

激光扫描激励的图像板读取装置研究*

侯方源

(中国科学院长春光学精密机械研究所 长春 130022)

摘要 主要论述了激光扫描激励的图像板(Image Plate 或 IP)读取装置的工作原理,性能指标及关键技术的设计。

关键词 激光扫描激励 读取装置 荧光收集

1 前 言

我们新近开发研究的计算机 X 光成像仪(computed Radio-graphy 或 CR)它是把某种特殊的化学材料如 BaF X: Eu^{+2} 涂在十分坚固并且柔软可弯曲的基底上,涂层吸收通过人体的 X 光射线能量,形成潜像-IP 板。IP 板然后放入图象阅读器中,在阅读中 IP 板用激光扫描激励,一些储存在 IP 板中的 X 光能以蓝光的形式释放(光激励辐射荧光)。

激光扫描激励后,释放荧光的量正比于 IP 吸收的 X 射线的能量,扫描激光束的强度和激光扫描速度(像素光束的停留时间)。由光导收集发射荧光馈给光电倍增管(PMT),转换成电信号。然后由 A/D 转换器变成数字信号,数字信号被计算机控制,然后由激光记录仪把图像记录到胶片上。

IP 板被读过以后,经过一消光单元,在那里 IP 板被可见光波段的强光充满照射,擦去残留的 X 光能量。擦除后的 IP 板,供下次 X 光的曝光。

2 激光扫描激励 IP 板原理结构示意图

图 1 给出了激光扫描读取 IP 板的原理图。它是由激光二极管(LD),准直光学系统,扫描转镜, $f\theta$ 光学系统, 输送 IP 系统, 荧光收集系统, 光电转换, A/D 转换, IP 板擦除系统组成。

* 九五国家自然科学基金课题

收稿日期: 1998-05-15

修稿日期: 1998-06-20

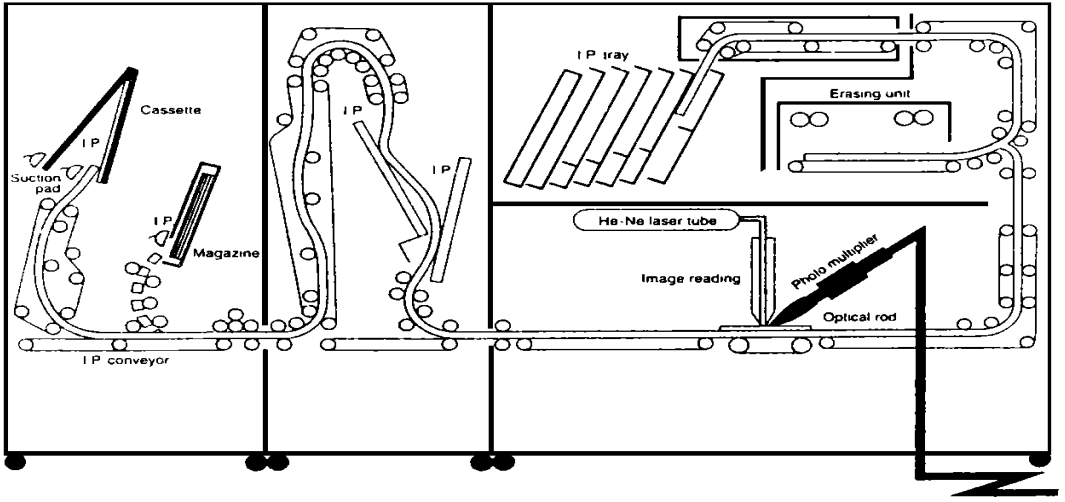


Fig. 1 Laser scanning stimulating IP system principle diagram

3 IP 板读取装置技术指标

- 1 扫描 IP 板尺寸: 17 × 14 , 14" × 14 , 12" × 10 。
- 2 激光光源: LD $\lambda = 670\text{nm}$ W = 30mW
- 3 分辨率: 300DPI
- 4 读取时间: 90s
- 5 IP 擦除时间: 20s
- 6 IP 板动态范围: 10^4
- 7 工作环境: 明室

4 IP 板读取装置关键技术设计考虑

4.1 激励激光与激光荧光的关系

图 2 给出了富士 IP 板荧光发射和激励光谱的关系特性曲线图。

由图可知, 激励光波长从 530nm 到 720nm, 对应荧光发射相对强度可达 50% 以上, 荧光发射相对强度 100% 时的激励光波长为 635nm 左右。荧光发射峰值波长为 390nm 带宽为 $390 \pm 20\text{nm}$ 左右。

4.2 激励光功率与荧光收集系统

据 Michael Brandt 在文章 [1] 中称: 激励发射过程的效率即蓝荧光发射的数量与激励辐射光量子的比率大约是 $1: 10^6$ (在 1m 曝光情况

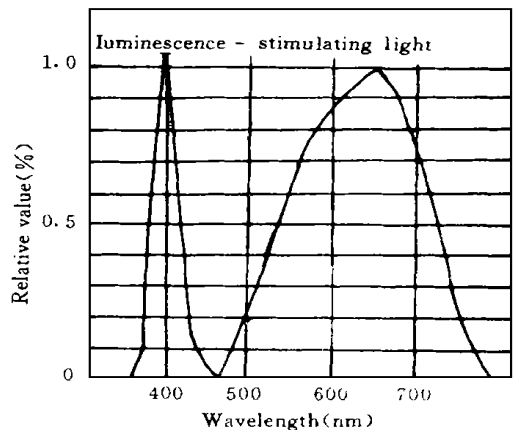


Fig. 2 Stimulating light and photo emission curve

下),在此期间与 X 光射线的曝光是成线性比例,典型的 X 射线曝光范围适应 0.01 ~ 100mR。

参考文献[2]称一个 CR 系统所用激励光源为 Ar^+ 激光波长为 488nm,扫描光束直径 75 μ m,10 面转镜扫描转速 857Rpm,到达 IP 板的激光功率为 0.8mW,在不知 IP 板的实际激励灵敏度的情况下,由上述参考文献所给参数和图 2 的曲线,我们就可以大致计算出激励光功率,所选用的光电倍增管(PMT),前置放大倍数等设计参数。表 1 列出了日本滨株式会社生产的侧窗 R928 和顶窗 R1104 的主要参数。

Table 1

type No.	spectral response range(nm)	peak wave length(nm)	cathode sensitivity		anode sensitivity		current amplification	anode dark current (after 30 min.)	
			min.	typ.	min.	typ.		min.	typ.
R928	185 ~ 900	400	140 μ A/lm	200 μ A/lm	400 A/lm	2000 A/lm	1.0×10^7	2nA	50nA
R1104	185 ~ 850	420	80 μ A/lm	140 μ A/lm	500 A/lm	2000 A/lm	1.4×10^7	20nA	50nA

根据扫描速度,IP 板激励灵敏度,总的光学效率(包括收集器效率,滤光片)计算的激励功率大于 15mW。

4.3 PMT 和前置放大器

IP 板读取装置如用外滚筒扫描,光学系统用显微成像系统数值孔径大,扫描速度慢,荧光收集效率高,这样对 PMT 和前置放大器的要求就低的多。

而激光转镜平面扫描速度高,荧光收集效率低,这样给 PMT 和前置放大器的设计带来一定的难度。

图 3 是 PMT 和前置放大器的连接原理图
前置放大器的输出电压初步确定为 10mV,再根据激励激光功率(到达像面的功率),IP 板灵敏度,收集荧光效率等参数就可计算出前置放大器的放大倍数,PMT 的分压电阻要根据探测微弱光信号的原则选配。

前置放大器的频带宽度要求较宽,为提高 S/N 比,考究的设计,合理的布局和讲究的工艺是必要的。

5 结 束 语

医用计算机 X 光成像仪是一门综合学科的高技术产品,经过我们近一年的研究和大量的实验工作,对 IP 板的 X 光曝光量,激励功率,波长,激励光的扫描速度,输出速度,前置放大器的定型,提高 S/N 工作,收集荧光系统的布局,擦除 IP 板光谱特性和功率等工作都已确定。

参加实验工作的还有庄昕宇同志,所医院 X 光室的同志,给予大力支持,在此表示谢意。

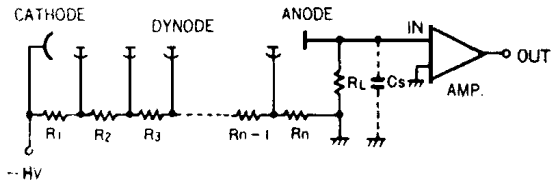


Fig. 3 Output circuit for PMT

参 考 文 献

- 1 Brabdt Michael. The design and performance characteristics of collector for high efficiency detection of photostimulable phosphor emissions. Proc SPIE, 1993, 1896: 288 ~ 295
- 2 May J W, Lubinsky A R. High resolution computed radiography by scanned luminescent to xeroradiography. Proc SPIE, 1993, 1896: 396 ~ 412

The Study of Imaging Plate Readout Unit for Laser Scanning Photostimulable

HOU Fang-Yuang

(*Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,*
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

This paper describes operated principle of imaging plate readout unit for laser scanning photostimulable, performance parameter and design considerations for key technology.

Key words: Laser scanning stimulating, Readout unit, Phosphor collection

侯方源 男, 1940年12月出生, 副研究员, 硕士生导师, 1966年毕业于太原工学院无线电技术专业, 在长光所工作至今, 先后参加了六五、七五、八五国家重大攻关课题多项, 目前承担了九五国家自然科学基金课题, 是图像板读取装置课题负责人。