

电子束成象的研究

刘长发 吴贵儒 马菊仙

(中国科学院自动化所)

摘 要

本文简要介绍电子束曝光多灰级成象的方法及实验系统。在此系统上可获得三十二级以上的图象灰度。在 $32\text{mm} \times 32\text{mm}$ 的面积上可记录 10^7 位以上的图象信息, 每位字长为 8bit。电子束束径可从数微米调至数百微米。系统可在黑白银卤片、酸敏变色片、自由基片上直接曝光成象, 且可兼容数字量及模拟量图象信息。

高分辨率图象记录技术在现代科学技术中具有重要的作用, 如图象处理技术、空间技术、电视信息记录、录象磁带至电影胶片的图象转换技术等, 都要求有高的分辨率。一般的光学机械装置和飞点扫描系统均不能满足高分辨率、高质量图象记录的要求, 特别是不能满足电视图象微缩记录及录象磁带至电影胶片的图象转换的要求。目前最先进的方法是电子束录象法和激光录象法。

电子束曝光成象是电子束直接作用于感光材料而使其感光的, 感光象斑几乎与电子束束径相等。而 CRT 方式在成象过程中由于荧光材料在能量转换时产生余辉、光晕、闪烁、光散射等, 使象质变坏。另外, 由于电子质轻易控, 因而便于实现计算机控制和与电视光栅同步。

一、系统的构成

1. 电子光学系统

图 1 为电子光学结构示意图及系统框图。电子光学系统由电子枪、聚光镜、物镜、束控级、光栏、偏转系统、曝光室及相应的控制线路构成。电子枪由阴极、栅极、阳极组成。阴极电压为 -30kV , 栅阴之间为 0.8kV 可调偏压, 阳极电压为零。阴极发射的电子经聚光镜、物镜聚焦后在工作面上形成直径为数微米的高斯斑。束控级可控制在任意时间曝光。偏转系统有静电及磁场两种结构, 前者控制光栅扫描, 后者控制随机扫描。

2. 计算机控制系统

用 Z-80 微处理机控制扫描、曝光和数据处理。除主机外, 系统还有 CRT 显示器、键盘、数字盒式磁带机、软盘驱动器、打印机、数模接口、模数接口、RS-232 接口等。

3. 模拟输入系统

模拟图象输入、信号源为磁带录象机、摄象机、电视机。视频信号经转换接口馈入系

统,光栅扫描与信号源同步.

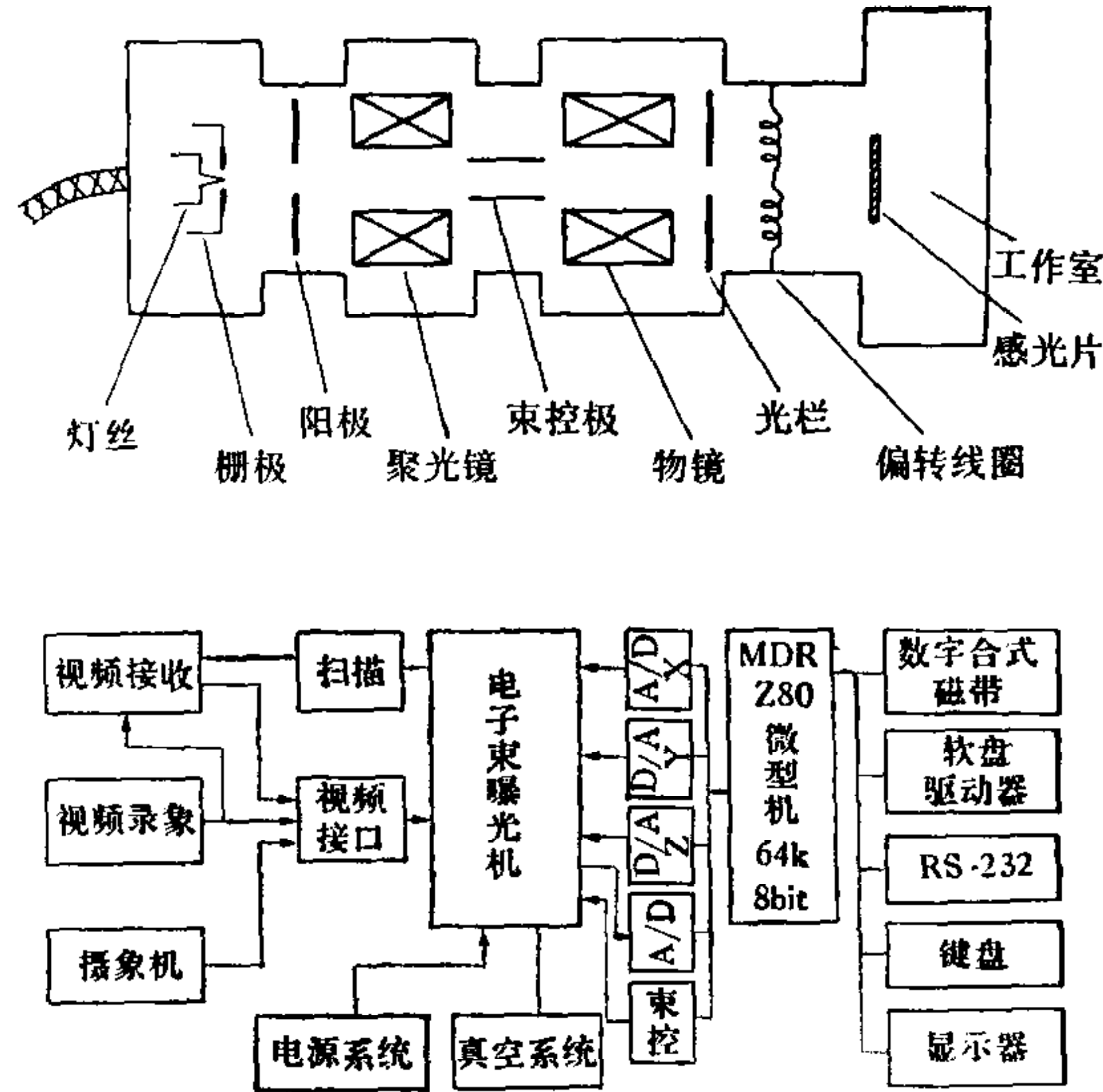


图 1

4. 系统指标

系统最小的电子束径为 10μ , 最高分辨率为 3200 线/每幅, 3200 点/每行. 图象扫描面积为 $32 \times 32\text{mm}^2$. 成象灰级在 32 级以上 (黑白银卤片). 对某些有机材料有一定感色性. 在有效成象面积内的成象精度(几何误差)小于 10μ .

二、电子束曝光特性与数字图象记录方法

1. 黑白底片对电子束的感光特性

黑白底片对光子的感光特性如下式所示:

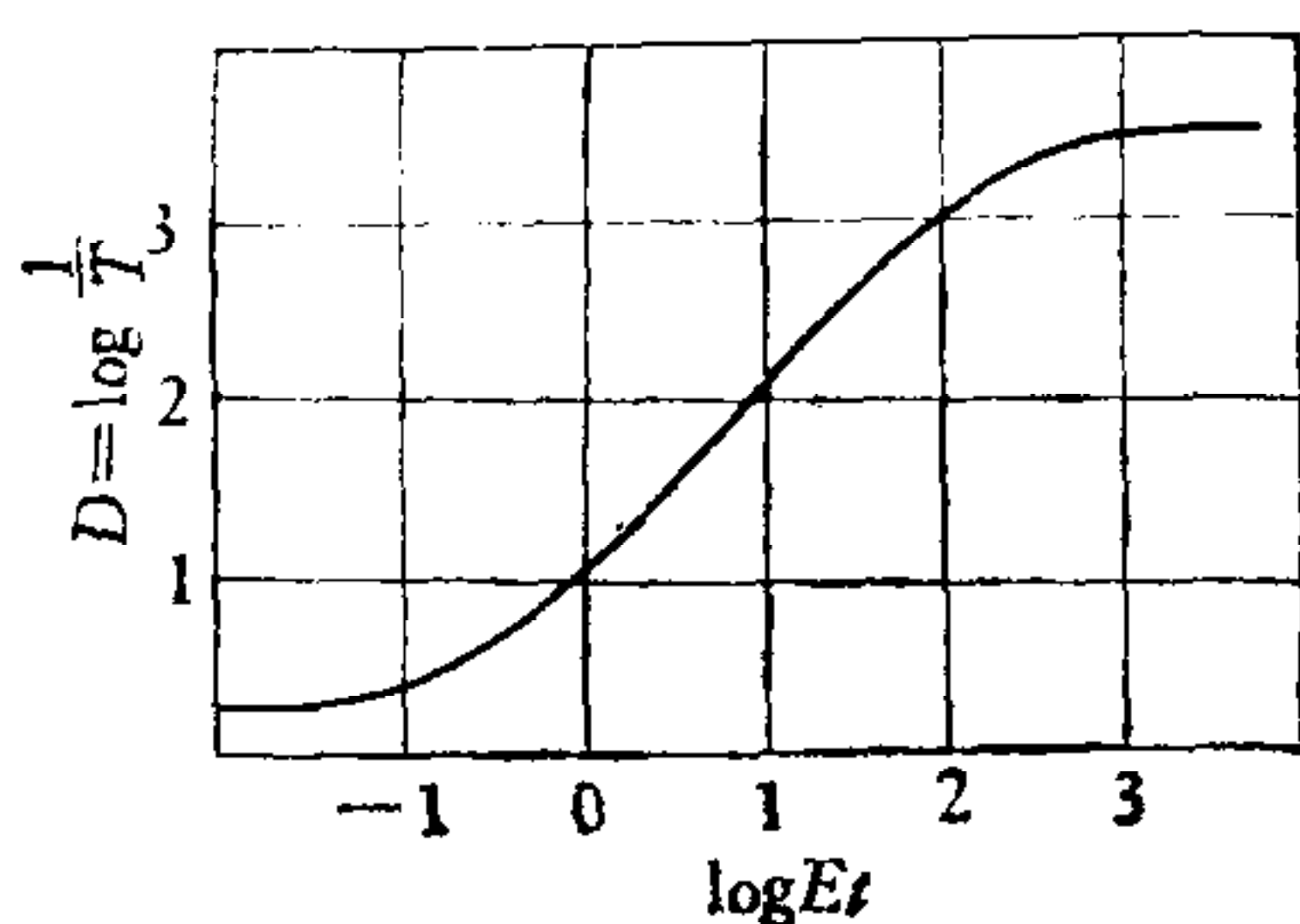


图 2

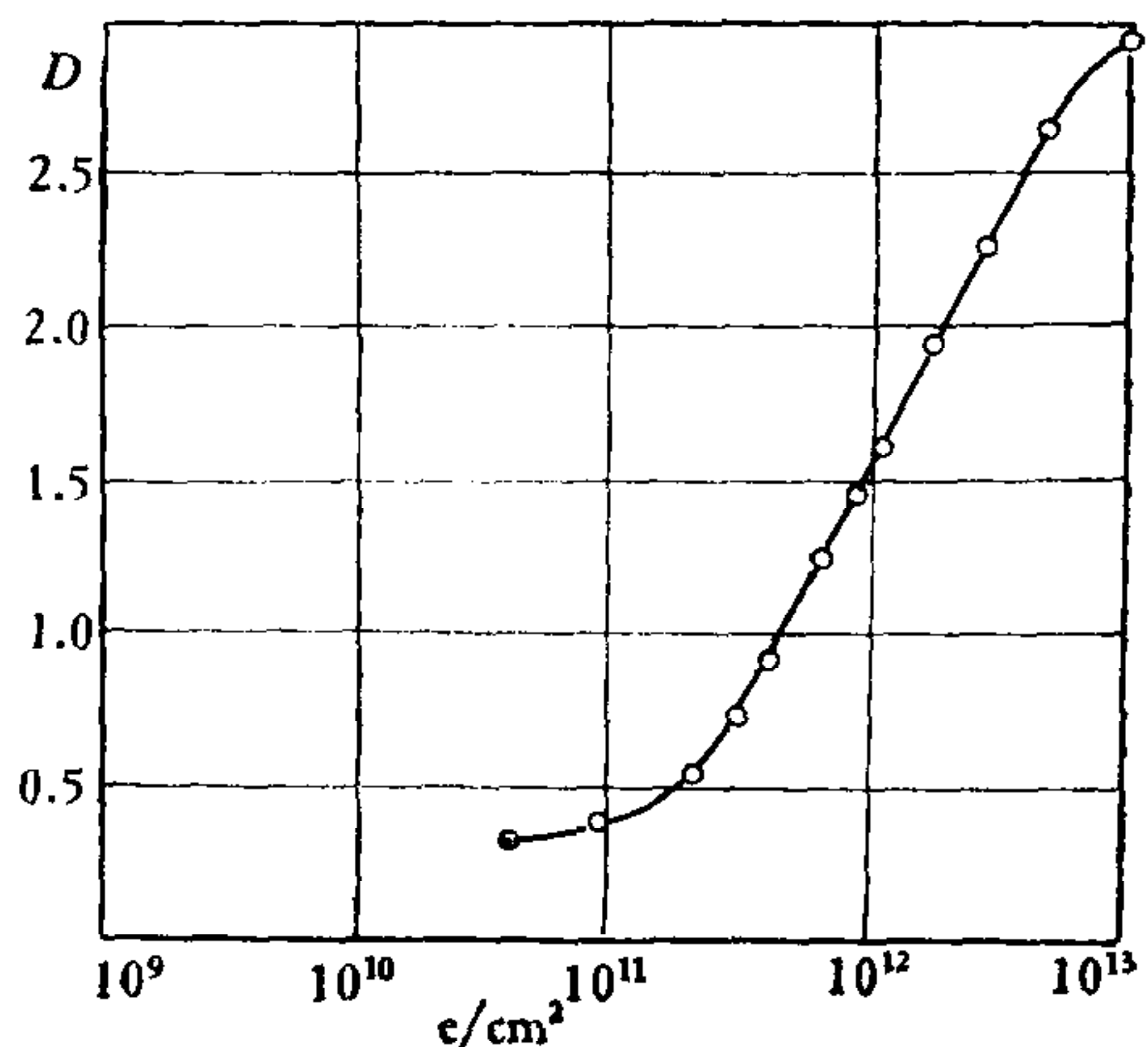


图 3

$$D = \log_{10}(I_1/I_2) = -\log_{10}T.$$

式中 I_1 为入射光强; I_2 为透射光强; $T = \frac{I_2}{I_1} \times 100\%$ 为底片透过率; D 为黑白底片密度. 图 2 为黑白底片对光子的感光特性. 图 3 为通过实验获得的黑白底片对电子的感光特性. 图中入射电子能量以每平方厘米电子数表示. 由曲线可见黑白底片对电子束有很好的感光特性. 当入射电子密度在一定范围变化时, 底片感光密度可以在 $0.5D$ 到 $3D$ 内变化. 曲线底部为雾区, 顶部为饱和区, 中部为线性区. 图 4 为本系统扫描得到的灰卡照片及人物照片.

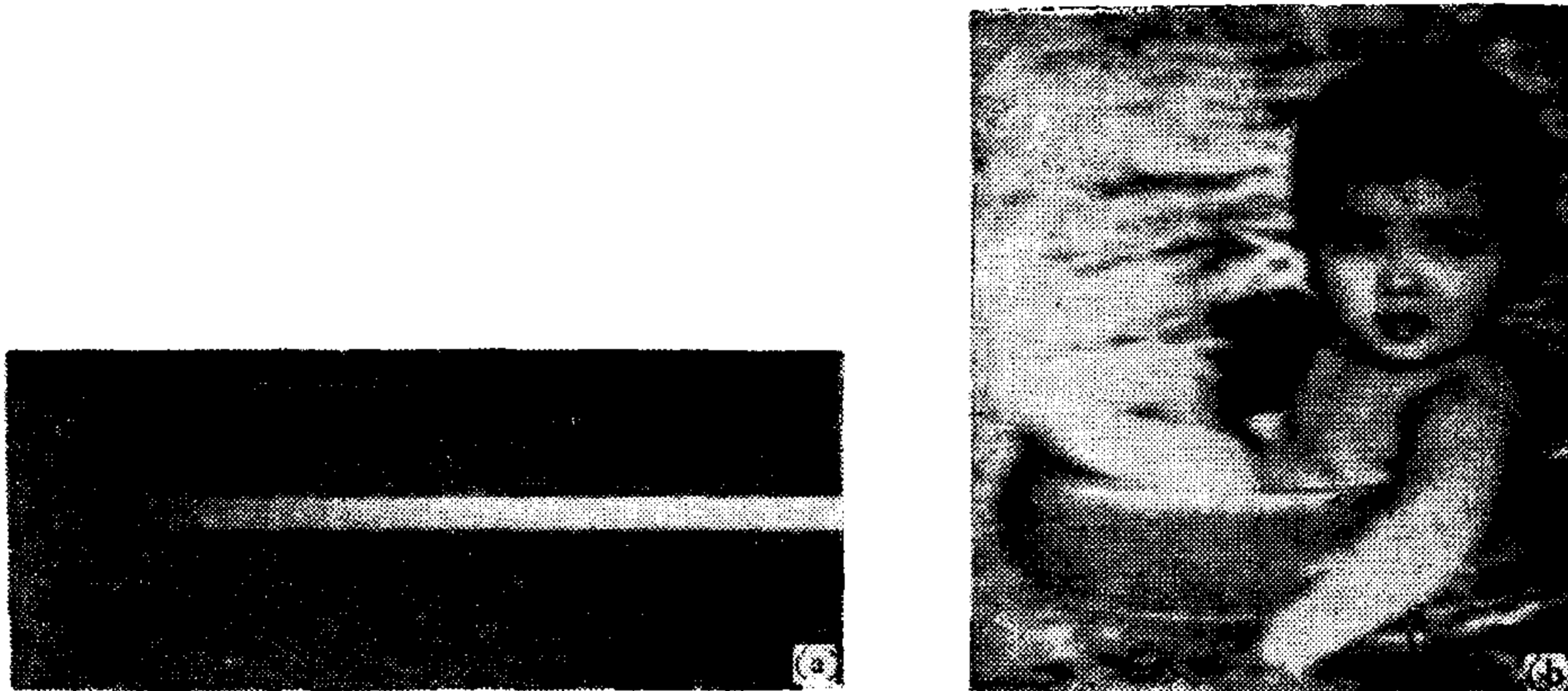


图 4

2. 数字图象记录方法

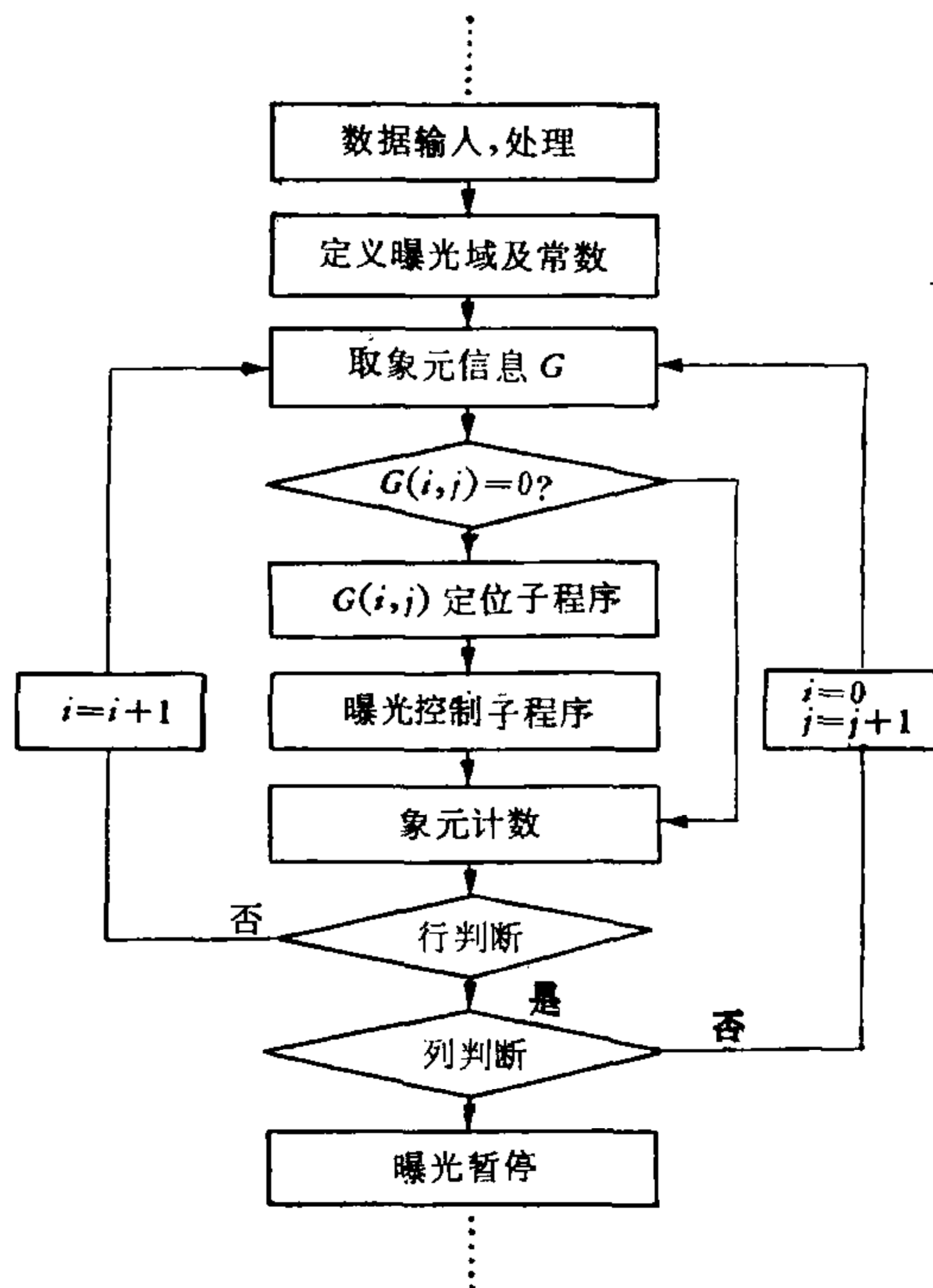


图 5

数字化图象数据(一般经计算机处理)的成象过程是建立一个不连续的象元阵列, 数据以二维矩阵表示:

$$G = \begin{bmatrix} g_{00} & g_{01} & g_{02} & \cdots & g_{0,m-1} \\ g_{10} & g_{11} & g_{12} & \cdots & g_{1,m-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{n-1,0} & g_{n-1,1} & g_{n-1,2} & \cdots & g_{n-1,m-1} \end{bmatrix}$$

由于曝光后建立的图象与原数据之间有转换系数 K , $F = KG$.

$$F = \begin{bmatrix} f_{00} & f_{01} & f_{02} & \cdots & f_{0,m-1} \\ f_{10} & f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1,m-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n-1,0} & f_{n-1,1} & f_{n-1,2} & \cdots & f_{n-1,m-1} \end{bmatrix}$$

K 可以根据初始条件确定. 图 5 为成象子程序框图.

三、结 果

本系统对数字信息及模拟信息均可得到多灰级图象, 对酸敏片及自由基片曝光可获得红、绿、蓝单色多灰级图片. 图 4 所示图象的分辨率为数百条线, 这是由于信号源的分辨率不高造成的, 并非系统本身的问题.

本系统开拓的电子束记录图象的方法, 可以在图象处理技术、电影电视技术、雷达及图象信息大屏幕显示技术中获得应用, 因而具有较高的技术价值及经济效果.

参 考 文 献

- [1] P. A. Sullivan, Electron Beam Image Recoder, *IEEE Transactions on Electron Devices*, Vol ED-18, (1971).
- [2] 白川 卓, ツリーラジカル感材の電子ビーム記録性と増感, *日本写真会誌*, 43, (1980).
- [3] Pete Comandini and Toni Roth, Film Recoding in the Image Transform System, *Smpte Journal February*, 87, (1978).

A STUDY OF ELECTRON BEAM IMAGE RECORDING

LIU CHANGFA WU GUIRU MA JUXIAN

(Institute of Automation, Academia Sinica)

ABSTRACT

In this paper the system and method of electron beam image recording is presented. This system can give out more than 32 gray level image. About 10 M byte information are stored in an area of 32 mm × 32 mm. The diameter of the spot can be adjusted from a few micro-metre to hundreds micro-metre. Silver halid films, acid sensitive films and free radical sensitive materials can be used to record image. This system is compatible for both digital and analog information.