[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl[7]
G03B 42/00

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93114839.1

[45]授权公告日 2000 年 1 月 12 日

[11]授权公告号 CN 1048339C

[22]申请日 1993.11.24 [24]颁证日 1999.12.10
[21]申请号 93114839.1
[30]优先权
[32]1992.11.25 [33]US [31]07/981,075
[73]专利权人 美国 3M 公司
地址 美国明尼苏达州
[72]发明人 保罗 C·舒伯特 理查德 R·伦伯格
特伦斯 H·乔伊斯 托德 G·兰德梅
审查员 张华辰

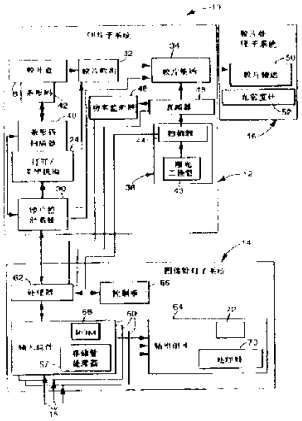
[74]专利代理机构 上海专利商标事务所
代理人 陈 亮

权利要求书 4 页 说明书 17 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 多用户数字激光成像系统

[57]摘要

本发明的成像系统用于根据待印图像的图像值在有条形码的盒体的胶片上成像。该系统包括存储用户转换函数和胶片型号的存储器，前者说明图像值和期望成像胶片透光度的关系，后者说明透光度和激光驱动值的关系。还有说明图像值和激光驱动值关系的查阅表能修正转换函数以适应用户喜好。周期性地校正测试光形，使胶片型号与所测感光特性相关联。每次成像均作光密度斑纹校正，补偿显影子系统引起的偏差。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1.一种数字激光成像系统(10),根据表示图像的数字图像值(X)、用户命令和说明胶片的胶片信息使胶片装纳机构内的胶片成像,该数字激光成像系统(10)包括:接收所述数字图像值(X)的图像数据输入装置(60);接收所述用户命令的用户命令装置(66);接收所述胶片信息的胶片信息输入装置(40);以及响应数字激光驱动值(Y(X)),用激光束进行扫描,以在所述胶片上成像的激光扫描装置(36);其特征在于,所述数字激光成像系统(10)还包含:

转换函数存储器(68),存储多个转换函数的数据特性,每个转换函数表示期望的成像胶片光密度和关联图像值之间关系;

胶片型号存储器(68),存储多个胶片型号的数据特性,每个胶片型号表示期望的成像胶片光密度和关联激光驱动值之间的关系;

RAM,存储数字数据;

数字处理器(62),与图像数据输入装置(60)、用户命令装置(66)、胶片信息输入装置(40)、激光扫描装置(36)、转换函数存储器(68)、胶片型号存储器(68)和 RAM 相连,所述数字处理器(62)包括下列手段:

根据所述用户命令访问转换函数存储器(68),以选择对应于用户期望的转换函数的数据;

根据胶片信息访问胶片型号存储器(68),以选择对应于待成像胶片的胶片型号的数据;

根据选出的转换函数和胶片型号产生包括说明激光驱动值(Y(X))和图像值(X)之间关系的数据的查阅表(92),并把这些查阅表(92)存储在 RAM 中;

根据数字图像值(X)从已产生的查阅表(92)中的激光驱动值

Y(X))中取数,把取到的驱动值提供给激光扫描装置(36)以在胶片上成像。

2.如权利要求 1 的数字成像系统(10),其特征在于:

转换函数存储器(68)存储转换函数,作为说明一系列期望的图像透光度和关联的图像值之间关系的数据;

胶片型号存储器(68)存储胶片型号,作为说明一系列期望的图像透光度(T)和关联的胶片曝光量之间关系的数据;数字处理器(62)进一步包括下列手段:

根据透光度(T)访问胶片型号存储器(68),以确定关联的胶片曝光量;

根据已确定的胶片曝光量计算激光驱动值(Y(X));

产生说明激光驱动值(Y(X))与相应的透光度(T)之间关系的数据索引表,并把这些表存储在 RAM 中;

通过根据已选转换函数来的期望透光度访问索引表,产生查阅表(92),以建立说明激光驱动值和图像输入值之间关系的查阅表数据。

3.如权利要求 1 的数字成像系统(10),其特征在于,进一步包括:

胶片处理器(16),对已成像胶片进行显影;

光密度计(52),提供表示已显影胶片一些部分的光密度的信息;

测试光楔存储器(68),存储说明测试光楔特性的测试光楔数据,这些数据代表一系列与胶片型号所说明期望胶片光密度值关联的激光驱动值;其中:

数字处理器(62)与胶片处理器(16)、光密度计(53)和测试光楔存储器相连,数字处理器(62)进一步包括测试光楔校正装置,所述测试光楔校正装置具有:

测试光楔印片起动装置,用以根据激光驱动值访问测试光楔存

储器,并使光楔成像在胶片上;

测试光楔处理装置,用以在已成像胶片上的测试光楔显影,并使光密度计提供表示已显影测试光楔实际光密度的信息;

光楔比较装置,用以把测试光楔实际光密度与关联期望胶片光密度值比较;

胶片型号修正装置,用以根据比较函数,修正胶片型号数据,以使胶片型号对应于胶片的实际特性。

4.如权利要求 3 的数字成像系统(10),其特征在于,

激光扫描装置(36)进一步包括按衰减器控制信号相应调节扫描激光束强度的衰减器(46);

本系统进一步包括光密度斑纹存储器(68),存储说明光密度斑纹特性的数据,这些数据代表预定已成像和已显影的胶片光密度关联的期望数字激光驱动值;

数字处理器(62)与衰减器(46)和光密度斑纹存储器(68)相连,数字处理器(62)进一步包括光密度斑纹校正装置,该装置具有:

光密度斑纹校正起动装置,用以根据激光驱动数据访问光密度斑纹存储器,并起动每张胶片的光密度斑纹成像;

光密度斑纹处理装置,用以使胶片处理器对已成像胶片上的光密度斑纹显影,并使光密度计提供表示已显影斑纹的实际光密度的信息;

斑纹比较装置,用以把斑纹的实际光密度与相关的期望胶片光密度值比较;

衰减器控制装置,用以根据斑纹比较结果产生衰减器控制信号。

5.如权利要求 1 的数字成像系统,其特征在于:

胶片装纳机构包含装纳含有机器可读形式的信息的胶片盒体

(18)的机构;

胶片信息输入装置(40)包含读出机构,用以读取盒体上的胶片信息。

6.如权利要求 1 的数字激光成像系统(10),其特征在于, 还包含:

光密度计(52),提供表示已显影胶片一些部分的光密度的信息;

光密度校正存储器(68),存储表示与期望胶片光密度值关联的一个或多个激光驱动值的数据;

数字处理器(62),与图像数据输入装置(60)、胶片信息输入装置(40)、激光扫描装置(36)、光密度计(52)、 RAM 和光密度校正存储器相连,该处理器(62)包括下列手段:

访问光密度校正存储器(68),在所述胶片上印制一个或多个光密度校正斑纹;

使胶片处理器对胶片上的光密度校正斑纹显影;

使光密度计(52)提供表示光密度校正斑纹实际光密度的信息;

把光密度校正斑纹实际光密度与相关期望胶片光密度值比较;

根据胶片信息和光密度校正斑纹的实际和期望光密度, 产生查阅表数据.

说明书

多用户数字激光成像系统

本发明一般涉及医学上用的激光成像系统。

激光成像系统通常用于从磁共振(MR)、计算机层析 X 射线摄影法(CT)或其它类型的扫描器生成的数字图像数据产生摄影图像。这种类型的系统一般包括使图像在胶片上曝光的连续影调激光成像器;对胶片进行显影的胶片处理器以及协调激光成像器和胶片处理器工作的图像管理子系统。

图像数据是一串代表被扫描图像的数字图像值。在图像管理子系统内的图像处理电子设备对图像值进行处理,产生一串数字激光驱动(即曝光)值,每个驱动值表示图像内一离散像素位置上的多个亮度级(例如灰度)之一。图像处理电子设备换算被扫描图像值的范围,并将其变换到激光驱动值范围,用以产生有用的连续影调摄影图像。由于输入值与它们可视的图像重现之间的非线性关系以及胶片对不同光强度的非线性感光响应,这种变换运算是必要的。激光成像器的图像管理子系统可从 3M 公司购得,它包括多个表示图像值和激光驱动值之间关系的已存查阅表。各查阅表根据多种胶片中的一种胶片和诸如最终图像的对比度,最大和/或最小黑度等特定的图像特性构成。图像管理子系统按照图像值的一种函数关系从为给定图像选出的查阅表中取数,确定关联的激光驱动值。

除了选择所希望的查阅表之外,购买 3M 公司激光成像器的用户还可以通过手动操作与图像管理子系统连接的控制器来调节图像的对比度和光密度。然而,这些调整是借助测试图形按反复试验方法进行的,调整过程不方便,效率很低。而且,用户只能通过选择一种

查阅表调节由许多查阅表体现的对比度和光密度有限地控制整个成像系统的转换函数. 这种方法还不能顾及整个系统的转换函数由诸如显影剂消耗、理想胶片与实际胶片感光特性之间的每批货不同等因素引起的偏差.

显然,进一步改进激光成像系统是需要的. 尤其需要激光成像系统能自动适应媒体感光特性和媒体显影参数的变化. 该系统还应能为用户提供对全成像系统转换函数较大程度的控制. 为了付诸商用,当然这种成像系统都必须能准确和有效地实现上述功能.

本发明是一种能自动适应媒体感光特性的变化、用户喜好的变化和显影工艺的变化的多用户数字激光成像系统. 在一个实施例中,此激光成像系统配置成随表示一幅图像的数字图像值、用户命令和胶片的膜信息特性变化在胶片接收机构所含胶片上的成像. 成像器包括接收数字图像值的图像数据输入、接收用户命令的用户命令输入和接收膜信息的膜信息输入. 激光扫描器响应数字激光驱动值,能用激光束扫描,以在胶片上成像. 将多种转换函数的数据特性存储在转换函数存储器内. 每一转换函数表示期望成像胶片光密度和关联图像值之间的关系. 将多种胶片型号的数据特性存储在胶片型号存储器中. 每种胶片型号表示所期望成像胶片光密度和关联的激光驱动值之间的关系. 还有一存储数字数据的 RAM . 数字处理器连接图像数据输入、用户命令输入、膜信息输入、激光扫描器、转换函数存储器、胶片型号存储器以及 RAM . 此处理器根据用户命令访问转换函数存储器以选择表示用户所期望转换函数的数据,还根据膜信息访问胶片型号存储器以选择表示待成像胶片的胶片型号的数据. 该处理器再根据选出的转换函数和胶片型号函数形成查阅表,并把该表存储在 RAM 中. 查阅表是说明激光驱动值和图像值之间关系的数据. 为了在胶片上成像,上述处理器根据图像值从已产生

的查阅表中取出激光驱动值,并把该值提供给激光扫描器. 这种方法能保持系统转换函数的完整性,而不给用户带来不便.

在该激光成像器的另一个实施例中,转换函数存储器按照说明一些图像透光度期望值的立方根和关联图像值之间关系的数据那样存储转换函数. 胶片型号存储器按照说明一些图像透光度期望值的立方根和关联胶片曝光值之间关系的数据那样存储胶片型号. 数字处理器根据透光度值的立方根访问胶片型号存储器以确定关联的胶片曝光值,并根据该确定值计算激光驱动值. 此处理器产生说明激光驱动值和相应透光度值的立方根之间关系的数据的索引表,并把该索引表存储在 RAM 中. 通过根据所选转换函数的所需透光度立方根从索引表取数,以建立说明激光驱动值和图像输入值之间关系的数据的查阅表. 本系统可快速产生查阅表,从而有不同喜好的若干用户能方便地使用.

在又一个实施例中,成像系统包括对已成像胶片显影的胶片处理器和提供表示显影胶片部分光密度信息的光密度计. 还包括测试光楔存储器,存储测试光楔时的测试光楔数据特性. 测试光楔数据表示一系列与胶片型号所说明胶片光密度期望值关联的激光驱动值. 数字处理器与胶片处理器、光密度计、测试光楔存储器等相连,周期性地进行光楔校正过程,以使所用的胶片型号与当前的胶片感光特性相关联. 在光楔校正期间,处理器访问测试光楔存储器,并根据激光驱动值开始把测试光楔成像在胶片上. 对成像在胶片上的测试光楔进行显影,并用光密度计测量光楔的实际光密度. 处理器把测试光楔的实际光密度与相关联的胶片光密度期望值比较. 然后处理器根据比较结果修正胶片型号数据,使胶片型号对应于胶片的实际特性. 由此在查阅表产生之前校正了因批量制造时的变化和有效期等原因产生的实际胶片感光特性与理想胶片感光特性之间的差

异. 利用这一校正过程取得较好的全成像系统转换函数完整性.

在激光成像系统的另一个实施例中,激光扫描器包括按衰减器控制信号对扫描激光束强度作相应调节的衰减器. 还将光密度斑纹数据特性存储在光密度斑纹存储器中. 光密度斑纹数据表示与所期望成像、显影胶片的预定光密度关联的数字激光驱动值. 数字处理器与衰减器和密度斑纹存储器相连,并在打印每幅图像期间进行光密度斑纹校正. 在密度斑纹校正期间,处理器访问光密度斑纹存储器,并根据激光驱动值关系开始把不同的光密度斑纹成像在每幅胶片上. 在对已成像胶片显影后,光密度计测量斑纹的实际密度. 把斑纹的实际密度与关联的胶片光密度期望值比较. 然后处理器根据斑纹比较结果产生衰减器控制信号,使测量的斑纹密度与实际斑纹密度之间的差值最小. 由此补偿了由于如在光楔校正期间显影剂的消耗等引起的全系统转换函数的变化.

成像系统的另一个实施例具有一控制板,接收如描述所期望图像对比度和最大光密度的用户选择命令. 在产生查阅表之前,处理器根据用户命令修正已选择的转换函数. 因此用户能定制图像以适应他们自己的选择. 而且,由于转换函数存储器内所存透光度值的立方根与人类的亮度响应成线性关系,因此,处理器通过成线性转换能快速完成这些修正.

图 1 是按照本发明的多用户激光成像系统的方框图.

图 2 是图 1 所示打印子系统的一个实施例的图解.

图 3 是同时具有观察者亮度响应的激光成像系统总转换函数的图解.

图 4 是转换函数存入成像系统存储器所用方式的曲线图.

图 5 是胶片型号存入成像系统存储器、所用方式的曲线图.

图 6 是索引表根据胶片型号校正并存入成像系统存储器所用

方式的曲线图.

图 7 是系统按转换函数和索引表产生查阅表所用方式的曲线图.

图 8a 是转换函数存入成像系统所用线性(透光度)$^{1/3}$ 值的修正转换函数曲线图.

图 8b 是非线性光密度值的修正转换函数曲线图.

图 9 是理想胶片型号和修正胶片型号的曲线图.

系统总观

图 1 一般地示出了按照本发明的多用户数字激光成像系统 10 . 如图所示,激光成像系统 10 包括激光二极管印片子系统 12 、图像管理子系统 14 和媒体处理子系统 16 . 印片子系统 12 的一个实施例是连续影调激光成像器,而且配置成装有可再密封的盒体 18, 该盒体 18 内含有多片 X 射线胶片(未单独示出). 图像管理子系统 14 包括输入端子 15,通过该端子 15 向成像系统 10 提供由磁共振(MR)、计算机层析 X 射线摄影(CT)或其它类型扫描器产生的数字图像值. 图像管理子系统 14 处理图像值,以产生激光驱动值施加于印片子系统 12,使从盒体 18 移出的胶片成像或曝光. 然后,处理子系统 16 对已印胶片进行显影,产生图像的硬拷贝. 成像子系统 10 能自动适应媒体的变化、用户喜好的改变和媒体显影参数的改变.

图像管理子系统 14 原始图像值转换成一串数字激光驱动值,这些驱动值编排成光栅扫描格式,以便用于印片子系统. 该数据处理运算使用说明或映射图像值和成像胶片上的期望光密度值(即期望和成像胶片光密度)之间关系的查阅表. 在每次成像操作期间,图像管理子系统 14 根据图像值访问查阅表,以确定关联的激光驱动值.

图像处理子系统 14 用存储在存储器内的转换函数和胶片型号

产生查找表. 转换函数说明图像值和所期望成像胶片光密度之间的关系. 用于对任一给定图像进行印片的转换函数关系到用户的喜好. 因此,图像处理子系统 14 包括存储一些转换函数的存储器,用户能选择最适用于特定图像的转换函数. 胶片型号说明一些激光驱动值和若干不同胶片中每种的期望成像胶片光密度之间的关系. 胶片型号用于处理给定图像的图像值,由图像管理子系统 14 根据所接收鉴别图像待印胶片具体类型的信息自动地选择.

如一指定用户在同一类型的胶片上用相同的用户特定命令(例如,相同的转换函数),连续印制一幅以上的图像,则可以用相同的查阅表来对每幅图像印片. 然而,如果下一印片请求为不同的用户,即用户命令改度,或者如果由用户起动或图像管理子系统 14 自动起动光楔校正步骤(下文讲述),则产生一经过更新的新查阅表以对图像进行印片. 每次要产生一新的查阅表,图像管理子系统就在成像操作之前立即实时进行.

为了便于下文描述的查阅表校正操作以及转换函数和胶片型号的修正,以换算成关联期望图像胶片透光度的立方根(即期望成像胶片光密度 ≈ (期望成像胶片透光度)$^{1/3}$)的形式存储表示转换函数的胶片型号内的期望成像光密度的信息. 在本文的余下部分用 " T " 表示立方根透光度,它基本上线性地与人的亮度响应成正比. 因为与人的亮度响应的这种线性关系,T 值的使用简化和减少了校正查阅表所需要的时间.

产生查阅表的操作包含从已选胶片型号校正索引表的开始步骤. 索引表说明激光驱动值和相应期望成像胶片 T 值之间的关系. 索引表的功能是把胶片型号有效地换算成激光扫描系统和胶片的当前工作特性的化学性质. 因此索引表是根据最近监测到的最大和最小激光功率级和光楔校正数据从胶片型号计算而得的. 一旦计算

出索引表,则通过根据已选出的转换函数的 T 值从索引表取数来产生查阅表,以建立根据当前成像系统工作特性精确地把图像值转换成激光驱动值的数据阵列。由此不给用户带来不便而维持系统转换函数的完整性。

成像系统 10 允许用户选定某些图像参数。例如,根据图像的性质,某些用户会选择以较大(或较小)的对比度成像。用户还可以规定图像的最大密度(D_{max})。例如,超声波图像一般以 D_{max} 约为 2.0 进行印片,而 CT 和 MR 图像常常以大于 3 的 D_{max} 进行印片。由于转换函数不可能适应某些特定用户偶然使用(其他各用户很少选用)的所有图像光密度和对比度的整个范围,所以成像系统 10 接受用户改变如对比度和 D_{max} 等参数的命令。图像管理子系统 14 根据用户命令选择和/或线性地换算选出的转换函数来实现上述对比度和 D_{max} 等方面用户命令。这种修正转换函数以适应用户喜好的方法包括相当简单并且快速的数学运算。当用户打算在胶片上形成最小和/或最大光密度特性与存储在已选出的转换函数内的最小和/或最大 T 值不一致的图像时,可以进行相似的转换函数修正。

实际的胶片感光特性常常偏离胶片型号表示的“理想”特性。这种偏差可以由许多因素引起,其中包括在制造过程中的每批产品之间的变化和有效期引起的性能下降。成像子系统 10 周期性地进行光楔校正,以补偿胶片感光特性的这些偏差。在光楔校正期间,图像管理子系统 14 开始对“测试光楔”胶片进行印制。测试光楔是一组单一光密度斑纹,每条斑纹以对应于期望的若干图像光密度之一的给定激光驱动值进行印制。斑纹的实际光密度与胶片型号说明的给定激光驱动值所用期望成像胶片光密度比较,然后修正胶片型号使之与实际胶片特性一致。

媒体处理子系统 16 的特性(例如,在湿式处理系统的情况下的

化学浓度)还在保证全系统转换函数特性的再现性方面起到重要作用. 这些特性一般变化相当慢,其周期为几小时或几天,随成像系统 10 使用的频度变化. 为适应这些变化,在每次成像操作期间,成像管理子系统 14 还进行光密度斑纹校正. 光密度斑纹校正包括在每幅图像的顶部边沿印一条光密度斑纹. 该斑纹用的对应于中间亮度光密度(如 1.0)的期望激光驱动值来曝光. 在处理子系统 16 对图像和斑纹显影之后,由图像管理子系统 14 监测该斑纹的光密度. 如该斑纹光密度偏离正常的或期望的光密度,则图像管理子系统 14 通过对激光扫描系统进行调整来校正该偏移. 激光成像系统 10 的这些和其它一些特征在下面作更详细描述.

激光印片子系统

图 2 一般地示出了激光印片子系统 12 . 如图所示,该子系统包括一抽屉 20,该抽屉 20 打开,以存取装有胶片盒 18 的盒体接纳座 22 . 抽屉 20 上安装有打开/关闭机构 24,用来相对于盒座 22 取出胶片. 在胶片盒 18 装入盒座 22 后,抽屉 20 关闭,把胶片盒密封在不透光的箱内. 于是,启动打开/关闭机构 24,打开盒体 18,胶片可从盒中移出,然后再封闭盒体 18,能把该胶片从印片子系统 12 中取出而不损坏其余的胶片. 因此,可根据需要,方便地把含有不同类型和不同尺寸的胶片装入印片子系统 12 . 在 Lemberger 等申请的美国专利 5,132,724(名称为“激光图像胶片盒打关机构”)中可以找到对盒体 18 和打开/关闭机构 24 更详细的描述.

如图 1 所示,激光印片子系统 12 还包括微处理器印片控制系统 30 、胶片取出机构 32 、胶片箱送机构 34 、激光扫描系统 36 和安装在打开关闭机构 24 上的条形码扫描器 40 . 一光学条形码 42 粘在每个盒体 18 上. 条形码 42 包括机器可读的关联盒体和其内胶片

的信息特性。在一个实施例中,编码在条形码 42 上的信息包括唯一的盒体标记、盒制造经历、胶片类型和胶片尺寸。

印片控制系统 30 协调并控制印片子系统 12 的操作,并使印片子系统与图像理子系统 14 接合。在胶片盒 18 装入印片子系统 12 后,控制系统 30 起动打开/关闭机构 24 打开盒体 18,同时驱动扫描器 40 划过条形码 42 。从条形码 42 读取的信息传送到图像管理子系统 14,以供印片控制系统 30 使用。胶片取出机构 32 从盒体 18 移出胶片,并把胶片置于胶片输送机构 34 上。胶片输送机构 34 在印片控制系统 30 的控制下把胶片输送通过成像区(未单独示出)。当胶片被输送通过成像区时,图像管理子系统 14 和印片控制系统 30 使激光扫描系统 36 对胶片进行曝光。

激光扫描系统 36 包括激光二极管 43 、旋转镜扫描器 44,衰减器 46 和功率监测器 48 。把激光二极管 43 连接成接收图像管理子系统 14 的数字激光驱动值,并根据激光驱动值产生不同的强度已调激光束。扫描器 44 使已调激光束在胶片上进行光栅扫描。衰减器 46 响应图像管理子系统 14 的控制信号,对激光束强度进行微小的调整。在一个实施例中,衰减器为如 Sasaki 等申请的美国专利 4,812,861 中描述的旋转极性滤光器。功率监测器 48 还与图像管理子系统 14 相连,它包括一光敏二极管,设置成截取胶片成像平面附近位置上一部分扫描激光束。功率监测器 48 提供的信息用于下面将更全面描述的方法,以换算激光驱动值和达到合适的曝光范围。

已成像胶片被输送至处理子系统 16 进行显影。处理子系统 16 随待成像胶片的属性可以是湿式处理器或热式处理器,它包括输送机构 50 和光密度计器。输送机构 50 在胶片显影时把胶片输送通过处理子系统 16 。光密度计 52 可以实施为 Lemberger 等申请的名称为“自动调整胶片光密度计”的美国专利 5,117,119 中的形式。如

下文更详细的描述那样,图像管理子系统 14 起动在待成像胶片边沿上印制测试光楔和/或密度斑纹. 胶片显影后由光密度计 52 测量测试楔形和密度斑纹的光密度,并把表示这些密度的信息接至信息管理子系统 14 . 图像管理子系统 14 利用测得的光密度信息进行下文描述的控制器函数的校正.

图像管理子系统

图像管理子系统 14 包括多个输入组件 60 、处理器 62 、输出组件 64 和控制板 66 . 每个输入组件 60 配置成由一个或两个成像系统 10 用户使用,它包括存储管理处理器 67 和电编程只读存储器(EPROM)68 . 分配到输入组件 60 的用户所用的转换函数和胶片型号存储于 EPRSM68 . 在本说明的剩余部分,术语“转换函数存储器”用于 EPRSM68 中存储转换函数的那部分,“胶片型号存储器”用于指该 EPROM 中存储胶片型号的那部分. 图像管理子系统 14 的一个实施例包括足以在每个输入组件 60 存储 15 个转换函数和 16 个胶片型号的 EPROM68 . 输入组件 60 还包括足够的存储器,存储这些组件所分配用户的若干排队待印图像的图像值. 存储管理处理器 67 控制 EPROM68 中的转换函数和胶片型号的存储,并协调数据在输入组件 60 、处理器 62 和输出组件 64 之间的传输,这些数据包括图像值、转换函数、胶片型号和查阅表.

处理器 62 与图像管理子系统的输入组件 60 、控制板 66 和输出组件 64 相接,也与印片子系统 12 的条形码扫描器 40 、衰减器 46 和功率监测器 48 相接,还与媒体处理子系统 16 的光密度计 52 相接. 处理器 62 控制图像管理子系统 14 的操作,并使图像管理子系统的操作与印片子系统 12 和媒体处理子系统 16 的操作协调. 处理器 62 还进行与查阅表的产生关联的所有处理操作. 在一个实施例中,

处理器 62 是一种摩托罗拉公司生产的带有运算协处理器和相关联的随机存取存储器(未单独示出)的 68030 处理器.

输出组件 64 包括处理器 70 和随机存取存储器(RAM)72 . 处理器 62 产生的查阅表卸载到 RAM22 以在成像操作期间使用. 在成像操作期间,处理器 70 根据从输入组件 60 接收到的图像值 24 实时访问查阅表. 处理器 70 以光栅扫描格式编排访问查阅表确定的激光驱动值. 该处理器还可以执行如尺寸换算和图像旋转等图像处理功能.

转换函数的胶片型号格式

图 3 是同时具有观察者亮度响应的全成像系统函数的图解. 信息转换顺序如下:图像管理子系统 14 利用查阅表 92 把图像值 X 转换成激光驱动值 Y(X). 激光驱动值 Y 加到激光扫描子系统 36,该系统把驱动值 Y 变换成曝光值 E(Y). 已曝光和已显影的胶片 94 又把曝光值反映成胶片光密度 D(E). 虽然到此激光成像器 10 的操作完成了,但转换顺序仍可延伸. 把已成像胶片置于光盒 96 中以产生光源亮度值 L(D). 最后,观察者 96 从光源亮度值得出亮度响应 B(L). 在原始图像值和观察者的亮度响应之间发生的转换链可以表示为 B(L(D(E(Y(X))))).

从图像亮度到亮度响应的转换函数 B(L),对一阶和简单的响应,可以用 $B=aL^{P}-Bo$ 的形式表示. 其中,a 和 Bo 随观察的周围条件变化. 这些内容可参见 H.W.Bodmann 等撰写的“感应亮度和光源亮度之间光源亮度的统一关系”一文,刊登在 1979 年京都会议的 CIE 会刊第 99 至 102 页上(由 CIE 中央局 1980 年在巴黎出版). 这些参考文献和其它文献表明,幂 P 约等于 1/3 . 根据这一分析,如果把成像系统 10 的输出看作提高到 1/3 幂(即立方根)的扩散图像透光度,则表

示成像系统输出的参数基本上线性地正比于观察者的亮度响应. 图像管理系统 14 通过以关联透光度 T=(透光度)$^{1/3}$ 的形式把表示期望的成像胶片光密度数据存入转换函数存储器和胶片型号存储器来利用该关系. 以透光度 T 的形式存储转换函数和胶片型号的明显的好处是能使处理器 62 在下文描述的转换函数修正期间进行线性转换.

转换函数说明了图像值和相关联的期望成像胶片光密度之间的关系. 在上面描述的图像管理子系统 14 的一个实施例中,每个输入组件 60 的 15 个转换函数中的每一个函数均以标号 TF(i)的阵列存储在 EPROM68 内. 索引号 i 等于图像值(近似地换算成图像数据的字长). 标号 TF(i)为上文刚描述过的关联透光度 T . 图 4 是存储在 EPROM68 内的转换函数的曲线图.

胶片型号说明了期望成像胶片光密度和关联胶片曝光值之间的函数关系. 在上文描述的图像管理子系统 14 的实施例中,每个输入组件 60 的 16 个胶片型号的每一型号均以标号 FM(i)的阵列形成存储在 EPROM68 内. 索引号 i 等于已换算的透光度 T . 标号 FM(i)为期望曝光量关联的对数值,即为 Log(E). 具体地说,这些曝光值 E 归一化为最大容许胶片光密度 D_{max} 印片所需的曝光量,所以 $e=E_{Dmax}$. 这些归一化曝光值在后文记作 e . 举个例子,对于最大图像光密度为 3.2 的胶片,在对应于 D=3.2 的地址上,胶片型号包含 Log(e)=0(对应于 e=1). 图 5 为存储在 EPROM68 中的胶片型号的曲线图.

查阅表的产生

根据为特定的待印图像选出的转换函数的胶片型号产生查阅表. 用户通过控制板 66 选择转换函数. 图像处理子系统 14 利用从

成像系统 10 当前所装胶片盒 18 的条形码 42 读得的胶片识别信息，自动选择胶片型号。

每个查阅表的产生包括产生一索引表，使归一化的曝光值 e 与激光二极管 43 的当前动态功率范围相关联的中间步骤。因此，索引表是一个阵列 IT(i)。索引值相当于透光度 T 。 IT(i)的值是关联的 12 位数字激光驱动值，这些值提供取得上述透光度的适当胶片曝光量。图 6 包括了索引表曲线图。

如图 6 所示，利用所测表示激光二极管 43 当前工作特性的信息从胶片型号计算出索引表。激光二极管 43 的最大和最小功率输出(P_{max} 和 P_{min})随时间变化。这些变化可以由诸如激光二极管 43 的温度变化和设备的老化等因素引起。在每次光楔校正期间(下文将作更详细的描述)，图像管理系统 14 使用功率监测器 48 测量胶片成像平面上的 P_{max} 和 P_{min} 。图像管理子系统 14 利用胶片型号的 Log(e)值按照等式 $IT=4095(1-10^{Log(e)})R/(R-1)$，来计算该胶片型号的数字激光驱动值 IT，其中 $R=P_{max}/P_{min}$ 。

图像管理子系统 14 还设置了衰减器 46 来校正激光扫描系统 36，所以激光二极管 43 输出的 P_{max} 保证了 Log(e)=0(即可印最大图像密度的胶片)。图像管理子系统 14 还进行定标运算，所以激光驱动值为 0 可以使激光二极管 43 输出 P_{max}，激光驱动值为 4095 可以使激光二极管 43 输出 P_{mix} 。在进行这种方式的换算时，最大激光驱动值对应于图像上的最亮区域，最小激光驱动值对应于最暗区域。

一旦以上述方式产生了索引表，图像管理子系统 14 就通过图 7 所示的简单索引操作建立查阅表。根据每个图像值代入选出的转换函数，以确定关联的 T 值。然后根据每个 T 值访问索引表，确定关联的激光驱动值。在该查阅表产生操作期间，图像管理子系统 14 不需要进行任何数学运算。图像值转换成相应数字驱动值的过程是一种

利用查阅表的简单且快速的索引操作. 由于查阅表基于用户选出的转换函数和适当的胶片型号,所以产生查阅表的这种方法还使全系统转换函数具有高度的完整性.

转换函数修正

如上所述,成像系统 10 允许用户改变某些图像参数,如对比度和 D_{max} 等. 这类用户选择通过控制板 66 键入系统 10. 图像管理子系统 14 通过选择和/或修改转换函数来适应这些变化.

由于转换函数以透光度 T 的形式存储,而透光度 T 又被认为大致是亮度响应的线性函数,所以按照这种线性转换计算转换函数修正. 处理器 62 可以简单且快速地进行这些计算. 图 8a 画出通过把 D_{max} 从 2.0 增加到 3.0 的线性转换修正的转换函数特性. 从该图中可以明显地看出,最后的转换函数 77 与最初的转换函数 78 仅斜率和截距不同. 反之,如图 8b 所示,相应光密度转换函数的修正是非线性转换,它包括较复杂的数学计算.

在用户打算在胶片上以不同于存储在选出的转换函数内的最大和/或最小 T 值的 D_{max} 和或 D_{min} 特性成像时,图像管理子系统 14 也修正转换函数. 这种修正也通过转换函数的简单线性转换来实现. 以这种方式快速修正转换函数的能力可以使成像系统 10 在系统成像全过程中可以相当小的损失适应各种各样的用户选择.

光楔校正过程

由于包括每批产品之间制造的变化和有效期等原因引起的变化,存储在 EPROM68 中的“理想”胶片型号不可能准确地反应任一给定时刻的实际胶片特性. 图像管理子系统 14 进行光楔校正,把胶片型号调整成反映胶片的实际特性. 在下列表情下进行光楔校正:(1)

把包含有新的一批胶片的胶片盒18装入激光成像器10时(根据盒上的条形码 42 读得的信息确定);(2)当两次不连续的图像印片之间的时间间隔超过预定的时间间隔(例如8小时)时;(3)当下文描述的光密度斑纹校正过程表明需要不能接受的曝光最大偏移来实现额定斑纹光密度时;(4)用户通过操纵控制板 66 请求校正.

为了方便光楔校正过程,把对应于一系列期望胶片光密度值的一系列激光驱动值(即测试光楔激光驱动值)存储在系统的 EPROM 内. 在光楔校正期间,图像管理子系统 14 用测试光楔激光驱动值驱动激光扫描系统 36,把一族光密度斑纹(即测试光楔)成像在一胶片上. 处理子系统 16 对包括测试光楔的已成像胶片进行显影,并由光密度计 52 测量测试光楔的实际光密度. 处理器 62 把测得的测试光楔光密度与存储在已成像胶片的胶片型号内的代表期望胶片光密度值的信息比较. 如果测得的胶片光密度值与期望的胶片光密度值之间有误差,则将胶片型号 Log(e)值线性转换,使之与所测 Log(e)值一致.

图 9 是存储在 EPROM68 的胶片型号的曲线图. 作为例子,图中示出的是 8 个光楔的测量光密度(T 值)82 . 测试光楔激光驱动值之间的连线表示在光楔校正期间图像管理系统 14 建立的分段线性修正的胶片型号 84 . 在光楔校正之后到另一次这样的校正之前,图像管理子系统 14 将连续地用已修正的胶片型号代替“理想”型号. 根据胶片型号所需的精确程度,可以使用数量较多的测试光楔激光驱动值,和/或者使用较复杂的非线性曲线拟合算法,在取样 T 值之间的修正胶片型号 84 上插入一些修正点. 在产生查阅表之前修正胶片型号提高了全系统转换函数的精度.

光密度斑纹校正过程

图像管理子系统 14 进行光密度斑纹校正过程,以补偿成像系统 10 的总转换函数相对长期漂移. 这类漂移偏差发生的周期从几小时到几天,主要是由处理器子系统 16 特性的改变(例如显影剂的消耗)引起的. 图像管理子系统 14 在每张胶片成像期间进行光密度斑纹校正过程,并通过调节激光扫描系统 36 的衰减器 46 补偿偏差.

系统的 EPROM 存有代表预定斑纹光密度相关激光驱动值的光密度斑纹信息. 在一个实施例中,预定斑纹光密度为 1.0,基本对应于图像的中间亮度. 光密度斑纹校正过程包括在每次成像操作期间从系统的 EPROM 中取得激光驱动值,并用该信息把单一光密度斑纹印到胶片的上边沿. 然后,处理子系统 16 对胶片显影,并由光密度计 52 测量斑纹光密度. 处理器 62 把测得的光密度与激光驱动值的期望图像光密度(根据适当的胶片型号确定)比较,并在随后的光密度斑纹校正过程根据此比较结果控制衰减器,使光密度差最小. 在一个实施例中,衰减器不进行调节,除非测得的斑纹光密度和期望的光密度之差的绝对值大于第一预定值. 为第一预定值和第二预定值之差的所有绝对值光密度差设定一组第一衰减器校正量. 同样,为大于第二预定值的所有绝对值光密度差设定第二组较大的衰减器校正量. 而且,如果光密度差大于第三预定值,图像管理系统 14 则起动测试光楔校正过程. 衰减器校正操作可以容易且有效地进行,而不需要以量化方式计算查阅表. 光密度斑纹校正进一步提高了全系统转换函数的完整性.

结论

成像系统 10 能自动适应媒体的改变、用户喜好的改变以及媒体显影参数的改变. 因此维持了系统转换函数完整性,而且不给用户带来不便. 计算查阅表的方法能使这种操作快速进行,从而方便若干

用户使用成像系统. 还能适应各种各样的用户喜好.

尽管已经参照最佳实施例描述了本发明,本技术领域的熟练人员会认识到,在形式上和细节上可以作出种种变化而不脱离本发明的精神和范围.

说 明 书 附 图

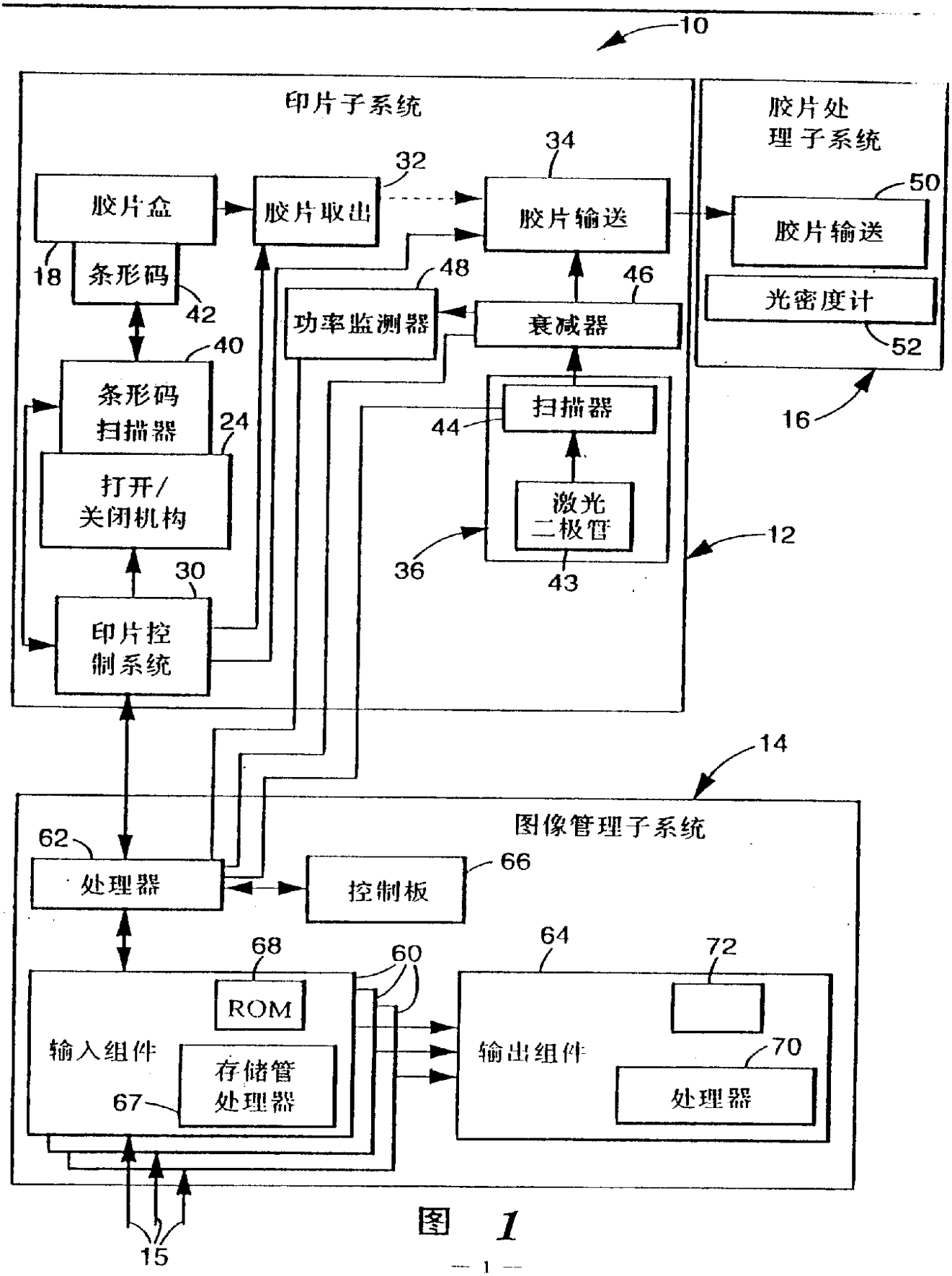

10
印片子系统
胶片处
理子系统
34
32
50
胶片盒
胶片取出
胶片输送
胶片输送
18
条形码
42
48
46
功率监测器
衰减器
光密度计
52
40
条形码
扫描器
24
扫描器
44
16
打开/
关闭机构
激光
二极管
12
30
36
43
印片控
制系统
14
图像管理子系统
62
处理器
控制板
66
64
72
68
60
ROM
输入组件
输出组件
70
存储管
处理器
处理器
67
15

图 1

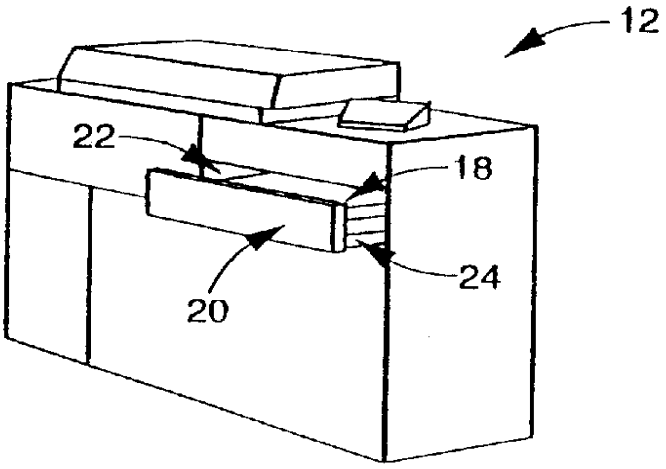

12
22
18
24
20

图 2

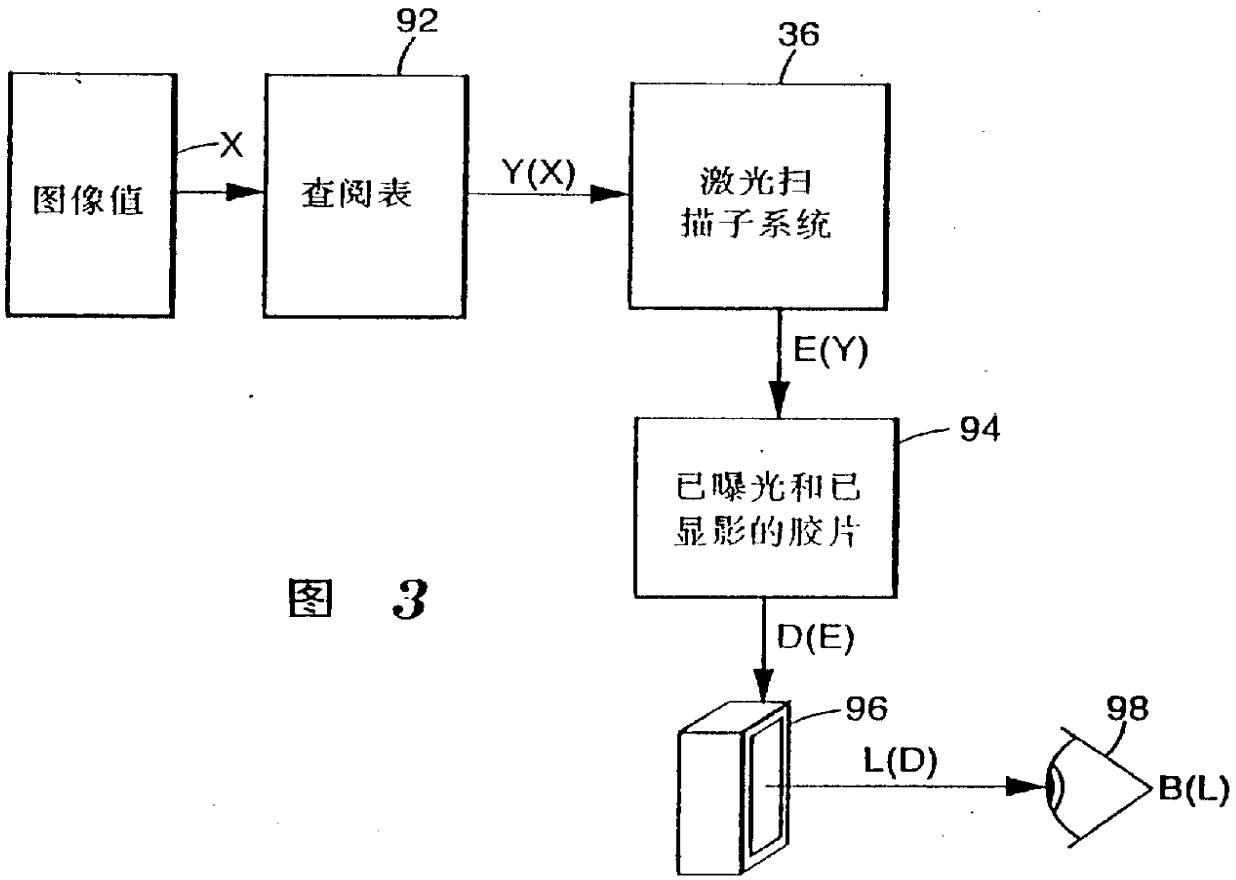

92
36
图像值
X
查阅表
Y(X)
激光扫
描子系统
E(Y)
94
已曝光和已
显影的胶片
D(E)
96
98
L(D)
B(L)

图 3

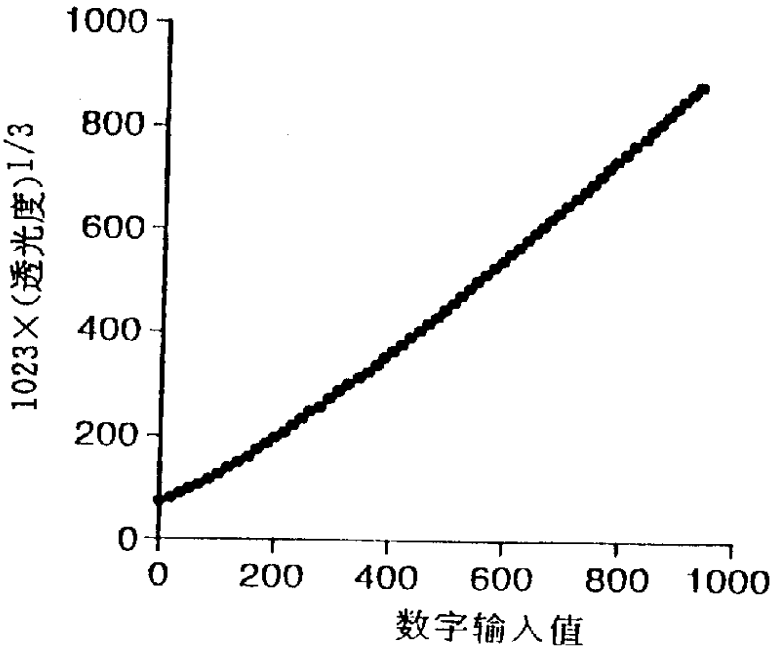

1000
800
600
400
200
0
1023×(透光度)1/3
0
200
400
600
800
1000
数字输入值

图 4

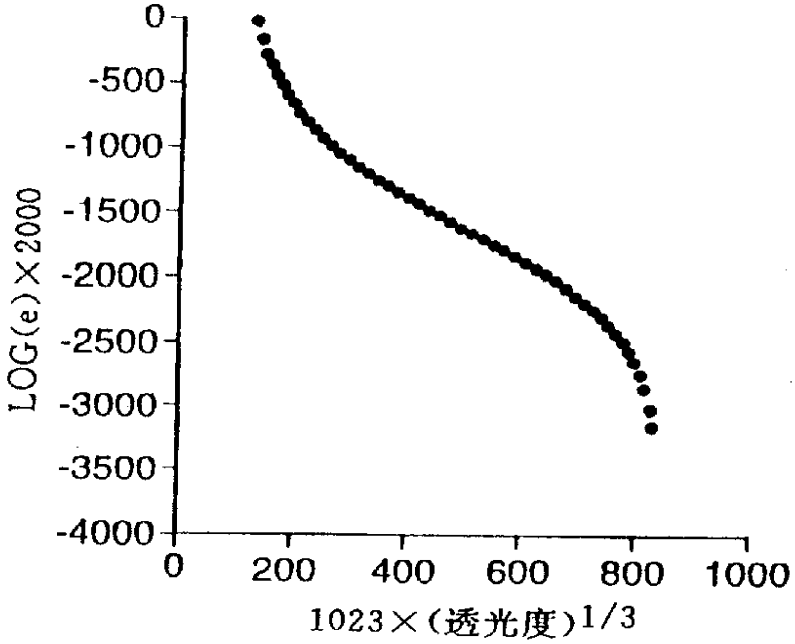

0
-500
-1000
-1500
-2000
-2500
-3000
-3500
-4000
LOG(e)×2000
0
200
400
600
800
1000
1023×(透光度)1/3

图 5

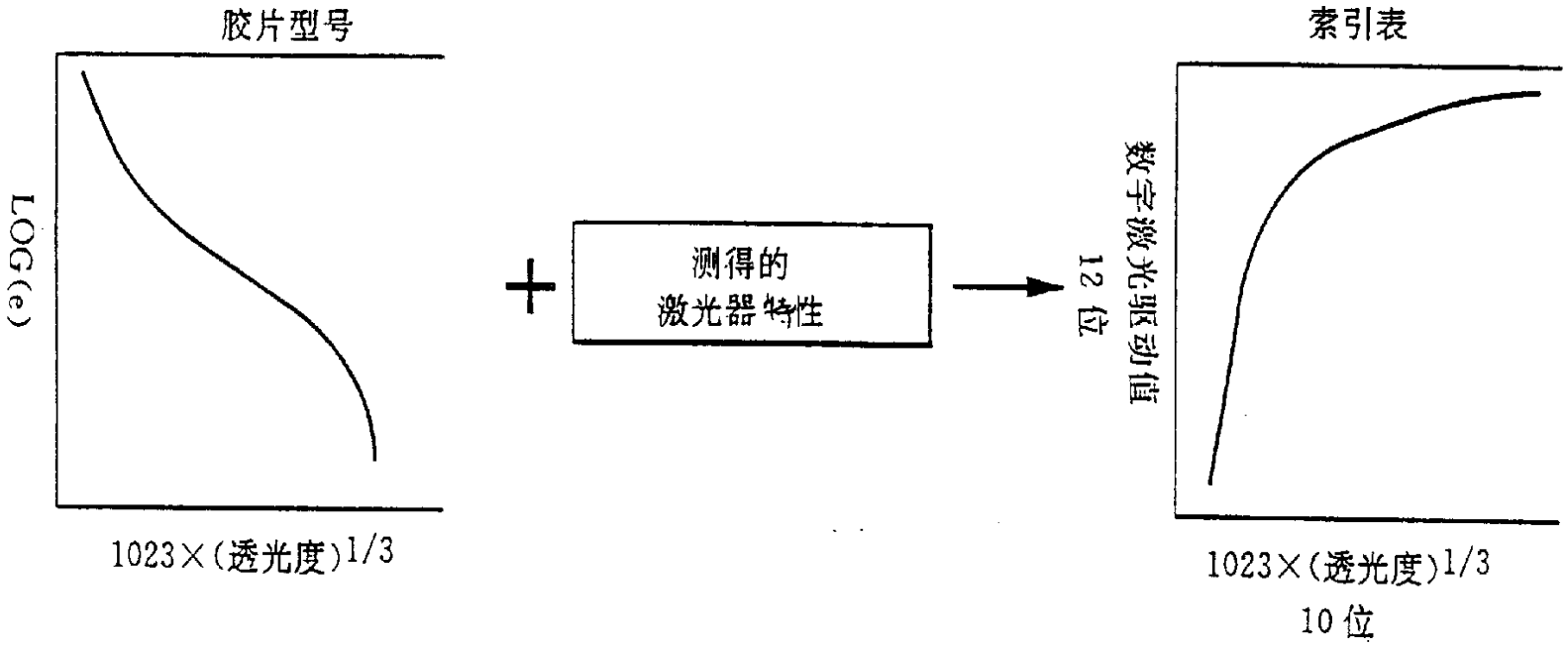

胶片型号
LOG(e)
1023×(透光度)1/3
测得的
激光器特性
索引表
数字激光驱动值
12 位
1023×(透光度)1/3
10 位

图 6

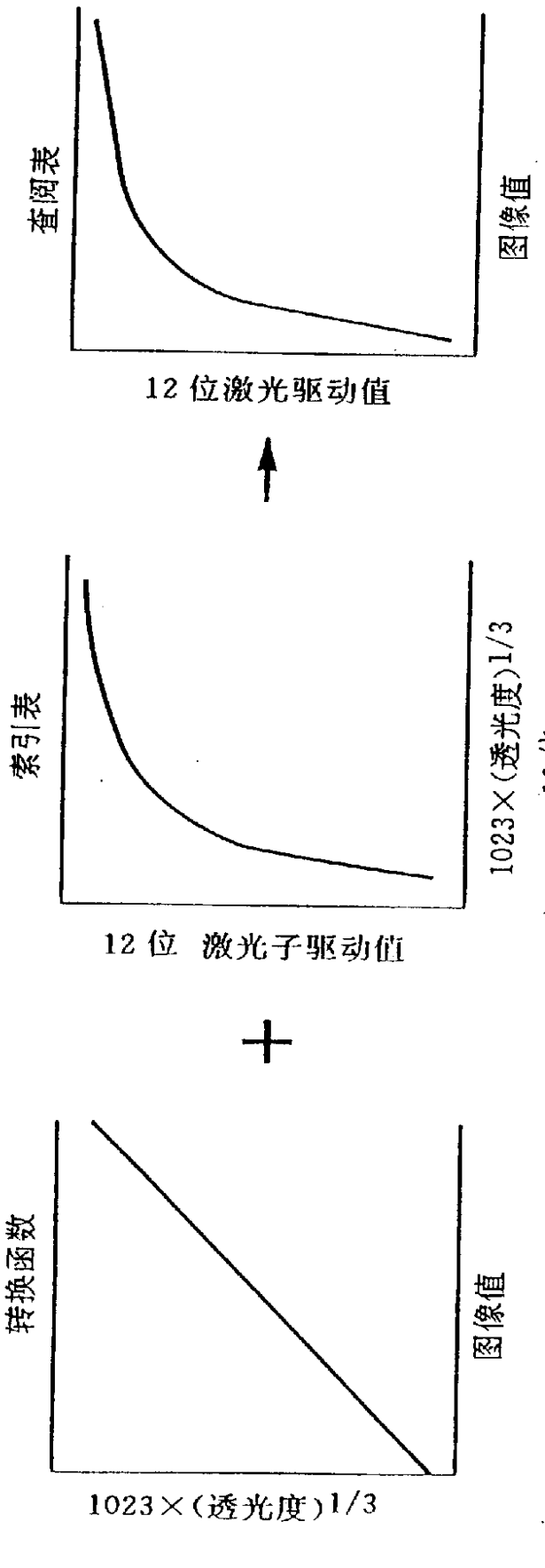

查阅表
图像值
12 位激光驱动值
索引表
1023×(透光度)1/3
10 位
12 位 激光子驱动值
转换函数
图像值
1023×(透光度)1/3

图 7

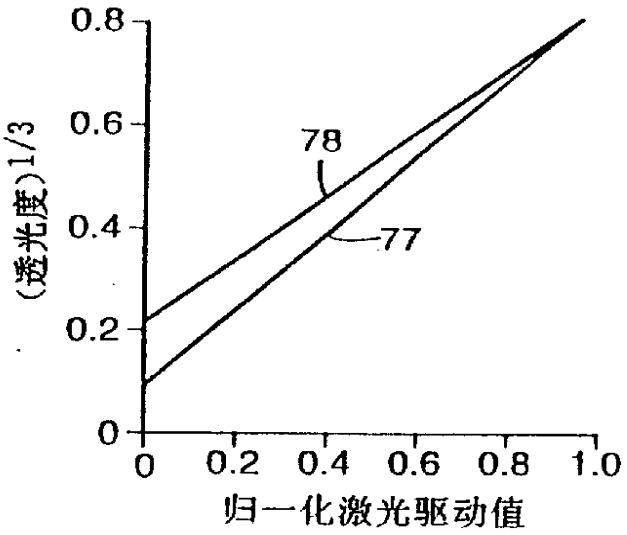

0.8
0.6
0.4
0.2
0
(透光度)1/3
78
77
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
归一化激光驱动值

图 *8a*

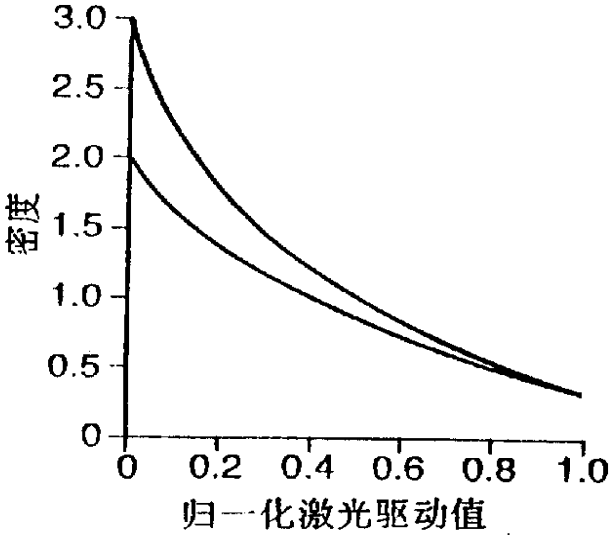

3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0
密度
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
归一化激光驱动值

图 *8b*

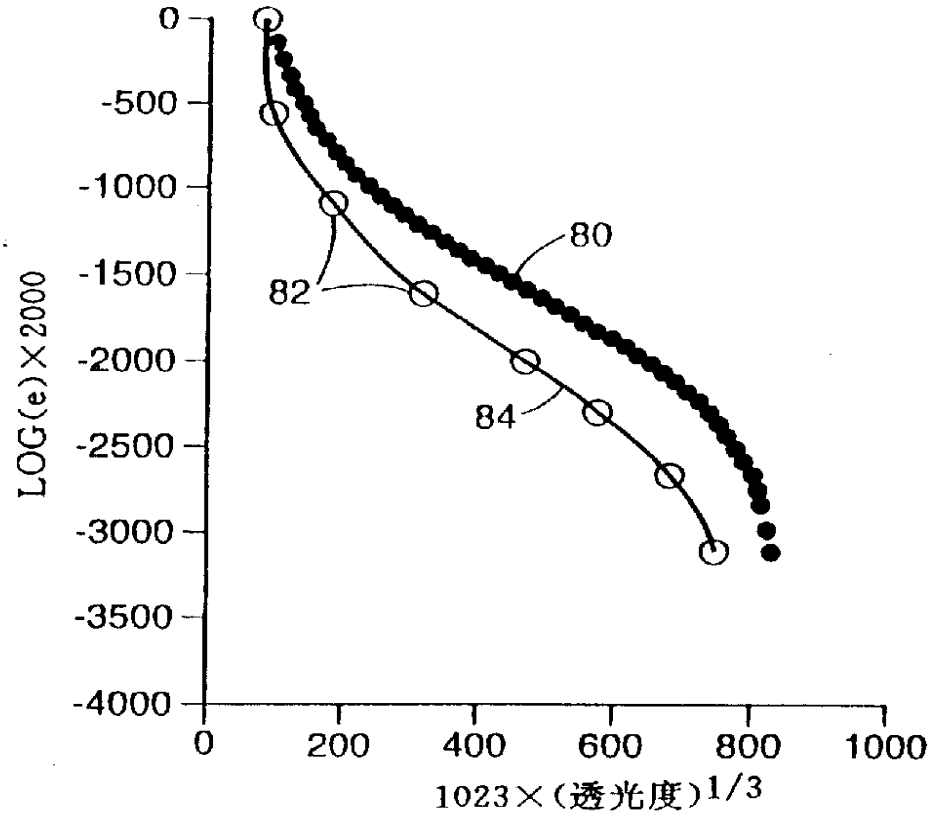

0
-500
-1000
-1500
-2000
-2500
-3000
-3500
-4000
LOG(e)×2000
80
82
84
0
200
400
600
800
1000
1023×(透光度)1/3

图 *9*