device，中文全称：电荷耦合元件。可以称为 CCD 图像传感器。CCD 是一种半导体器件，能够把光学影像转化为数字信号。CCD 上植入的微小光敏物质称作像素 (Pixel)。一块 CCD 上包含的像素数越多，其提供的画面分辨率也就越高。CCD 的作用就像胶片一样，但它是把图像像素转换成数字信号。CCD 上有许多排列整齐的电容，能感应光线，并将影像转变成数字信号。经由外部电路的控制，每个小电容能将其所带的电荷转给它相邻的电容。CCD 图像传感器可直接将光学信号转换为模拟电流信号，电流信号经过放大和模数转换，实现图像的获取、存储、传输、处理

和复现。其显著特点是：1. 体积小重量轻；2. 功耗小，工作电压低，抗冲击与震动，性能稳定，寿命长；3. 灵敏度高，噪声低，动态范围大；4. 响应速度快，有自扫描功能，图像畸变小，无残像；5. 应用超大规模集成电路工艺技术生产，像素集成度高，尺寸精确，商品化生产成本低。因此，许多采用光学方法测量外径的仪器，把 CCD 器件作为光电接收器。

在这里就不一一介绍这六种数码相机了。根据人的双眼成像特点，应选用较适宜的双 CCD 多芯片数码相机原理。

采用双 CCD 图像传感器的专业数码相机(如美能达 Dimage RD3000). 相机内的棱镜将图像分离成左右两部分，这两部分图像分别投射到各自的 CCD 上，然后这两幅图像通过 Minolta 图像缝合技术重新结合起来成为单张图像，如图 3 所示。

双 CCD 成像器通过电子缝合处理将两幅图像合成一幅最终的图像。合成图像以电子信号的形式输出到 A/D 变换器，该电流经 A/D 变换即形成一个二进制数字量该数字即对应一个像素点。实际中感光单元(即每个像素)数量通常大于照片像素点数量上百万像素点数字量的集合即构成了数字照片。接下来就是如何进一步处理、保存这些数字。首先送入具有信号处理能力的 DSP(数字信号处

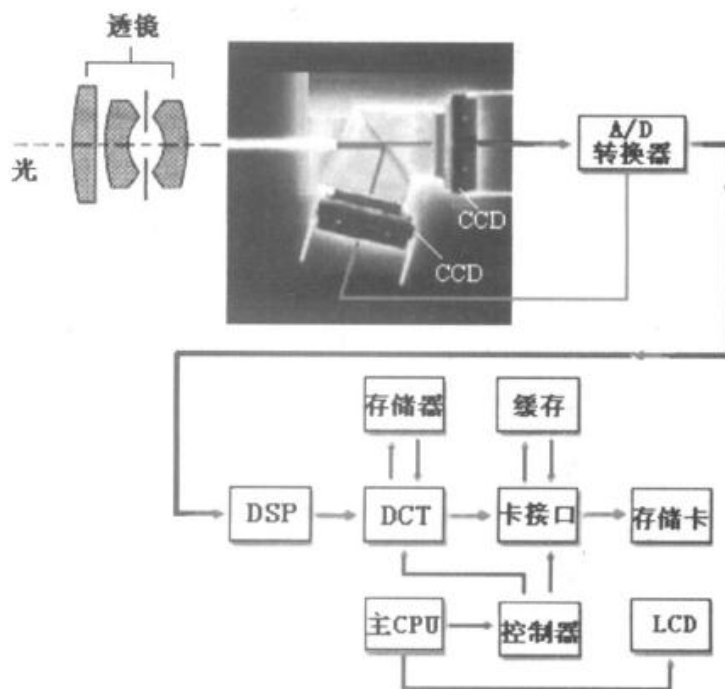


图4 双CCD多芯片数码相机原理

图 4

理器)。DSP 处理工作量很大一般都设计成专用的硬件‘然后信号进一步送给 DC 下(Discrete Cosine Transform)离散余弦变换编码器进行 JPEG 压缩;最后通过接口电路记录到位于最后一级的存储器如图 4 所示。

当然只有透镜和 CCD 感受图像部分保留在隐形眼镜中。之后的部分则安装在与隐形眼镜配套使用的便携式电子手表内部。

3.1.2 深度眨眼快门技术

用力眨眼较正常眨眼有很大的区别在于眼睑周围肌肉的猛烈收缩引起肌肉紧张。且周围肌肉对隐形眼镜外表面压力增大很多。因此在隐形眼镜中内置微型压力传感器,然后通过蓝牙信息传送与便捷式手表进行信息交换,瞬间启动手表中的 A/D 转换器,从而保存 CDD 所感触到的图像。

对于具体的微型压力传感器,具体见于电容式压力传感器(详见参考资料三)。

3.1.3 可变焦透镜

大部分单反相机进行光学变焦时,都需要移动改变镜片与镜片的距离但人的眼睛则不大一样。美国西北大学和伊利诺伊大学厄尔班分校的研人员研制出一种类似于人眼的相机,将具有变焦功能的单反相机同简单的拟人眼透镜完美结合在了一起。这种相机或许未来可以超越人类的眼睛,简单小巧却拥有变焦和拍摄功能。这种新型的相机被称为“眼球相机”,眼球结构而设计,由镜头和传感器阵列两个主要部分组成,镜头是一个覆着薄膜的透明玻璃,传感器阵列位于液态镜头的下方。通过将水注入各个件以改变镜头和传感器的形状带来 3.5 倍的光学变焦。为了能够得到清晰的图像,其内部的传感器阵列必须适时调整以适应镜头。这个传感组件是一组超薄硅二极管组成的,6X16 的阵列,通过极细的导线连接。整个阵列装配一个可伸缩的平面薄片基板上,当水从底盘下方的空间中被抽走

时,所产的负压使这些可伸缩的传感器向下拉具有平面传感器阵列不可比拟的优势。它具有更广的视域,同时整个设备更加简洁和紧凑。

因此,在我们的设计当中,加入了反馈电路对于透镜的调节,首先,我们通过对大部分人身体生理的研究当中不难得出眼睛周围肌肉组织的变化所对应的人眼球内部的晶状体的变化,因此在反馈电路的设计当中,我们可以使得每一种眼部周围肌肉的变化对应于我们透镜的变焦以及方向调节,借助于此,我们才能够达到真正的智能化拍照。

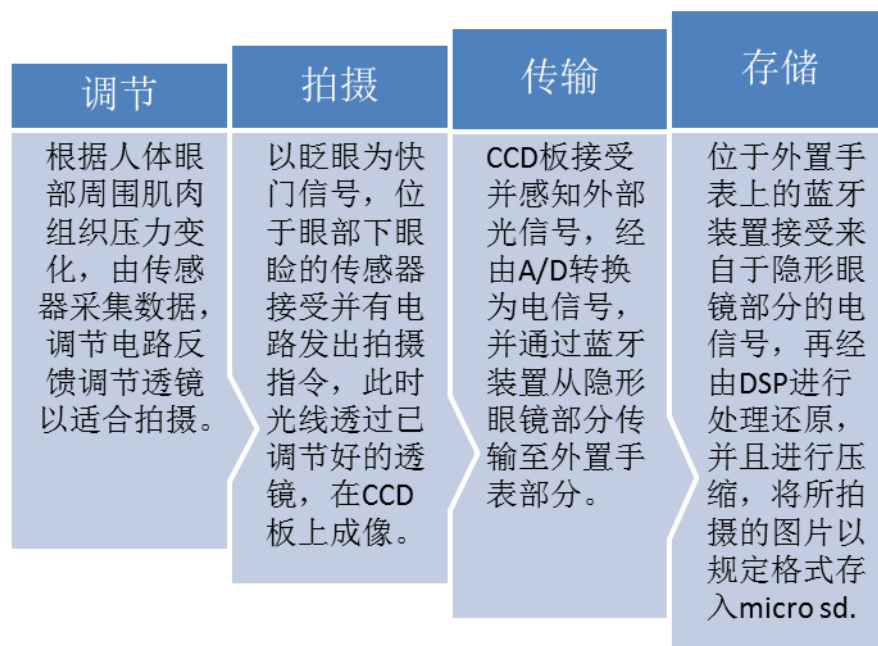
3.1.4 红外成像

CCD 器件由硅材料制成,对近红外比较敏感,光谱响应可延伸至 $1.0\mu\text{m}$ 左右。其响应峰值为绿光 (550nm),分布曲线如右图所示。夜间隐蔽监视时,可以用近红外灯照明,正常情况下人眼看不清环境情况,但在 CCD 感光后可在视网膜上便可以清晰成像。由于 CCD 传感器表面有一层吸收紫外的透明电极,所以 CCD 对紫外不敏感。彩色摄像机的成像单元上有红、绿、兰三色滤光条,所以彩色摄像机对红外、紫外均不敏感。

3.1.5 蓝牙传输信息原理

蓝牙是取代数据电缆的短距离无线通信技术,可以支持物体与物体之间的通信,工作频段是全球开放的 2.4GHz 频段,可以同时进行数据和语音传输,传输速率可达到 10Mb/s ,使得在其范围内的各种信息化设备都能实现无缝资源共享。蓝牙技术的应用被认为非常广泛而且极具潜力。它可以应用于无线设备(如 PDA,手机、智能电话、无绳电话)、图像处理设备(照相机、打印机、扫描仪)、安全产品(智能卡、身份识别、票据管理、安全检查)、消费娱乐(耳机、MP3、游戏)汽车产品(GPS, ABS、动力系统、安全气囊)、家用电器(电视机、电冰箱、电烤箱、微波炉、音响、录像机)、医疗健身、建筑、玩具等领域。

3.2 装置工作原理流程



第四章 作品评估

4.1 装置优点

1. 微型化，便携化，本装置仅有一副隐形眼睛及一块腕部装置组成，小巧且便于携带；
2. 智能化，本装置自带的反馈调节电路能够根据人体眼球晶状体的变化来实时调节透镜的变化，即可达到最智能的拍摄效果。
3. 普遍化，由于本装置无需繁复的操作，因此一旦成型，任何人都可以使用。

4.2 装置不足

1. 隐形眼镜 内部设施在工作过程中或产生热能，倘若微型化就要考虑热能是否直接会烧融电路以及对眼睛是否会有损伤。这里的缺陷可以通过特殊材质来改善，如热容大的导体。
2. 对于照相机对焦问题，由于隐形眼镜镜片内部空间有限，因此无法进行较大倍数的对焦。

3. 由于隐形眼睛较为脆弱，所以本装置易受外界影响。

4.3 未来发展

1. 最初对于微型相机的想法是采用感光流体分布在隐形眼镜内层，通过类似于胶卷照相机快门曝光感光进行采集视网膜图像。后因对于感光流体实在缺乏认识，且此项技术并未成熟而回归到数码相机原理，相信在科技发展迅速的今天，此项技术最终必然能够实现。

2. 云传输在现代已经成为一种趋势，在以后的发展过程当中完全可以不需要手腕处的类似手表的接受存储装置，取而代之的则是更大更自由的云端存储与分享装置。

3. 此项装置仅仅考虑了关于照相的可能，在以后的发展过程当中必然会像摄像，乃至利用人眼的 3D 拍照和摄像。

4.4 论文不足

1. 蓝牙实际上已经是相对成熟的一种信息传输技术手段了，但由于对此方面涉猎未深，并未能作出完整的搭建电路信息原理图，做以具体的信息传递说明。

2. 薄膜太阳能电池在现在已利用甚远，但此前从未有过用于眼球或者其它人体部位的先例，因此进行大胆假设和猜想利用太阳能充电。

3. 由于时间较为紧迫，创作过程当中未能透彻的学习理解论文当中所涉及的各方面知识，相信在个人基础知识更加完备以后，能够给出更加具体而且可行性更强的方案。

第五章 结束语

隐形眼镜照相机目前只是一个概念，虽然在谍战特工片也有过出现，但真正要实现却需要眼部医学进一步发达，以及传感器，蓝牙信息传输器，或者云端共享的进一步发展。在微型化，便携化，智能化的道路上，我们本就从未停过脚步。若使得隐形眼镜照相机功能进一步完善，结构各部分更进一步融合与联系紧密，相信在不久的将来会实现。由此展望，若视觉能够得到同步传递，听觉、嗅觉、触觉同理会通过更多的科学技术，甚至直接深入人体内部的神经反应将信息直接进行传输与交流。想到那时，朋友出国游玩，自己闭不出户却可以拥有相同的感



图 5 科幻片中的隐形眼镜照相机概念机

受，想必是非常新奇的感受。但弊端也很危险，这将又称为对人类隐私的一大挑战。

参考文献

[1]Leeble John Rogers,Yonggang Huang 《The Eyeball Camera Can Zoom》2011 年。

[2]张承亮(1981-), 马炳和(1972-), 《具有空间连续行为的微型压力传感器系统级建模》 2006 年

[3]谢晓,《基于蓝牙无线局域网的文件传输系统的研究与设计》, 北京理工大学软件工程研究生论文, 2007 年 05 月 25 日

[4]百度文库 《关于“蓝牙传输及其原理”》

[5]百度文库 《关于“CCD”简介及其工作原理》

[6]刘远航, 刘文开, 《数码相机原理简论》, 摘自《影像教室》, 2002 年 7 月 27 期

[7]蔡毅, 潘顺臣, 《红外技术在未来军事技术中的地位和作用》, 摘自《红外技术》, 1999 年 5 月, 第 21 卷, 第 3 期

[8]涂淞, 岳云天, 郁滨, 《基于 BlueCore 蓝牙芯片的 USB 和 UART 接口的设计与实现》, 摘自《电子技术》2003 年第 7 期

[9]侯雨石, 陈永飞, 何玉青, 张忠廉, 《数码相机原理与系统设计研究》, 摘自《光学技术》2002 年 9 月, 第 28 卷, 第 5 期

[10]骆媛, 王岭雪, 金伟其, 赵源萌, 张长兴, 李家琨, 《微光(可见光)/红外彩色夜视技术处理算法及系统进展》, 摘自《红外技术》2010 年 6 月, 第 32 卷, 第 6 期