

编号: (75)008

内 部

出国参观考察报告

第六届光电成像器件会议
及英国像增强器技术

TA/10

科学技术文献出版社

出国参观考察报告
第六届光电成像器件会议
及英国像增强器技术
(内部发行)

编辑者：中国科学技术情报研究所
出版者：科学技术文献出版社
印刷者：中国科学技术情报研究所印刷厂
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

开本 $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{16}$ 3.75印张 96千字

统一书号：15176·86 定价：0.30元
1976年2月出版

毛主席語录

古为今用，洋为中用。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

第六届光电成像器件会议 及英国像增强器技术

光电成像器件小组

第六届光电成像器件会议，于一九七四年九月九日至十三日在英国伦敦帝国理工学院召开。共有十八个国家264人参加了会议。我国应本届会议主持人的邀请，派出三位同志参加了会议，并在会后，对英国有关像增强器技术进行了考察。现就我们了解到的有关光电成像器件技术的情况，综合报告于下。由于考察的时间较短，且受保密的限制，了解的情况不够深入全面，加之，我们水平有限，报告中有错误和不当之处，请批评指正。

目 录

(一) 第六届光电成象器件会议

- 一、会议上宣读论文的情况 (1)
- 二、论文摘要 (3)

(二) 英国象增强器技术参观纪要

- 一、夜视仪器 (25)
- 二、光阴极 (27)
- 三、萤光屏 (32)
- 四、近贴聚焦像增强器 (35)
- 五、磁聚焦像增强器 (36)
- 六、电子光学 (42)
- 七、表面物理技术 (46)
- 八、测试 (50)
- 九、像管用于高速摄影 (55)

(一) 第六届光电成像器件会议

一、会议上宣读论文的情况

本届光电成像器件会议上共宣读了论文87篇，我们已将全部论文摘要译出，供有关同志参考。

会上所宣读的论文，按其内容可分类如下：

1) 像增强器	3 篇
2) 光阴极	7 篇
3) 摄像管	17篇
4) 硅二极管阵列与光子计数系统	10篇
5) 微通道板	6 篇
6) 电子光学	6 篇
7) 高速摄影	4 篇
8) 像质评定	11篇
9) 光电成像器件在天文学上的应用	18篇
10) 像增强器的其它应用	5 篇

总的来讲，会议上宣读的论文很少涉及工艺和关键技术，较偏重于实验研究和在天文学上的应用。像增强器技术的最新成就有的并没有拿出来，或者稍为提一下，起宣传产品的作用。但是，从整个情况看来，与我国当前正在研制的内容与考虑发展的研究工作还是对口的。通过所提出的论文，我们还是可以了解各国有关光电成像器件的发展动向和水平，一些文章对我们也有一定的参考价值。现对会议所宣读的论文，扼要评述如下：

1. 不少国家都比较重视基础理论的研究，有专门的研究基地和从事研究工作的人员。一些大公司和研究实验室都配有较好的设备，如超高真空设备，自动化电子设备（电子计算机，控制和调节装置），扫描电子显微镜等。在研究方法上都注意使用现代技术成果，如钨封技术、外延生长技术、俄歇电子能谱技术等，这对于进一步发展光电成像器件的理论后方有很大的作用。

2. 一些国家近年来开展近贴聚焦象增强器的研究工作，这是一种双平面电极的近贴式的结构，较之目前通常所说的第一代象增强器，一是结构简单，横向尺寸小，二是无畸变。以英国电子管公司为例，近贴聚焦象管已基本上接近第一代静电聚焦象管的水平：阴极 S-25，灵敏度500微安/流明；增益50×；鉴别率50线对/毫米；工作电压10千伏。而且按照第一代象增强器的标准进行系列化，并试用于微光夜视、高速摄影系统中。

此外，美国在会议上也报导了灵敏度达到300微安/流明的 GaAs 光阴极的近贴聚焦型象增强器。

3. 美、法等国正在从不同方面开展低噪声微通道象增强器的工作，以期改善低于星光照度下的观察效果。

美国陆军夜视实验室在第二代微通道象增强器中应用了负电子亲和力阴极，以改善近红

外区的光谱灵敏度。此外,还试验了在微通道板的通道中蒸上高的二次电子发射的材料,例如 MgO 、 MgF_2 、 KBr 和 CsI 等,其噪声因数可由通常的1.8~2.0下降到1.25。特别是 MgO 涂层,它可以在800电子伏特下得到二次电子发射系数为5~6,降低反馈,提高寿命,从而改善观察效果。

法国电子物理实验室则致力于弯曲通道的研究。试验表明,弯曲通道可以克服离子反馈。例如,当弯曲通道的通道直径为40微米,长径比为80,其电子增益可达 3×10^6 而无离子噪声。这种弯曲通道的第二代象增强器将使背景噪声得到改善,提高阴极寿命,改进总体性能,是值得注意的。

4. 有关研究光阴极的文章并不多,其中有一篇文章探讨剩余气体对三碱光阴极的影响可供参考。作者指出,如果光阴极的红灵敏度在三年内的衰减不超过3%,则三碱光阴极的活性气体的压力或许要小于 10^{-15} 托。

法国电子物理实验室在会上介绍有关Ⅲ-V族反射式(GaAs 基底上生长 GaInAs 层)和透射式(GaP 基底上生长 GaInAs 和 GaInP 层)两种阴极。所用的方法是汽相外延,波长阈达1.1微米。但水平并不高,其试验的 $(\text{Ga}_y\text{In})_1\text{As}$ 反射式光阴极的灵敏度最高为850微安/流明;而在管内下降到仅500微安/流明。从会上所宣读的论文可以看出,负电子亲和力Ⅲ-V族阴极已逐渐试用于近贴聚焦像管,饼状微通道像增强器中。

5. 摄像管的研究工作,会上报导很多。几乎由X射线、紫外、微光直到红外热成像各种类型摄像管。内容涉及靶面研究、电子枪以及结构工艺的改进等。例如,研究用多层结构 $\text{CdS-CdTe-As}_2\text{Se}_3$ 的异质结靶的光导摄像管,其靶面灵敏度可达500微安/流明,有高的响应速度,只有3%的滞后,低的暗流;而其光谱响应在500~800毫微米之间,几乎是均匀的灵敏度;在图像中心,其极限鉴别率可达600对电视线。而用 GaAs 单晶作为靶面材料的管子,比通常的硅靶摄像管有较高的鉴别率和较低的惯性,并具有漏电流低、信号衰减时间短、结构简单的优点。

在红外热成像方面,有波长阈达1.6微米的 Ag_2S 近红外摄像管,以及波段范围在1~5微米的大型二维肖特基列阵的热成像系统。采用T. G. S (Triglycine Sulphate)作为敏感层的热电摄像管,可在8~14微米波段工作;它可发现当温度差别大于 1°C 的景物,其在靶面上的空间鉴别率为3线对/毫米。

此外,用负电子亲和力 GaAsP 冷阴极作为摄像管的电子枪,较之普通的光导摄像管,具有更窄的电子能量扩散,并改善了摄像管的动态范围,瞬间接通特性,以及具有功率消耗低、降低电子束噪声等优点。

6. 应用硅二极管列阵进行光电子探测,近年来有不少的进展。数字计数管(Digicon)已由三年前的40道,发展成1024道的自扫描二极管列阵。此外,在实际的光谱记录象增强器中,云母窗后的核乳胶已被硅二极管列阵所取代,以便对微弱光子流产生数字响应,然后通过预放大器探测,进一步放大后,在计算机中进行记录。

在此基础上,目前以电子轰击方式,利用电荷耦合器件(CCD)成象的试验正在进行中。电荷耦合器件作为所谓第四代象增强器是值得引起重视的。

7. 直接观察成象系统目前正扩展到彩色微光夜视。荷兰奥得·台尔夫特公司,在本届会议上报导了夜视用的彩色象增强器系统。它是把同一景物的两个像通过像增强器系统,成象的“红”光子直接投射到一半的光阴极上,而其它光子则投射到另一半光阴极上,输出萤光屏的显示通过红和绿的滤光片而形成相应的两种颜色,其像通过分光稜镜、目镜叠加,而形

成两色的彩色像,较之黑白像有更好的对比度。这是一种新的尝试。

8. 关于器件的像质评定,一些国家正在探讨鉴定夜视器件像质的标准。例如,美国国家标准局建议光电成像系统的像质评定需包括:对比传递函数、畸变、光引起背景、光等效背景、闪烁和光晕等定量评价。

此外,美英法等国很重视开展像增强器噪声的测量,以及探测量子效率(DQE)的研究工作。一些文章认为,与调制传递函数(MTF)作为象质综合评价的主要参量一样,DQE也是评定成像质量的重要参数。而且,研究工作已把探测量子效率的概念引伸到包括它与空间频率的依从关系;确定在不同噪声限制条件下,探测量子效率与调制传递函数的关系。

9. 在电子光学的研究上,当前,数值计算工作已由静电系统扩展到磁聚焦电子透镜;同时,实验电子光学的工作亦有进展。特别是关于像管非对称性像散的研究,它利用“可拆卸型像管”研究由于圆柱形电极的准椭圆变形、电极的轴向微扰,以及由于阳极外形的不规则所引起的非对称像散,从而对于各种微扰进行像散分析。这对于像管电极系统的加工与装配具有意义。

此外,关于倾斜型变像管即不透明光阴极的电子透镜的设计,以及“无电极”电子光学系统的研究亦有一定参考价值。

10. 从会议报导,钨封技术使用非常普遍。在S-25阴极或GaAs阴极的贴近聚焦像管、饼状微通道像管以及磁聚焦光谱记录像增强器中,都采用了钨封技术。因之,“阴极移置系统”的论文有一定参考价值。

值得注意的是,表面物理的研究工作正在开展中。例如,在研究负电子亲和力GaInAs光阴极时,在清洁处理和激活过程的以前和同时,都采用AES(Auger Electron Spectroscopy——俄歇电子能谱学)和LEED(Low Energy Electron Diffraction——低能电子衍射)技术来研究阴极的表面。此外,对于微通道板的玻璃表面的成分和二次电子发射的分析,其1毫微米深到200毫微米深的表面区域的化学成分,也采用AES和氩离子侵蚀技术进行研究。

二、论 文 摘 要

1. 像增强器

1) 贴近聚焦像增强器的研制

作者: B.R.C.Garfield, R.J.F.Wilson, J.H.Goodson, D.J.Butler (英国)

在贴近聚焦像增强器中,平面光阴极与平面萤光屏之间的距离约1~2毫米,自光阴极逸出的光电子,在强场作用下,通过狭窄的间隙,直接传递到屏上成像。与通常的倒像管相比,贴近聚焦二极管具有两个重要特点:一是管子外形尺寸小,二是图像完全无畸变。

本文叙述了适用于微光观察的贴近聚焦二极管的研制工作。管子采用金属陶瓷铜焊结构,具有平面玻璃或纤维光学输入输出窗。已制成图像直径为18、25、40、75毫米四种规格,其水平如下:光阴极S-25,灵敏度500微安/流明,萤光屏P20,鉴别率50线对/毫米,等效背景输入照度0.2微勒克司,增益大于50。

文中还给出了管子的对比传递函数、增益、等效背景输入噪声和光谱响应等测量结果,并介绍了贴近聚焦像增强器在微光直接观察系统及电视摄像系统中的应用。

2) 印度 Bhabha 原子研究中心光电器件的研制及有关的研究工作

作者: G. K. Bhide (印度)

本文报导了在印度 Bhabha 原子研究中心内所进行的光电器件的研制以及有关的研究工作。

文中介绍了一种称为“喷涂技术”(Spray technique)制备多碱光阴极的新工艺,并略述了所制作阴极的特性;测量了暴露在正常实验室气氛下CsI薄膜的二次发射率,叙述了工作直径约40毫米、S-20光阴极的试验型贴近聚焦像管的特性;最后给出了在某一电极形状下,静电聚焦二极管离轴鉴别率的实验数据,并讨论了其特殊应用。

3) GaAs 光阴极贴近聚焦像增强器。

作者: B. R. Holeman, P. C. Conder, D. J. Skingsley (美国)

为了探索在象增强器中应用GaAs光阴极工艺,美国服务电子学研究实验室设计制造了贴近聚焦象增强器的样管。在研制中,选择采用冷钎封的真空组装工艺,真空室及管子都必须符合制备GaAs光阴极的特殊要求:系统能经得起970°C,真空度 10^{-10} 托。实际上,工作真空度须高于光阴极制作时正常的真空度;并且,GaAs光阴极在激活前须直接在真空中加热到约600°C。

本文叙述了GaAs光阴极贴近聚焦象增强器的设计、制造与真空工艺。特别介绍了光电灵敏度超过300微安/流明的GaAs光阴极的可靠和均匀的激活工艺,并给出了在实验室中这些管子中应用的若干初步结果。

2. 光阴极

1) 残余气体与三碱光阴极的稳定性

作者: D. McMullan, J. R. Powell (英国)

本文研究了在天文学上应用的可拆卸电子记录像增强器三碱光阴极的衰减问题。作者通过文献资料的分析得出结论是:若要红光灵敏度的衰减在三年内不超过10%,则三碱光阴极活性气体的压力,或许要低到 10^{-15} 托。

文中给出了S-9和S-20光阴极暴露于已知气体(如氧、水蒸汽、二氧化碳等)的压力下的衰减的测量结果,进一步证实了上述关于需要非常低的压力的结论。此外,还介绍了为保证必要的真空密封性所采取的检漏方法等。

2) SbCs₃光阴极量子效率与厚度和入射角的关系

作者: W. Greschat, P. Romer (西德)

本文作者制作了一种光电管,它可用来测量几乎在360°范围内光阴极光电流、光的透射和反射与入射角之间的依赖关系。特别是,在全反射下进行测量是可能的。

根据电子的激发与局部电场强度的平方成比例,以及电子逸出到真空的几率随深度减少的模型所计算的光电流值与实际测量结果进行比较。文中列出几种阴极样品的计算值和实际测量值,表明具有足够好的一致性,因此可以用来计算任意厚度和角度下的阴极灵敏度。利用这些计算,可对接近法向入射下平面玻璃上的光阴极,以及具有角立方体反射器列阵的阴极,优选阴极的厚度。利用三次全反射,阴极灵敏度得到显著的提高,特别是向长波延伸。

如果以CsI代替玻璃作为阴极衬底材料,则因CsI衬底折射率较高,计算得到的灵敏度随厚度和角度的变化很微弱。但是,实验中发现有较大的差别。作者打算用上述模型进一步发展来解释这个现象。此外,在CsI上可制造比在玻璃上更薄的阴极,并具有高的灵敏度。这个结果可用在角立方体结构中以获得更高的灵敏度。

3) 简单的阴极移置系统

作者: C. F. Van Huyssteen (南非)

本文介绍了一种小而简单的阴极移置系统,它全部是用标准真空元件来组装的。用这种系统试验制作了两种类型的像管:贴近聚焦像管和所谓“无电极”像管。所制备的光阴极,灵敏度可达350微安/流明,并成功地采用了钨封技术。全部操作过程,包括整夜排气,约24小时,故可按每日一管的程序操作。

4) 强电场对光阴极的影响

作者: J. A. Cochrane, R. F. Thumwood (英国)

当光阴极表面上存在强电场时,则会降低半导体发射体的位垒,导致发射电流的增加。这个问题在贴近聚焦像增强器中要特别注意。因为这种管子光阴极与萤光屏之间的距离只有1~2毫米,工作电压为8~10千伏。

本文叙述了贴近聚焦下强电场对光阴极的影响。试验管是一个普通光电管型的泡壳,碱金属源置于管内。利用管泡内表面的光阴极与可移动的阳极,研究了强电场对S-20红延伸光阴极光谱响应以及暗发射的影响;特别注意考察了贴近聚焦像增强器屏上出现亮点的情况。

5) 电场控制的光电子发射

作者: R. Florentin Nielsen (丹麦)

本文作者设计了一种光电管。当它被准单色光源照射时,自光阴极发射的光电子的能量分布,可通过统计克服控制栅所产生的可变位垒的电子数来获得。这种试验光电管已用来推算实验室光源的光谱组成,以及天文分光光度测定上。

对于光电子发射,作者观察到一种效应,它有点类似于热电子发射的肖特基效应。在一般基于光电发射元件的精密光度测定上,要注意这个效应。

文中还介绍了像探测器的原理,它采用上述位垒方法来记录光电子的能谱,给出了取名为“光电子能谱摄谱仪”那样的装置的工作特性,并讨论了它在天文学上的可能应用。

6) 负电子亲和力GaInAs光阴极的应用

作者: C. Piaget, R. Polaert, J. C. Richard (法国)

法国电子物理实验室研究了负电子亲和力反射式和透射式光阴极。反射式光阴极是在Ga-As衬底上生长GaInAs层;透射式光阴极是在GaP衬底上生长GaInP层和GaInAs层。在所有的情况下,GaInAs活性层是用汽相外延生长的。用In的浓度来控制禁带宽度和长波阈。试验了In的两种不同的浓度,得到的波长阈为1微米和1.1微米。

本文简要介绍了制备工艺。激活前,在超高真空条件下进行清洁处理,加热到约600°C,随后进行铯氧激活。此外,在清洁处理,激活过程以前及同时,用俄歇电子能谱技术(AES)和低能电子衍射技术(LEED)研究其表面状态。

文中着重叙述了反射式光阴极;所制成的反射式阴极,其铯氧比为1.8:1.1,灵敏度在系统内为800微安/流明,制成管子则下降为500微安/流明,鉴别率约15线对/毫米。

7) 负电子亲和力硅的热电子发射

作者: J. R. Howorth, R. Holtom, C. J. R. Sheppard, E. W. L. Traway (英国)

本文研究了硅负电子亲和力表面的热电子发射,得到如下结果:暗电流取决于表面的激活状态,其值在 10^{-11} ~ 10^{-3} 安培/厘米²的范围内;这些值与在封离管测得的值相符合。作者认为,暗电流是从相当于产生电子的陷阱的表面态上发生的,由氧化过程中暗电流的变化,可估算表面态的密度。

3. 摄像管

1) SEC靶的光度再现性与统计性能

作者: Paul Zucchini (美国)

用于天文学上SEC摄像管的研制和应用中, 光度稳定性以及与光子限制噪声性能一致的程度是亟须考虑的。本文报导并讨论了大幅面、高分辨率SEC摄像管的SEC靶的光度再现性和噪声性能, 给出了实验室试验与计算机测量的结果。

2) 三硫化锑异质结光导摄像管的结构

作者: C. R. Wronski, A. D. Cope (美国)

本文报告了关于蒸发的 Sb_2S_3 层的电接触和光电导性质, 并应用 Sb_2S_3 异质结结构作为光导摄像管靶。作者发现, 电子由低速电子束注入 Sb_2S_3 层, 与由蒸发的金属电极极为相似。注入是有限制的发射, 它与场的关系可用金属-绝缘体位垒接触的肖特基模型来表示。尽管如此, 这种靶的光导摄像管特性仍与 Sb_2S_3 光导摄像管相同; 后者的灵敏度随着所加的电压而改变, 也随着光电流与照射的强度之间非线性关系而变化。由电子束注入可能被在扫描表面处所形成的适当的异质结减少, 文中给出并讨论了它们对性能的影响。它说明, 可变灵敏度以及光电流随照射强度变化的关系并不需欧姆接触, 但取决于自由载流子的体光电过程及其跨越光电导体的传输。在材料电阻率上没有施加特有的限制, 但灵敏度决定于双载流子的寿命。

3) 用于电视摄像管的一种均匀 $\text{CdS-CdTe-As}_2\text{Te}_3$ 异质结靶

作者: M. Nogami, S. Okamoto, R. Nishida (日本)

本文研制了一种均匀的多层结构作为电视摄像管的靶。由n型高阻片状 CdS 单晶、p型 CdTe 薄膜和 As_2Se_3 薄膜所组成的均匀的多层异质结结构与管子面板之间, 还间隔着透明导电膜 SnO_2 和 Al 膜。当光学图像投射在靶面上, 在 CdS 和 CdTe 层中被吸收, 产生自由载流子。 CdS 中的空穴被界面上强大的内场所加速, 积累在 CdTe 层中, 没有严重的横向扩散。当加上偏压后, 被积累的空穴便注入到 As_2Se_3 中, 形成正电荷分布, 这就是光学图像的再现。由于在 As_2Se_3 中载流子的迁移率很低, 在用低速电子束阅读扫描靶面时, 正电荷在一帧的时间内, 保持相同的密度分布。

用这种异质结靶制作的试验管具有高的灵敏度和鉴别率: 灵敏度500微安/流明, 电视画面中央的鉴别率为600电视线; 高的响应速度; 只有3%的滞后; 低的暗流; 光传递特性的灰度系数接近于1; 光谱响应自500到800毫微米的波长范围内, 具有相当均匀的灵敏度。

作者指出, CdS 晶体的缺陷会在画面上产生一些条纹, 但它可以通过改善晶体生长技术和表面抛光工艺进行消除。

4) 蒸发法和喷涂法制备异质结光导摄像管靶的 CdSe 膜层的若干性质

作者: M. Jedlička, R. Ladman, D. Ležal, O. Vitovsky (捷克)

本文作者试验了用蒸发法和喷涂法在 CdSe 玻璃型异质结光导摄像管靶上制备 CdSe 层。膜层性质的研究, 采用下列技术和测量方法: X射线结构分析; X射线光谱分析; 应用扫描电子显微镜和X射线微型探针进行表面研究, 光学性质与霍尔(Hall)效应的进一步测量。文中给出了测量结果并讨论了这两种制备方法对靶的特性的影响。

5) 负电子亲和力 GaAsP 冷阴极硅光导摄像管

作者: H. R. Howorth, R. K. Surridge, I. Palmer (英国)

如果表面功函数降低到P型表面区的导带以下, 则当加上正向偏压时, GaAsP 的p-n结

就发射电子。本文叙述了在硅光导摄像管中, GaAsP负电子亲和力冷阴极电子枪的设计。这种新型的电子枪, 它没有限制孔径或电子束交叉, 并能竭力在电子束中维持窄的能量分布。它所产生的电子束比一般的光导摄像管的电子枪具有更窄的电子能量扩散。一般的电子枪测得的约4000 °K的电子束温度也许可与冷阴极电子枪接近300 °K的电子束温度相比较。

文中还讨论了冷阴极电子枪的其它优点, 其中有: 摄像管动态范围的改善, 瞬间接通特性, 功率消耗低以及电子束噪声的降低等。

6) 小型高精度静电电视摄像管

作者: W. M. Van Alphen (荷兰)

本文报告了飞利浦研究实验室在聚焦和偏转复合的静电电视摄像管方面研究工作的某些新进展。文中的主要思想是: 将具有复杂电极结构的高精度的管子进一步现实化。

作者研究了一种小型管, 长115毫米, 直径16毫米, 准备用在彩色电视摄像机上。问题是要制造三只相同的管子, 在各管对应的电极加上相同的电压下, 在不用任何各别的电气校准, 能用管子的机械调节来将信号配准。这在一般方法制作的管子中是不可能实现的。为此, 研究了一种新的管子工艺, 其薄膜电极是直接沉积在管子壳体的玻壁上。采用照相和蚀蚀的方法, 可得到所希望的高的几何精度。本方法的工艺结果是: 这些管子的玻管制作和加工的高精度, 以及真空密封馈电可靠, 故不会干扰聚焦和偏转电场。

此新工艺制作了若干试验管, 并测量了其性能, 结果如下: ①所测得的调制深度与预期值较为一致; ②如果使用的扫描面积为 7.6×5.7 平方毫米, 则串联传动下, 管子的配准误差能保持在15微米以下。

7) 边缘探测系统

作者: S. Hasegawa, Y. Kaneko (日本)

本文叙述应用飞点扫描装置的边缘探测系统。

图面上点的亮度梯度正比于以该点为中心的小圆上最大和最小灰度之差。进行摆动扫描(小圆周快速圆周运动叠加在正态水平直线运动上)图面, 并测量圆周运动频率处合成视频信号的振幅调制度, 便能得到图面的灰度。

作者研制了一种图像边缘显示系统, 它采用摆动扫描的飞点扫描装置和标准扫描电视监控器, 并讨论了装置的设计和性能。

此外, 采用上述边缘摄像装置, 与带有比较电路和彩色电视监控器一起, 研制了彩色图案显示系统。这个系统可直接观察变成彩色图样的边缘锐度。文中给出了处理胸部萤光图像摄底片的结果, 表明具有清晰的稜边的肋条的边缘显示蓝色, 而具有稍微倾斜的梯度的癌看来是红色。

8) 电子束读出技术

作者: R. E. Rutherford, Jr (美国)

本文叙述了用扫描电子束读出真空中表面电位分布的一种新方法。设计方案系采用新型的静电电子光学系统, 来获得高鉴别率和几何逼真度。扫描束自靶面产生二次发射, 然后被收集以及进行能量分析。本方法的一个有用的特点, 是取消了栅网或其它电子束遮断电极, 来获得正常的着屏(Landing)条件。

9) 具有铍窗的大直径X射线光导摄像管

作者: Y. Suzuki, K. Uchiyama, M. Ito (日本)

在X射线系统中,对于大物体的成像,需要一个大直径的X射线光导摄像管。本文作者制作了5吋直径的X射线光导摄像管,PbO光导层制作在与管子用钽封接的1毫米厚的铍面板上。文中给出了5吋管子的性能:其信号电流较1吋管子大20倍;至于滞后特性,在入射辐射去除后50毫秒,信号电流为其初始值的35%;分辨率为800电视线,寿命为1500小时。

这种新管子的优点是:响应可延伸到软X射线波段,鉴别率改善,扫描面积增大,并可比1吋管子提供更宽的观察范围。

10) 积累式紫外敏感摄像管

作者: Y. Beauvais (法国)

作者设计了一种空间天文学用的紫外敏感摄像管,它能在几分钟的积累时间和慢速扫描下工作,鉴别率优于400电视线,图像的几何性能好。

管子是一种像增强器-光导摄像管,像增强器是专门设计用在近紫外和远紫外成像。碲化铯和碘化铯光阴极沉积在高透率的氟化镁窗口上,它可在100~300毫微米之间进行高灵敏度成像。光导摄像管是带有纤维光学的高质量管子。

文中叙述了管子的主要特性,包括管子的设计、装配和测试等技术问题。在积累时间长达10分钟以后,可以得到好的图像鉴别率和很低的暗电流;可以探测和分析具有动态范围优于100、灰度系数为1的微弱的图像。

11) “国际紫外探险者”卫星的探测器的特性

作者: K. R. G. Allen, B. E. Anderson, A. Boksenberg, M. B. Oliver (英国)

“国际紫外探险者”卫星所试验的探测器系统是由SEC摄像管与具有Cs-Te光阴极和MgF₂窗口的贴近聚焦波长变换管相耦合所组成。SEC摄像管是美国西屋公司WL30893管的改进型。改进包括:增加了靶的容量,取消了抑制栅网以及提高了适应空间使用的性能。采用具有分别擦除、曝光和阅读阶段序列方式工作。读出是“数字”的,它包括以不连续步进移动阅读扫描束和短时间启动。

本文叙述了该探测器系统的发展、电气和机械性能,以及在“国际紫外探险者”卫星上紫外天文学应用中所遇到的问题。

12) 光学扫描SEC器件的工作特性

作者: A. Choudry (美国), G. W. Goetze (西德)

作者在上届会议所报导的SEC器件的基础上,研制了一种具有积分光学扫描器的成像系统。成像过程分三步:①注入(Priming);②记录;③读出。实验结果指出,最佳注入是发生在30~35伏时。对于记录,可采用2千伏的电压产生每厘米10千伏的电场,便得到约为100的最大增益。应用高达二小时的积分时间以研究场发射和暗电流的影响。在所有的工作条件下,暗电流不大于1微微安。读出是由采用两个反射镜将激光光点偏转到光栅来实现;因之,可得到的最大扫描速度为100赫。信号被具有电流上升时间数字为 10^{-15} 安-赫的微分电流预放大器所放大,由具有带宽~7兆位/秒的快速模拟-数字变换器,将放大的模拟输出变换成6位的数字信号。数字输出由联用的PDP-9系统处理,以计算点扩散函数和调制传递函数。

文中讨论了在各种不同的阅读电压和扫描速度下的试验结果。此外,也讨论了该系统作为快速循环气泡室读出装置的可能应用。

13) 碲化镱靶的电视摄像管

作者: H. Rougeot (法国)

本文报导了具有砷化镓单晶靶作为像敏感元件的光导摄像管型电视摄像管。选择GaAs作为靶材料的理由是：漏电流低，信号衰减时间短，靶的结构简单和鉴别率高。在靶对着电子枪的那一端，是一个均匀的肖特基位垒，并无任何镶嵌结构，而是在GaAs表面上沉积上一种电阻性电子热化层（Electron thermalising layer）。GaAs的高吸收系数要求在靶的照明表面上，不应有残余的盲层；作者叙述了解决此问题的方法。

文中讨论了有关漏电流和灵敏度的理论极限，并与试验所得到的性能相比较。短的信号衰减时间的获得取决于掺杂水平，它应在每立方厘米 10^{15} 以下。

GaAs均匀的肖特基位垒层，可与微光电视摄像管中光阴极联合使用，也能当作EBIC方式硅p-n结镶嵌件工作。其主要优点是具有比硅靶较高的鉴别率和较低的滞后。

14) 坚固的真空热电摄像管用的热电材料

作者：R. Watton, G. R. Jones, C. Smith (英国)

本文报导在8~14微米波段上热成像的热电摄像管的研制。管子采用T. G. S作为敏感层，对空间频率相应靶上每毫米3对线的景物，可能分辨的温度差低于1℃。但是，T. G. S并不是符合真空要求的材料，因为一些气体会从其表面放出，特别是水蒸汽，是于阴极有害的。

文中评述其它合适的热电材料，这些材料能在严格的真空条件下工作，而其基底电流由信号板偏压来调节。这样，这类材料能克服TGS管子的不理想的工作特性，在标准摄像机中为光导摄像管提供一个直接的替代的管子。

15) Ag_2S 靶的近红外摄像管的研究

作者：H. Roehrig, S. Mardix, S. Nudelman (美国)

本文初步探索了 Ag_2S 作为光导型摄像管的敏感层的应用。从可拆卸的光导摄像管中得到的数据，表明 Ag_2S 是一种用来作长达1.6微米近红外区成像的潜在候选材料。尽管材料的电阻率较低，只有 10^7 欧姆·厘米，但响应却是很好的。其工作特性彷彿表明，有一与若干电荷存储的导电效应。通常，冷却的靶比不冷却的靶有较好的响应，测得的最高响应在1.12微米波长处为 $5 \times 10^{-4} \frac{\text{微安}}{\text{微瓦}}$ /平方厘米，空间分辨率优于9线对/毫米。

16) 硅肖特基位垒单片红外电视焦面

作者：F. D. Shepherd, Jr (美国)

本文叙述了在1—5微米频谱波段内热成像的大型二维硅肖特基二极管阵列。此二极管阵列构成红外电视摄像机的网膜，它可在近100°K的温度下工作，并可用电子束或固态寻访进行读出。网膜的每一单元是金属-硅肖特基结，它像一个浮动的光电容器进行工作，并在视频帧之初用回授偏压以预先装定。通过从金属来的多数载流子的内光电发射完成感觉，通过结放电完成信号积累。

此技术具有若干优点：因为感觉层的厚度小于500 Å，故光学串音被消除了；网膜时间常数可设计得与响应无关；网膜可用标准单片生产工艺和标准生产硅片工艺进行制造；光响应与少数载流子的寿命以及半导体的掺杂无关。

文中还导出了背景光响应，对比度和灵敏度的关系式，并给出了最近的实验结果。

17) 热电摄像管鉴别率的热扩散限制

作者：A. L. Harmer, W. M. Wreathall (英国)

热电摄像管是一种具有热电靶的光导摄像管，它能把热像变为电视图像。靶是TGS的

单晶薄片, 切成使热电轴垂直于薄片的平面。曾测量了薄片平面热扩散的各向异性的性质, 它们与X和Z结晶轴有关。

作者认为, 在高的空间频率下, 图像的热扩散的速率限制了管子的性能。曾经用可变空间频率的标准条纹测试图案, 测量了调制传递函数, 作为全景以及调制方式工作下读出效率的函数。这些MTF曲线与在所测得的切片平面的热扩散系数的基础上, 热扩散率对空间鉴别率的影响的理论计算是有关的。结果表明, 在降低热电摄像管高频特性方面, 热扩散是重要的, 并得出了关于在最优读出条件下最佳极限鉴别率的结论。

4. 硅二极管阵列和光子计数系统

1) 应用并列式和独立式二极管阵列探测光电子的新近进展

作者: John P. Choisser (美国)

本文报导了数字计数管(Digicon)的最近研制工作。自上届会议报导40道Digicon以来, 一批同类的器件已在制造或正在研制中。其中, 已制成了具有212并列输出二极管的阵列, 每一个二极管可探测单个光电子。最近, 又制成了高达1024道自扫描二极管阵列的管子。

此外, 文中还报导了目前正在进行的以电子轰击方式采用电荷耦合器件的成像试验。本文略述上述这些器件的设计、结构、试验结果和初步应用。

2) 应用光谱记录像增强器和硅二极管阵列进行数字光电子探测

作者: B. L. Morgen (英国)

本文叙述了用硅二极管阵列对微弱光子流产生数字响应的探测器。光电子穿过光谱记录像增强器云母片窗轰击在硅二极管阵列上, 此阵列的每一个二极管与预放大器相连。于是, 能量被吸收, 产生约8000电子-空穴对。此电荷在预放大器中被检测, 进一步放大后, 在联用的计算机中进行记录。

装二极管阵列及其预放大器的壳体, 准备设计得可在标准的光谱记录像增强器的螺线圈内工作; 因之, 该系统便可用在带有光谱记录像增强器的任一摄谱仪上。

3) 具有顺序读出的硅二极管阵列像管

作者: D. McMullan, G. B. Wellgate, K. F. Hartley, J. Dickson, D. Bostock (英国)

目前, 商业上已应用自扫描二极管阵列进行光探测。本文试图将它们用到Digicon型像管上。但是, 对于单个光电子探测, 产生的信号看来太低些。在上届会议上, 作者曾报告了具有集成在基片上的电荷放大器的硅二极管的试验。指出, 如给每一个二极管提供一个电荷放大器, 则采用自扫描阵列来探测光电子应该是可能的。

摄谱仪记录用的自扫描二极管阵列像管的研制工作, 现在有很大的进展。它具有二个平行阵列, 各有512个二极管, 二极管的尺寸为200微米 $\times$ 40微米, 节距为50微米。扫描速率为1000次/秒。

本文在a) 金属氧化物半导体(MOS)基片, b) 像管, c) 电子电路和d) 数据探测的计算机控制和数据处理上给出进一步的报告。

4) 天文光谱学用的像增强器多道分析器

作者: S. Jeffers, W. Weller (加拿大)

本文报导了正在天文光谱学上应用的像增强器多道分析器(S.S.K仪器1205D型)。探测器包括: 具有S-20光阴极的静电聚焦像增强器, 500个管子的硅二极管阵列和光导摄像管

读出部分。将阅读电子束所显示的信号进行数字化,并在A或B存貯装置中存貯。存貯装置A或B的内容可以用模拟或数字的形式读出,或者,其差数($A - B$)也可以读出。后者的这种方式对天空减法(Sky subtraction)特别有用。

文中评述这种探测器的工作特性,如灵敏度、暗电流、调制传递函数和线性等。目前,这种多道分析器正在天文光谱学上的小型光栅摄谱仪联用,这里给出了用此系统记录的星球光谱。

5) 用硅二极管列阵靶光导摄像管成像的高鉴别率电子显微镜

作者: H. Alsberg, R. E. Hartman (美国)

生物医学研究者对于有机分子晶体的晶格图像的兴趣,导致研制综合的高分辨率电子显微镜-电子计算机系统。常用的电子显微镜的鉴别率的有效利用,由于试样、残余气体和辐射束的影响引起结构很快的变化而受到了阻碍;但是,这有可能用电视式传感器来弥补。

本文讨论了在硅二极管列阵靶摄像管的基础上传感器的设计。用 Varian 公司高真空法兰盘和铜密封,将电荷存储靶及摄像管的电子枪装到可拆卸组件上。当用螺栓栓到显微镜的真空柱上,靶是位于电子成像平面上,在 10^{-3} 托的“开”式系统下工作。

为了产生高的量子增益,敏感元件利用了显微镜的高压场。理论上,单个输入事件将产生每仟电子伏特动能286空穴-电子对。在50仟伏工作下,测得的增益高达 10^4 。而由导出的数字,增益不到 1.45×10^4 。

文中最后还叙述了暗电流及其控制。

6) I-SIT分流直像管光子计数电视系统

作者: J. L. Lowrance, G. Renda, P. Zucchini (美国)

作者制成了能进行单个光电子探测的电视摄像机系统。采用 10^6 二进制数位,每秒 4.6×10^6 pixel 数字存貯器来读出图像。敏感元件是带有磁聚焦和返回电子束读出的增强型 SIT 管。

本文讨论了敏感元件及系统的性能,其中包括在实验室内和观察时获得的结果。此外,还讨论了数字光子计数电视的可能改进与其它途径。

7) 天文学上的数字电视系统

作者: D. R. Gilbert, J. R. P. Angel, S. Grandi (美国)

美国Steward天文台正在研制用于天文观察数字电视系统。主探测器由与SIT电视摄像机光学耦合的像增强器所组成。此探测器增益是以探测个别的光子事件,所产生的摄像机信号脉冲输送到单道分析器。为了探测多个光子事件,可以由高速的模拟-数字变换器来处理视频信号。在光子计数或模拟探测方式中,电视光栅中每个鉴别率单元的数字信息都贮在65000字 $\times$ 20位的磁芯存储器中。此存储器将连续图面的帧数进行数字化积分。在完成积分后,将积累的信息送到计算机。上述的存储器的运算和控制逻辑允许正常的积分,以及对于天空斩波(Sky-Chopping)应用,也允许交替用加减法;此外,对于微分成像,可以用分离存储的方式。一旦数据送到计算机,信息便可被处理并贮存在磁带上。观察者可以用示波器显示来检查数据。

目前,用于Steward天文台90吋望远镜上的这种数字电视系统正在研制中。

8) 电视X射线衍射仪

作者: V. W. Arndt, D. J. Gilmore (英国)

在生物学分子的X射线衍射研究中,对于高量子效率和大动态范围的软(8仟电子伏)

X射线, 需要一个面积探测器, 它具有在非常高的总计算速率下工作的能力。作者已制造符合这些要求的探测器, 它包含一个通过纤维光学耦合到像增强器—分流直像管电视摄像机的X射线荧光屏, 具有能探测个别的X射线量子所需要的灵敏度。此电视摄像机在正常扫描速率为每秒50幅和625间隔线下工作。在图面的有效部分, 在6兆赫的试样速率下, 视频信号在4位16级模拟数字转换器(ADC)中被数字化。这样, 图面便分为高达 300×300 像素。数字信号通过加法器的一个输入端馈送到容量为90000字、每字12位的半导体贮存装置上, 该装置与电视扫描同步记录。将移位寄存器贮存的输出端联接到加法器的另一个输入端, 在贮存器中连续扫描便相加起来, 直至达到合适的计算统计为止。在 n 求和之后, 图样的动态范围扩大 n 倍, 而白噪声衰减 n 倍。被贮存的数字图样由计算机来存取以便处理。

此探测器目前正用于单晶衍射研究, 它收集数据比照相法约快100倍。

9) 光电子像探测器的存储系统

作者: E. W. Dennison (美国)

本文作者制作了用作光电子像探测器的通用数字存储器, 它是作为普林斯顿—哈尔(Princeton-Hale)天文台工程的一个组成部分, 并与脉冲计数的普林斯顿摄像管联用。该系统也用来积分电子显微镜中由硅靶探测器所产生的连续帧数。存储器具有65536字, 每字16位, 故应用范围将是很广的。文中介绍了两种结构并讨论了其工作结果。用本存储器积累的经验, 对计划未来的存储系统是很有用的。

10) 用自扫描二极管阵列进行单电子记录

作者: S. B. Mende, E. G. Shelley (美国)

电磁辐射的光电发射探测器要求能清晰记录光电子。如果自扫描阵列的信噪比可探测到单个电子, 则采用电子轰击感应方式的自扫描半导体阵列, 可制作新型的多道光电子计数系统。为了研究这点, 在实验计划中, 使自扫描光敏二极管阵列受到电子轰击。在一个实验中, 采用了放射性源 Ni^{63} , 结果表明, 128个元件(Recticon RL128L)的自扫描线性二极管阵列对电子是有响应的; 并可导出, 在入射通量的高能成分与测得的通量之间, 在量上是一致的。在另一个实验中, 是采用电子加速器和42仟电子伏的电子, 由于电子是成单个, 或双、三倍入射, 便可得到脉冲分布峰值的清晰的鉴别率。倘若由于保护的二极管涂层的能量损失是在许可限度内, 则峰值位置与电子能量是一致的。所观察到的峰值高度服从泊松分布, 正如随机电子入射所期望的一样。

商业上生产的光敏二极管阵列是具有保护涂层的, 但它可以按照请求除去。保护涂层的清除将提供能够探测单个电子的电子敏感阵列。这个器件装到光电子器件中, 将使自扫描的光电子探测器, 接近于理论性能的极限值。

5. 微通道板

1) 通道电子倍增器中的空间电荷

作者: W. Baumgartner, B. Gillard (瑞士)

作者在前一篇工作(J. Phys. D: Appl. Phys., 5, 1769, 1972)中, 曾给出了在空间电荷饱和的通道电子倍增器中空间电荷密度、飞行时间、输出电流等的精确表达式。本文是报告它们的数值估价的若干结果; 并将输出电流和轴向场与管径的乘积之间的理论关系式与实验结果相比较。

2) 通道电子倍增器的脉冲和频率响应

作者: Koichiro Oba, Haruo Maeda (日本)