I401482

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 **(11)證書號數：TW I401482B1**

(45)公告日： 中華民國 102 (2013) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：097144240 (22)申請日： 中華民國 97 (2008) 年 11 月 14 日

(51)Int. Cl.： *G02B7/04 (2006.01)* *H04N5/225 (2006.01)*

(30)優先權：2007/11/16 日本 2007-298144

(71)申請人：富士軟片股份有限公司 (日本) FUJIFILM CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：米山一也 YONEYAMA, KAZUYA (JP)

(74)代理人：吳冠賜；林志鴻

(56)參考文獻：

WO 99/67743B2 WO 2004/063989A2

審查人員：吳允中

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：13 共 0 頁

(54)名稱

攝影系統及其製造方法、攝影裝置、移動終端設備、車載設備、及醫療設備

(57)摘要

本發明係有關於一種攝影系統，對投影到受光面上的光學像進行拍攝而獲得的圖像數據的品質能夠容易得到提高。在通過攝影透鏡(10)投影到攝影元件(20)的受光面(21)上的點像(P1)的有效區域的最大直徑是 3 像素以上的大小時，將與由從攝影元件(20)輸出的第一圖像數據(G1)表示的點像(P1)的狀態對應的復原係數(K)儲存在係數儲存部(30)中。在信號處理部(40)中，利用儲存在係數儲存部(30)的復原係數(K)對從攝影元件(20)輸出的第一圖像數據(G1)實施在攝影透鏡(10)的解析度高時生成與從攝影元件(20)輸出的第一圖像數據同等的第二圖像數據(G2)的復原處理(F)。

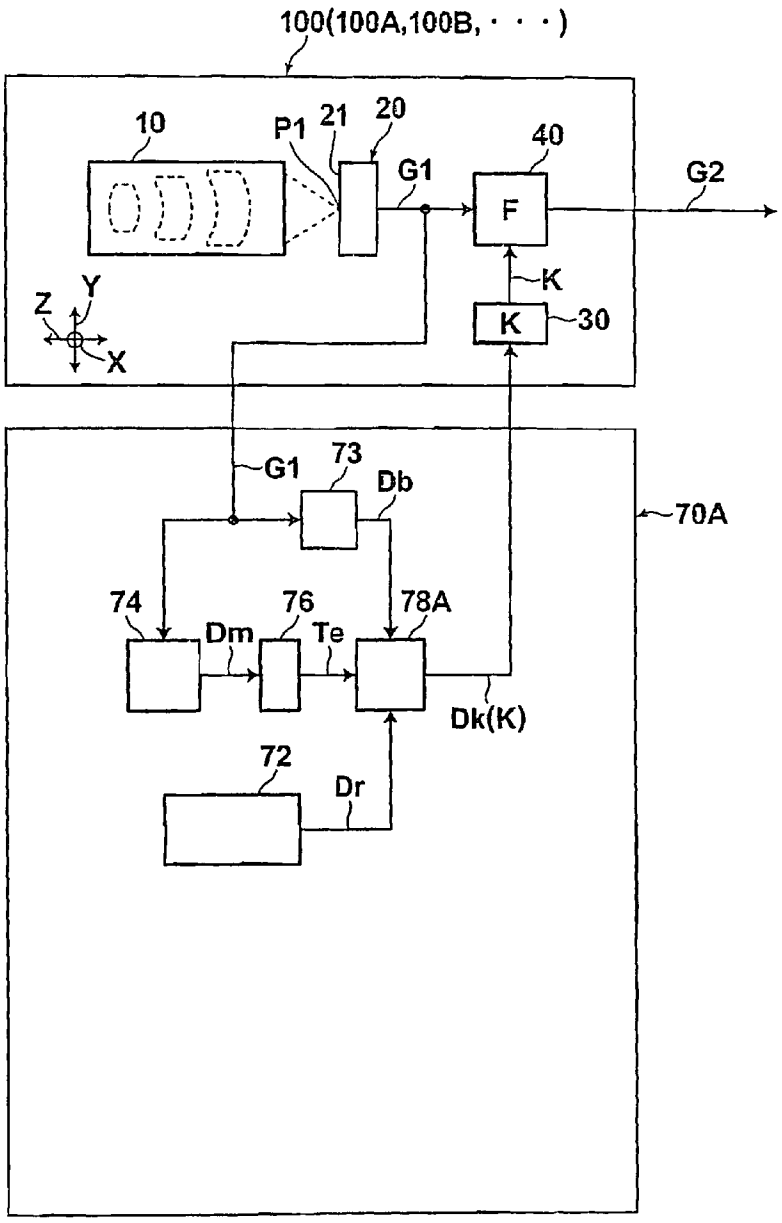


圖1

100,100A,100B・・・攝影系統

70A・・・復原係數取得裝置

10・・・攝影透鏡

20・・・攝影元件

21・・・受光面

30・・・係數儲存部

40・・・信號處理部

72・・・理想點像儲存部

73・・・點像模糊狀態取得部

74・・・點像直徑取得部

76・・・判斷部

78A・・・復原係數取得部

Te・・・信號

G1・・・第一圖像數據

G2・・・第二圖像數據

F・・・復原處理

P1・・・點像

K・・・復原係數

Dk・・・係數數據

Db・・・模糊點像狀態數據

Dm・・・直徑數據

Dr・・・設計數據、理想點像狀態數據

I401482

公告本

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※ 申請案號：97144240

※ 申請日：97.11.14　　※IPC 分類：G02B 7/04 (2006.01)
H04N 5/225 (2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

攝影系統及其製造方法、攝影裝置、移動終端設備、車載設備、及醫療設備

二、中文發明摘要：

本發明係有關於一種攝影系統，對投影到受光面上的光學像進行拍攝而獲得的圖像數據的品質能夠容易得到提高。在通過攝影透鏡(10)投影到攝影元件(20)的受光面(21)上的點像(P1)的有效區域的最大直徑是 3 像素以上的大小時，將與由從攝影元件(20)輸出的第一圖像數據(G1)表示的點像(P1)的狀態對應的復原係數(K)儲存在係數儲存部(30)中。在信號處理部(40)中，利用儲存在係數儲存部(30)的復原係數(K) 對從攝影元件(20)輸出的第一圖像數據(G1)實施在攝影透鏡(10)的解析度高時生成與從攝影元件(20)輸出的第一圖像數據同等的第二圖像數據(G2)的復原處理(F)。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖(1)。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100,100A,100B 攝影系統　70A 復原係數取得裝置

10 攝影透鏡　20 攝影元件

21 受光面　30 係數儲存部

40 信號處理部　72 理想點像儲存部

73 點像模糊狀態取得部　74 點像直徑取得部

76 判斷部　78A 復原係數取得部

Te 信號　G1 第一圖像數據

G2 第二圖像數據　F 復原處理

P1 點像　K 復原係數

Dk 係數數據　Db 模糊點像狀態數據

Dm 直徑數據

Dr 設計數據、理想點像狀態數據

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種透過拍攝被攝體的光學像而得到的圖像數據的品質能夠得以提高的攝影系統、包括該攝影系統的攝影裝置、移動終端設備、車載設備、及醫療設備、以及攝影系統的製造方法。

【先前技術】

眾所周知，利用具有二維狀配置多個受光像素而構成的受光面的CCD元件或CMOS元件等的攝影元件、對通過攝影透鏡成像在受光面上的被攝體的光學像進行拍攝的攝影系統。

此外，這種攝影系統的一例，將具有設計成景深變深的攝影透鏡的攝影系統直接安裝在電路基板上的車載用照相機或行動電話照相機等被實用化(參照專利文獻1)。而且，已知搭載攝影元件的受光像素數量增大且攝影透鏡的解析度提高的攝影系統而構成的高性能的車載用照相機或行動電話照相機。在這種可得到解析度高的圖像的高性能的車載用照相機或行動電話照相機中還已知具有攝影透鏡的解析度接近衍射極限的性能的照相機。

專利文獻1：(日本)特表2007-147951號公報

但是，在具有這種可形成解析度高的圖像的攝影透鏡的攝影系統的製造中，由於製造的困難性而難以提高合格率。即，由於不能生成可形成具有預定解析度的圖像的圖

像數據，因此有可能產生很多從製造生產線拆下而返回到再調節或再組裝的攝影系統。並且，就從製造生產線拆下的攝影系統而言，透過確定其原因且施以修正，從而得到再生以生成可形成預定解析度的圖像的圖像數據。

但是，從攝影系統輸出的圖像數據的圖像解析度降低的原因有很多，例如考慮構成攝影透鏡的各透鏡的形狀誤差(透鏡的表面形狀誤差、厚度誤差、偏心誤差)、攝影透鏡的組裝、調節誤差(透鏡的偏移誤差、傾斜誤差、透鏡之間的空氣間隔誤差)、攝影元件對攝影透鏡的定位誤差等的各種原因。因此，存在以下問題，即，為了透過確定解析度的降低原因並進行再調節或再組裝，再生以能夠生成可形成預定解析度的圖像的高品質的圖像數據的攝影系統，而龐大的費用產生。

【發明內容】

本發明是鑒於上述問題而做出的，其目的在於，提供一種對投影到受面上的光學像進行拍攝而獲得的圖像數據的品質得到提高的攝影系統、包括該攝影系統的攝影裝置、移動終端設備、車載設備、及醫療設備、以及攝影系統的製造方法。

本發明的第一攝影系統包括：攝影透鏡；攝影元件，包括二維狀排列多個受光像素而構成的受光面，且對通過攝影透鏡投影到受光面上的被攝體的光學像進行拍攝而輸出該被攝體的第一圖像數據；係數儲存單元，在通過攝影

透鏡投影到受光面上的點像的有效區域的最大直徑是該受光面上的受光像素的3像素以上的大小時，對與由從攝影元件輸出的第一圖像數據表示的點像的狀態對應的復原係數進行儲存；及信號處理單元，利用儲存在係數儲存單元的復原係數對從攝影元件輸出的第一圖像數據實施在攝影透鏡的解析度高時生成與從攝影元件輸出的第一圖像數據同等的第二圖像數據的復原處理；信號處理單元將由受光面上的縱向3像素以上及橫向3像素以上構成的合計9像素以上的像素區域作為最小單位進行復原處理。

係數儲存單元可以按每個攝影系統儲存對該攝影系統單獨求出的復原係數。

此外，係數儲存單元可以儲存從與分為多個種類的點像的各狀態對應的各復原係數的候補中按照第一圖像數據表示的點像的狀態所選擇出的復原係數。

而且，係數儲存單元可以儲存透過從與分為多個種類的點像的各狀態對應的多種復原係數的候補中按照第一圖像數據表示的點像的狀態所選擇出的復原係數進一步根據點像的狀態進行校正而成的已校正的復原係數。

攝影系統還可以包括取得復原係數並儲存在係數儲存單元中的復原係數取得單元。

信號處理單元可以將包含投影到受光面上的點像的有效區域的全部的最小像素區域作為最小單位實施復原處理。

信號處理單元較佳地實施復原處理，使得第二圖像數據表示的圖像中的點像的有效區域的大小小於第一圖像數據表示的圖像中的點像的有效區域的大小。

本發明的攝影裝置包括上述攝影系統。

本發明的移動終端設備包括上述攝影系統。

本發明的車載設備包括上述攝影系統。

本發明的醫療設備包括上述攝影系統。

本發明的第二攝影系統包括：攝影透鏡；攝影元件，包括二維狀排列多個受光像素而構成的受光面，對通過攝影透鏡投影到受光面上的被攝體的光學像進行拍攝而輸出該被攝體的第一圖像數據；係數儲存單元，在通過攝影透鏡投影到受光面上的點像的有效區域的最大直徑是3像素以上的大小時，儲存了與由從攝影元件輸出的第一圖像數據表示的點像的狀態對應的復原係數；及信號處理單元，利用復原係數對第一圖像數據實施在攝影透鏡的解析度高時生成與從攝影元件輸出的第一圖像數據同等的第二圖像數據的復原處理；信號處理單元將由受光面上的縱向3像素以上及橫向3像素以上構成的合計9像素以上的像素區域作為最小單位進行復原處理。

本發明的攝影系統的製造方法在於，在第二攝影系統的製造中，通過攝影透鏡將點像投影到攝影元件的受光面上，且在係數儲存單元中儲存與由該攝影元件所輸出的第一圖像數據表示的點像的狀態的復原係數。

按每個攝影系統對該攝影系統單獨求出復原係數。

復原係數是在與分為多個種類的點像的各狀態對應的各復原係數的候補中按照第一圖像數據表示的點像的狀態所選擇的。

此外，復原係數是從與分為多個種類的該點像的各狀態對應的多種復原係數的候補中按照第一圖像數據表示的點像的狀態所選擇出的復原係數進一步根據點像的狀態進行了校正的復原係數。

而且，可以按每個攝影系統對該攝影系統單獨求出復原係數。

投影到受光面上的點像的有效區域的最大直徑，可以是投影到受光面上的點像的有效區域在包含最多的受光像素的方向上的該有效區域的直徑，上述「投影到受光面上的點像的有效區域的最大直徑是3像素以上的大小時」可以是「投影到受光面上的點像的有效區域在包含最多的受光像素的方向上，該有效區域是受光像素的3像素以上的大小時」。

上述「點像的有效區域」意味著具有點像的光強分佈中的峰值強度的$1/e^2$(大約13.5%)以上的光強的區域。

此外，上述「復原處理」可以採用(日本)特開2000-123168號公報、0002～0016段中介紹的圖像復原處理等。並且，在復原處理的實施中，可以應用後述的非專利文獻[鷲澤嘉一、山下幸彥著，題目「Kernel Wiener Filter」，2003 Workshop on Information-Based Induction Sciences，(IBIS2003)，Kyoto，Japan，Nov 11-12，2003]的技術等。

本發明的第一攝影系統包括：係數儲存單元，在通過攝影透鏡投影到受光面上的點像的有效區域的最大直徑是3像素以上的大小時，儲存與由從攝影元件輸出的第一圖像數據表示的點像的狀態(以後還稱為點像的模糊狀態)對應的復原係數；及信號處理單元，利用復原係數對第一圖像數據實施在攝影透鏡的解析度高時生成與從攝影元件輸出的第一圖像數據同等的第二圖像數據那樣的復原處理；信號處理單元將由受光面上的縱向3像素以上及橫向3像素以上構成的合計9像素以上的像素區域作為最小單位進行復原處理，因此，若在係數儲存單元中儲存復原係數，則可以實施利用該復原係數的復原處理，由此，對投影到受光面上的光學像進行拍攝而獲得的圖像數據的品質就能夠容易得以提高。

即，不需要像過去那樣在從攝影系統輸出的第一圖像數據表示的圖像的解析度未達到預定的水平時確定其原因並再調節或再組裝攝影透鏡等，單純地在係數儲存單元中儲存與由攝影系統拍攝的點像的模糊狀態對應的復原係數，僅對該第一圖像數據實施復原處理(圖像處理)，可以得到具有預定的解析度的圖像的第二圖像數據，所以對投影到受光面上的光學像進行拍攝而獲得的圖像數據的品質就可以容易得到提高。

而且，還將「點像的狀態」稱為「點像的模糊狀態」，其理由在於，通過攝影透鏡投影到受光面上的點像、及拍攝該點像而得到的第一圖像數據表示的點像，因圖像透鏡

像差的影響等，而其品質與對應於該點像的物點即被攝體相比有些劣化。即，在例如被攝體為解析度圖表時，通過攝影透鏡投影到受光面上的解析度圖表的像、及拍攝該解析度圖表的像而得到的第一圖像數據表示的解析度圖表的圖像的解析度，低於被攝體的解析度圖表的解析度。並且，該「點像的狀態」或「點像的模糊狀態」主要表示點像的解析度的劣化狀態。

此外，若係數儲存單元按每個攝影系統儲存對該攝影系統單獨求出的復原係數，則可以更準確地求出復原係數，且可以更準確地執行復原處理，所以對投影到受面光的光學像進行拍攝而獲得的圖像數據的品質就能夠可靠地得到提高。

而且，若係數儲存單元儲存從與分為多個種類的點像的各模糊狀態對應的各復原係數的候補中按照第一圖像數據表示的點像的模糊狀態所選擇出的復原係數，則與對每個攝影系統單獨求出復原係數的情況相比，可以更容易設定復原係數。

這裡，若係數儲存單元儲存：透過從與分為多個種類的該點像的各模糊狀態對應的多種復原係數的候補中按照第一圖像數據表示的該點像的模糊狀態所選擇出的復原係數進一步根據點像的狀態進行校正而成的已校正的復原係數，則與對每個攝影系統單獨求出復原係數的情況相比，可以抑制求出復原係數時的精度下降的同時更容易取得該復原係數。

而且，若攝影系統包括取得復原係數並儲存在係數儲存單元中的復原係數取得單元，則可以更可靠地取得復原係數。

此外，若信號處理單元將包含投影到受光面上的點像的有效區域的全部的最小像素區域作為最小單位執行復原處理，則可以抑制用於執行復原處理的運算量的增大，可以高效率地實施復原處理。

此外，若信號處理單元執行復原處理，使得第二圖像數據表示的圖像中的點像的有效區域的大小小於第一圖像數據表示的圖像中的點像的有效區域的大小，則能夠更可靠地提高對投影到受光面的光學像進行拍攝而得到的圖像數據的品質。

本發明的攝影裝置、移動終端設備、車載設備、醫療設備的每一個具有上述攝影系統，所以可以如上所述地容易提高對投影到受光面的光學像進行拍攝而得到的圖像數據的品質。

本發明的第二攝影系統包括：係數儲存單元，在通過攝影透鏡投影到受光面上的點像的有效區域的最大直徑是3像素以上的大小時，儲存與由從攝影元件輸出的第一圖像數據表示的點像的狀態對應的復原係數；及信號處理單元，利用復原係數對第一圖像數據實施在攝影透鏡的解析度高時生成與從攝影元件輸出的第一圖像數據同等的第二圖像數據的復原處理；信號處理單元將由受光面上的縱向3像素以上及橫向3像素以上構成的合計9像素以上的像素區

域作為最小單位進行復原處理，因此，透過與第一攝影系統同樣地，利用復原係數的復原處理的實施，就使對投影到受光面的光學像進行拍攝而獲得的圖像數據的品質容易得以提高。

本發明的攝影系統的製造方法是在第二攝影系統的製造中，透過攝影透鏡將點像投影到攝影元件的受光面上，在係數儲存單元中儲存與由從該攝影元件輸出的第一圖像數據表示的點像的狀態的復原係數，所以可以高效地製造第二攝影系統。

例如，即使在從攝影系統輸出的圖像數據表示的圖像的解析度因製造上的程度等而未達到預定的水平時，可以比過去容易地實施提高圖像的解析度的攝影系統的再生處理。即，透過將復原係數儲存在係數儲存單元的攝影系統，能夠容易地實施提高從該攝影系統輸出的圖像數據的品質的復原處理，所以能夠將圖像解析度未達到預定水平的攝影系統容易地再生為得到預定水平的圖像解析度的攝影系統，由此可以高效地製造攝影系統。

而且，若大量生產攝影系統，則可以高效地製造上述攝影系統並享受更大的效果。

【實施方式】

下面，利用圖式對本發明的實施方式進行說明。圖1是表示本發明的攝影系統的簡要結構及本發明的攝影系統的製造方法的方塊圖。

[關於攝影系統的結構]

以下對攝影系統的結構進行說明。

圖1所示的本發明的攝影系統100包括：攝影透鏡10；攝影元件20，包括二維狀排列多個受光像素而構成的受光面21，該攝影元件對通過攝影透鏡10投影到受光面21上的被攝體的光學像P1進行拍攝，輸出該被攝體的第一圖像數據G1；係數儲存部30，在通過攝影透鏡10投影到受光面21上的點像的有效區域的最大直徑是3像素以上的大小時，儲存與由從攝影元件20輸出的第一圖像數據G1表示的點像P1的模糊狀態對應的復原係數K；及信號處理部40，利用儲存在係數儲存部30中的復原係數K對第一圖像數據G1實施復原處理F，以在攝影透鏡10的解析度高時生成與從攝影元件20輸出的第一圖像數據G1同等的第二圖像數據G2。

該信號處理部40將由受光面21上的縱向3像素以上及橫向3像素以上構成的合計9像素以上的像素區域作為最小單位實施復原處理F。

這裡，投影到受光面21上的點像P1的有效區域的最大直徑，是投影到受光面21上的點像P1的有效區域在包含最多的受光像素的方向上的該有效區域的直徑。

而且，在圖1中用箭頭Z表示的方向是攝影透鏡10的光軸方向，用箭頭X、Y表示的方向是與受光面21平行的方向。

這裡，設置在攝影系統100的外部的復原係數取得裝置70A，取得與由從攝影元件20輸出的第一圖像數據G1表示

的點像P1的模糊狀態對應的復原係數K，將該復原係數K儲存在係數儲存部30中。

該復原係數取得裝置70A包括：理想點像儲存部72，預先儲存有在包含攝影透鏡10的光學系統中完全沒有誤差時的點像有關的設計數據或者與優越於它的理想點像狀態有關的理想點像狀態數據中的任一個數據Dr；點像模糊狀態取得部73，對從攝影元件20輸出的第一圖像數據G1表示的點像的模糊狀態進行分析，取得表示該分析結果的模糊點像狀態數據Db；點像直徑取得部74，用於取得通過攝影透鏡10投影到受光面21上的點像P1的有效區域的最大直徑；判斷部76，判斷透過點像直徑取得部74得到的最大直徑是否是受光面21上的3像素以上的大小；以及復原係數取得部78A，在由判斷部76判斷為最大直徑是受光面21上的3像素以上的大小時，輸入從點像模糊狀態取得部73輸出的模糊點像狀態數據Db及儲存在理想點像儲存部72中的設計數據或理想點像狀態數據即數據Dr，並透過利用兩者的運算而取得表示與第一圖像數據G1表示的點像P1的模糊狀態對應的復原係數K的係數數據Dk，將該係數數據Dk的復原係數K儲存在係數儲存部30中。

此外，用於本發明的攝影系統的攝影透鏡不限於必定通過該攝影透鏡將光學像準確「成像」在受光面上的攝影透鏡，即使是通過攝影透鏡未將光學像準確「成像」在受光面上的攝影透鏡也可以採用，因此在本發明中對通過攝影透鏡將光學像「投影」在受光面上的攝影透鏡進行說明。

「未成像」狀態可以解釋為所謂模糊的像，但是包括例如由製造誤差引起的生成比本來的點像更擴散的點像的狀態、或由於設計性的制約條件(光學系統的大小或成本)只能提供比設計值自身本來想得到的點像大的點像的狀況。

此外，如上所述，主要表示點像的解析度的劣化狀態的模糊點像狀態數據Db，例如可以表示點像P1的有效區域的大小或點像P1的受光面上的亮度分佈(在圖像中的濃度分佈)等。

[關於攝影系統的作用]

接著，對上述攝影系統的作用進行說明。

首先，對由復原係數取得裝置求出復原係數而將該復原係數儲存在係數儲存部的情況的一例進行說明。

通過攝影透鏡10投影到受光面21上的被攝體的光學像由攝影元件20拍攝，從攝影元件20輸出的被攝體的第一圖像數據G1被輸入到點像模糊狀態取得部73及點像直徑取得部74。

輸入了第一圖像數據G1的點像模糊狀態取得部73，對第一圖像數據G1表示的點像的模糊狀態進行分析並輸出表示其分析結果的模糊點像狀態數據Db。

此外，輸入了第一圖像數據G1的點像直徑取得部74，求出投影到受光面21上的點像P1的有效區域的最大直徑，且輸出表示該最大直徑的直徑數據Dm。輸入了表示最大直徑的直徑數據Dm的判斷部76，判斷點像P1的有效區域的最

大直徑是否是受光面21上的3像素以上的大小，在判斷為最大直徑是3像素以上的大小時，輸出信號Te。

輸入了該信號Te的復原係數取得部78A，輸入從點像模糊狀態取得部73輸出的模糊點像狀態數據Db及預先儲存在理想點像儲存部72中的設計數據或作為理想點像狀態數據的數據Dr，並透過利用兩者的運算而取得與點像P1的模糊狀態對應的復原係數K，且輸出表示該復原係數K的係數數據Dk。

從復原係數取得部78A輸出的係數數據Dk被輸入到係數儲存部30，在該係數儲存部30儲存係數數據Dk表示的復原係數K。

並且，作為實現點像模糊狀態取得部73及點像直徑取得部74的功能的例子，舉出後述的DxO Labs公司(法國)製造的DxO分析儀(analyser)。若採用該DxO分析儀，可以透過對從攝影元件20輸出的第一圖像數據G1進行分析來求出投影到受光面21上的點像P1的模糊狀態(解析度的劣化狀態)或有效區域的最大直徑。

如上述，在係數儲存部30中儲存有復原係數K，由此攝影系統100成為可實施復原處理的狀態。

[關於復原處理]

接著，說明利用儲存在係數儲存部30的復原係數K對從攝影元件20輸出的第一圖像數據進行復原處理F而取得表示解析度比第一圖像數據所示的圖像更高的圖像的第二

圖像數據的情況。而且，在下面的說明中，主要說明對表示點像的第一圖像數據實施復原處理F的情況。

圖2(a)是在縱軸表示光強E、橫軸表示受光面上的X方向的位置的坐標上表示點像的光強分佈的圖。圖2(b)是在縱軸表示受光面上的Y方向的位置、橫軸表示受光面上的X方向的位置的坐標上，表示構成受光面的受光像素的各像素區域(圖中用符號Rg表示)和投影到該受光面的點像的圖；圖3(a)是在第一圖像數據表示的圖像中所示的點像的圖像的圖；圖3(b)是在第二圖像數據表示的圖像中所示的點像的圖像的圖。並且，圖3(a)和圖3(b)分別所示的圖像中的各像素區域(圖中用符號Rg'表示)的大小相互一致。並且，構成受光面21的受光像素的各像素區域Rg與第一圖像數據G1或第二圖像數據G2表示的圖像中的圖像區域Rg'成為相互對應的區域。

此外，圖4(a)是在縱軸表示光強E、橫軸表示受光面上的X方向的位置的坐標上表示攝影透鏡10的解析度高時會投影到受光面21上的點像的光強分佈的圖。此外，這還可以考慮為與光學系統無關地表示理想的點像狀態。圖4(b)是在縱軸表示受光面上的Y方向的位置、橫軸表示受光面上的X方向的位置的坐標上，表示構成受光面的受光像素的各像素區域(圖中用符號Rg表示)及攝影透鏡10的解析度高時會投影到受光面21上的點像P2的圖。

通過攝影透鏡10投影到受光面21上的光學像即點像P1的有效區域R1的最大直徑M1，如圖2(b)所示是構成受光面

21的受光像素的連續的3像素的大小。此外，該有效區域R1是由受光面21上的縱向3像素及橫向3像素構成的合計9像素的區域。即，有效區域R1是佔有構成受光面21的受光像素的9像素部分(3像素x3像素)的區域。

此外，如圖2(a)所示，點像P1的有效區域R1是具有表示點像P1的光強分佈H1中的峰值強度Ep1的$1/e^2$以上的光強的區域。

投影到受光面21上的點像P1由攝影元件20拍攝，表示該點像P1的第一圖像數據G1從攝影元件20輸出。

如圖3(a)所示，與該第一圖像數據G1表示的圖像Zg1中所示的點像P1對應的圖像P1'，仍表示為該有效區域R1'在圖像中9像素部分(3像素x3像素)的圖像。

接著，輸入了該圖像數據G1的信號處理部40，對第一圖像數據G1實施利用復原係數K1的復原處理F，而得到第二圖像數據G2。

如圖3(a)、(b)所示，與第一圖像數據G1表示的點像的圖像P1'對應的第二圖像數據G2表示的圖像Zg2中的點像的圖像P2'，該圖像P2'的有效區域R2'與第一圖像數據G1表示的圖像Zg1中的點像的圖像P1'的有效區域R1'相比減小。因此，在圖像Zg2中所示的點像圖像P2'的最大直徑M2'(圖像區域Rg'的3像素部分的區域)也比圖像Zg1中所示的點像的圖像P1'的最大直徑M1'(圖像區域Rg'的1像素部分的區域)減小。

即，該圖3(b)所示的第二圖像數據G2表示的點像的圖像P2'，與對在攝影透鏡10的解析度高時會投影到受光面21上的點像P2(參照圖4)進行拍攝的、且由從攝影元件20輸出的第一圖像數據表示的點像的圖像，成為同等的圖像。

更具體地，對通過攝影透鏡10投影到受光面21上的有效區域R1涉及9像素部分的點像P1(參照圖2(a)、(b))進行拍攝後的從攝影元件20輸出的第一圖像數據G1實施利用復原係數K的復原處理F而得到的第二圖像數據G2表示的點像的圖像P2'(參照圖3(b))，與對攝影透鏡10的解析度提高時預計投影到受光面21上的點像P2(有效區域R2的最大直徑M2包含在一個像素區域Rg中，參照圖4(a)、(b))進行拍攝後的從攝影元件20輸出的第一圖像數據G1表示的點像的圖像，成為同等的圖像。

而且，圖4(a)、(b)所示的受光面21上的一個像素區域Rg中包含的點像P2的有效區域R2，與點像P1的情況同樣地，是具有表示點像P2的光強分佈H2中的峰值強度Ep2的$1/e^2$以上的光強的區域。這裡，點像P2的有效區域R2是包含在一個像素區域Rg中的大小。

這樣，對第一圖像數據實施復原處理而得到的第二圖像數據表示的圖像的解析度，可以高於第一圖像數據表示的圖像的解析度。

此外，透過該復原處理F，可以得到與擴大攝影透鏡10的景深時得到的圖像相同的圖像，所以上述復原處理還稱為實質上放大攝影透鏡10的景深的處理。

並且，在基於信號處理部40的、利用與第一圖像數據G1表示的點像P1的狀態對應的復原係數K的復原處理F中，可以採用上述的特開2000-123168號公報、0002～0016段介紹的圖像復原處理等。

在上述說明中對拍攝點像的情況進行了說明，但是，通過攝影透鏡10投影到受光面21上的被攝體的光學像被考慮為表示被攝體的點像的集合，所以無論拍攝的被攝體是哪種物體，也可以對上述第一圖像數據實施復原處理而生成以高於該第一圖像數據表示的圖像的解析度表示圖像的第二圖像數據。

[關於復原係數取得裝置的變形例]

下面，對復元係數取得裝置的變形例進行說明。

在係數儲存部30中儲存與由從攝影元件輸出的第一圖像數據表示的點像的模糊狀態對應的復原係數K1的復元係數取得裝置，可以構成為與上述第1例的復元係數取得裝置70A不同的、下面說明的第二例的復元係數取得裝置70B或第三例的復原係數取得裝置70C。

圖5是表示第二例的復原係數取得裝置70B的圖，圖6是表示第三例的復原係數取得裝置70C的圖。圖7是表示包括復原係數取得裝置的攝影系統的圖，圖8是表示在信號處理部包括復原係數取得裝置及係數儲存部的攝影系統的圖。而且，在圖5～圖8中，關於具有與上述第1例的復原係數取得裝置70A相同的功能的構成因素，用與該第1例的復原係數取得裝置70A的情況相同的符號表示。

第二例的復原係數取得裝置70B，如圖5所示，包括：候補係數儲存部79，儲存有與預先分為多個種類的點像的各模糊狀態對應的各復原係數的候補K1、K2…；點像模糊狀態取得部73，對從攝影元件20輸出的第一圖像數據G1表示的點像的模糊狀態進行分析並取得表示其分析結果的模糊點像狀態數據Db而向後述的復原係數取得部78B輸出；點像直徑取得部74，用於取得通過攝影透鏡10投影到受光面21上的點像P1的有效區域的最大直徑；判斷部76，判斷透過點像直徑取得部74得到的最大直徑是否是受光面21上的3像素以上的大小；以及復原係數取得部78B，在由判斷部76判斷為最大直徑是受光面21上的3像素以上的大小時，從復原係數的候補K1、K2…中選擇與模糊點像狀態數據Db表示的點像P1的模糊狀態對應的復原係數(例如K1)，將該復原係數K1儲存在係數儲存部30中。

該復原係數取得裝置70B，由點像直徑取得部74取得通過攝影透鏡10投影到受光面21上的點像P1的有效區域的最大直徑，將表示該最大直徑的直徑數據Dm向判斷部76輸出。輸入了直徑數據Dm的判斷部76，判斷最大直徑是否是受光面21上的3像素以上的大小，在判斷為是3像素以上的大小時，將表示該情況的信號Te向復原係數取得部78B輸出。輸入了信號Te的復原係數取得部78B，從候補係數儲存部79所儲存的復原係數的候補K1、K2…中選擇與模糊點像狀態數據Db表示的點像P1的模糊狀態對應的復原係數(例

如K1)，將表示該復原係數K1的係數數據Dk輸出到係數儲存部30中進行儲存。

即，在係數儲存部30中儲存從與分為多個種類的點像的各模糊狀態對應的各復原係數的候補K1、K2…中根據第一圖像數據G1表示的點像的模糊狀態所選擇出的復原係數(例如K1)。

另一方面，第三例的復原係數取得裝置70C如圖6所示那樣包括：候補係數儲存部79，儲存有與預先分為多個種類的點像的各模糊狀態對應的各復原係數的候補K1、K2…；理想點像儲存部72，預先儲存有在攝影透鏡10的解析度高時與通過該解析度高的攝影透鏡投影到受光面21上的理想的點像有關的設計數據或理想點像狀態數據即數據Dr；點像模糊狀態取得部73，對從攝影元件20輸出的第一圖像數據G1表示的點像的模糊狀態進行分析，取得表示該分析結果的模糊點像狀態數據Db並向後述的復原係數取得部78C輸出；點像直徑取得部74，用於取得通過攝影透鏡10投影到受光面21上的點像P1的有效區域的最大直徑；及判斷部76，判斷通過點像直徑取得部74得到的最大直徑是否是受光面21上的3像素以上的大小。

而且，該復原係數取得裝置70C包括復原係數取得部78C，該復原係數取得部78C在由判斷部76判斷為最大直徑是受光面21上的3像素以上的大小時，從復原係數的候補K1、K2…中選擇與從點像模糊狀態取得部73輸出的模糊點像狀態數據Db表示的點像P1的模糊狀態對應的復原係數

(例如K1)，並取得透過利用模糊點像狀態數據Db及預先儲存在理想點像儲存部72中的點像的設計數據或理想點像狀態數據即數據Dr的運算對該復原係數K1進行校正而成的已校正的復原係數K1'的係數數據Dk(K1')，將該係數數據Dk(K1')表示的已校正的復原係數K1'儲存在係數儲存部30中。

就該復原係數取得裝置70C而言，由點像直徑取得部74取得通過攝影透鏡10投影到受光面21上的點像P1的有效區域的最大直徑，向判斷部76輸出表示該最大直徑的直徑數據Dm。輸入了直徑數據Dm的判斷部76對最大直徑是否是受光面21上的3像素以上的大小進行判斷，若判斷為是3像素以上的大小時，將表示該情況的信號Te向復原係數取得部78B輸出。輸入了信號Te的復原係數取得部78B從候補係數儲存部79所儲存的復原係數的候補K1、K2…中選擇與模糊點像狀態數據Db表示的點像P1的模糊狀態對應的復原係數(例如K1)，取得透過利用模糊點像狀態數據Db及預先儲存在理想點像儲存部72中的點像的設計數據或理想點像狀態數據即數據Dr的運算對該復原係數K1進行校正而成的已校正的復原係數K1'，並將該已校正的復原係數K1'儲存在係數儲存部30中。

即，在係數儲存部30中儲存：對從與分為多個種類的點像的各模糊狀態對應的多種復原係數的候補中按照第一圖像數據G1表示的點像P1的模糊狀態所選擇出的復原係數

(例如K1)進一步按照點像的模糊狀態進行了校正的已校正的復原係數K1'。

而且，攝影系統100可以是作為其一部分具備復原係數取得裝置70A、70B或70C的系統，也可以是不設置復原係數取得裝置70A、70B及70C中的任一個的系統。

此外，圖7所示的攝影系統100'是將具有與復原係數取得裝置70A、70B或70C等相同的功能的復原係數取得裝置70內置在攝影系統的殼體內的系統。攝影系統可以這樣構成。

而且，圖8所示的攝影系統100"是將如上所述的復原係數取得裝置70及係數儲存部30內置在信號處理部40'中的系統。攝影系統也可以這樣構成。

[關於攝影系統的性能]

接著，對攝影系統100所使用的由攝影透鏡10和攝影元件20構成的攝影系統的性能進行說明。

圖9是在橫軸以對數刻度(m)表示從攝影透鏡到物點的光軸方向的距離U、縱軸表示與在受光面上連續排列的像素區域的數量(N)對應的長度的坐標上，示意地示出沿光軸方向移動物點時與投影到受光面上的該物點對應的點像的有效區域的最大直徑的變化的圖。

這裡，將物點從大致與攝影透鏡接觸的近點的位置(接近到大約0.01m的位置)移動到相對於攝影透鏡大致無限遠的遠點的位置(大約相距10m的位置)。

由圖9中的系列A-1、A-2、A-3表示的3種曲線(實線)，示意地示出透過本發明的攝影系統的攝影透鏡10投影到受光面21上的互不相同的特定區域(相互之間像高不相同的受光面上的特定區域)的各點像的有效區域的最大直徑的變化。此外，圖9中的系列Aw所表示的曲線(虛線)，表示透過現有的攝影系統(例如車載用照相機、行動電話用照相機、醫療設備用照相機等)所使用的攝影透鏡投影到受光面上的點像的有效區域的最大直徑的一般變化。

根據圖9可知，在現有的攝影系統中，透過將物點投影在受光面21上而成的點像的有效區域的最大直徑，隨著物點沿光軸方向的移動，從1像素部分的大小到30像素部分的大小為止而變化很大。

另一方面，透過本發明的攝影系統100具備的攝影透鏡10而將物點投影到受光面21上形成的點像的有效區域的最大直徑，對於系列A-1、A-2、A-3中的任一個均是3像素部分以上、10像素部分以下的大小。即，與從攝影透鏡10到物點的距離無關、且與所投影的點像在受光面上的位置(例如受光面上的像高)無關，該受光面上的點像的有效區域的大小的變動較少。而且，對於從X、Y、Z方向的任一位置通過攝影透鏡10投影到受光面上的點像，也可以說成其點像的有效區域的大小變動較少。

圖10是在橫軸以對數刻度(m)表示從攝影透鏡到物點為止的光軸方向的距離U、縱軸表示MTF特性的值(%)的坐

標上，示意地示出沿光軸方向移動物點時與投影到受光面上的物點的光學像有關的MTF特性的值(%)的變化的圖。

這裡，將物點從大致與攝影透鏡接觸的近點的位置(接近到大約0.01m的位置)移動到相對於攝影透鏡大致無限遠的遠點的位置(大約相距10m的位置)。

由圖10中的系列B-1、B-2、B-3表示的有關本發明的攝影系統的3種曲線(實線)，示意地示出通過攝影透鏡10投影到受光面上的互不相同的特定區域(像高互不相同的特定區域)的光學像有關的MTF特性的值(%)的變化。此外，圖10中的系列Bw所表示的曲線(虛線)，是表示有關現有的攝影系統的與投影到受光面上的光學像有關的MTF特性的值(%)的一般變化。

由圖10可知，在現有的攝影系統中，與投影到受光面21上的光學像有關的MTF特性的值(%)從0%到超過80%的值為止而變化很大。而且，在攝影透鏡10和物點接近的近點，關於位於比MTF特性的值成為0%的位置更接近攝影透鏡10的區域(MTF特性的值從0%折反的區域)的物點，產生偽分辨。此外，在攝影透鏡10和物點分離的遠點，關於位於比MTF特性的值成為0%的位置更遠的區域(MTF特性的值從0%折反的區域)的物點，也產生偽分辨。

另一方面，透過本發明的攝影系統100具備的攝影透鏡10投影到受光面21上的光學像有關的MTF特性的值(%)，對於系列B-1、B-2、B-3均為10%以上60%以下的大小，不產生偽分辨。即，與從攝影透鏡10到物點為止的距離無關、

且與所投影的光學像的受光面上的位置(像高)無關，與投影到受光面上的光學像有關的MTF特性的值的變動減少，也不產生偽分辨。而且，關於從X、Y、Z方向的任意的位置即三維空間的任意位置通過攝影透鏡10投影到受光面上的光學像有關的MTF特性也可以說變動較少。

如上所述，根據本發明的攝影系統，不需要如過去那樣在攝影系統所輸出的第一圖像數據表示的圖像的解析度未達到預定的水平時確定其原因並再調節或再組裝攝影透鏡等，單純地僅在係數儲存部分中儲存與點像的模糊狀態對應的復原係數而對該第一圖像數據實施復原處理，就可以得到表示具有預定的解析度的圖像的第二圖像數據，所以對投影到受光面上的光學像進行拍攝而得到的圖像數據的品質就能夠容易得到提高。另外，還可以說能夠容易恢復攝影系統的解析度的不足。

[關於攝影系統的製造方法]

下面，參照圖1、5、6等說明本發明的攝影系統的製造方法，即，透過對沒有儲存預定的復原係數的攝影系統儲存預定的復原係數、而製造已儲存復原係數的攝影系統的方法。

該攝影系統的製造方法，是透過在係數儲存部30中儲存復原係數、而製造可執行復原處理的已儲存復原係數的攝影系統100A、100B…的方法。

而且，攝影系統100A、100B…是與已經參照圖1～圖10說明的攝影系統100相同的系統。

上述攝影系統的製造方法是攝影系統100A、100B…的製造方法，該攝影系統包括：攝影透鏡10；攝影元件20，包括通過二維狀排列多個受光像素而構成的受光面21，對通過攝影透鏡10投影到受光面21上的被攝體的光學像進行拍攝而輸出表示該被攝體的第一圖像數據G1；信號處理部40，對第一圖像數據G1以由受光面21上的縱向3像素以上及橫向3像素以上構成的合計9像素以上的像素區域為最小單位實施復原處理F，以在攝影透鏡10的解析度高時生成與從攝影元件20輸出的第一圖像數據G1同等的第二圖像數據G2；及係數儲存部30，儲存有用於復原處理的復原係數K；且上述製造方法利用儲存在係數儲存部30中的復原係數K執行復原處理。

該製造方法通過攝影透鏡10將點像P1投影到受光面21上，在係數儲存部30中儲存與由從攝影元件20輸出的第一圖像數據G1表示的點像P1的狀態對應的復原係數K。

在該攝影系統的製造方法中可以採用利用上述第1例的復原係數取得裝置70A、第二例的復原係數取得裝置70B、或第三例的復原係數取得裝置70C求出復原係數並將該復原係數儲存在各攝影系統100A、100B…的係數儲存部的方法。

以下，關於利用第1例的復原係數取得裝置70A、第二例的復原係數取得裝置70B及第三例的復原係數取得裝置70C的攝影系統的製造方法進行具體說明。而且，關於攝影系統100A、100B…及上述第1例的復原係數取得裝置70A、

第二例的復原係數取得裝置70B、及第三例的復原係數取得裝置70C的結構及作用等，由於與上述的攝影系統100相關的內容相同，所以省略重複的說明，而對與上述攝影系統100的說明不重複的攝影系統的製造方法的內容進行說明。

《關於與第1例的復原係數取得裝置70A對應的攝影系統的製造方法》

在將對每個攝影系統單獨求出的復原係數分別儲存於攝影系統的「1對1」對應的製造程序中，需要進行：

(1)點像測量、判斷畫面內均勻性

(2)導出提供最佳的復原處理的係數組(復原係數)

(3)記錄最佳的係數組

對各功能進行更詳細的說明。

(1)是在各攝影透鏡和攝影元件的組合中，實際測量、判斷成像性能(解析度)的功能。基於從攝影元件得到的電信號(第一圖像數據)測量光學點像的機構，有市售的法國DxO公司的DxO分析儀。其是利用了DxO公司提倡的表示所謂BxU的模糊的概念的機構，所以可以根據來自數位照相機的輸出信號求出點像(光學點像、圖像處理後點像均可求出)。

具體地，該DxO分析儀透過對拍攝某個指定的圖表(在白底上排列無數個黑圓點的圖表)而得到的圖像數據(第一圖像數據)進行分析，來計算攝影元件的受光面上的任意的點處的點像大小(http://www.dxo.com/jp/image_quality/dxo_analyzer)。

而且，測量光學點像的機構只要是可以根據來自數位照相機(即傳感器)的輸出信號計算點像的測量機構即可，不問其形式。

另一方面，在按照光學設計值的情況下的點像的大小可以由設計該光學系統的工具計算，所以透過比較由該計算得到的「設計值點像」和由DxO分析儀等的測量器測量的「測量點像」的大小，可以判斷測量點像從設計值偏移何種程度。例如，在光學部件有組裝誤差情況下的測量點像的大小，多半與設計值點像相比變大。此外，投影到攝影元件的受光面上的點像的有效區域的形狀或亮度分佈本來形成點對稱的形狀或分佈，但是若攝影透鏡傾斜或其軸偏移，則局部地產生前模糊、後模糊，成為所謂的「單模糊狀態」。透過比較上述「設計值點像」和「測量點像」求出這種距設計值的偏離，進而可以判斷是否能說是正如設計值。此外，即使不拘泥於設計值點像，也可以任意地定義理想狀態，比較其理想狀態(「理想點像」)和「測量點像」來判斷其差異。

(2)是執行以核維納濾波器(Kernel Wiener filter)為基本的復原處理，且透過計算求出使上述「測量點像」接近「設計值點像」或「理想點像」的係數組(復原係數)的階段。核維納波濾器如文獻(驚澤嘉一、山下幸彥著，題目「Kernel Wiener Filter」，2003 Workshop on Information-Based Induction Sciences，(IBIS2003)，Kyoto，Japan，Nov 11-12，2003)所示，在原信號經過某些濾波而與雜訊一起被觀測時

從包含雜訊的觀測信號中推算原信號的技術方法，被廣泛使用。這裡，若將原信號設為「被拍攝的物體」，濾波系統設為「攝影透鏡+攝影元件」，將觀測信號設為「圖像信號(第一圖像數據)」，並且將雜訊設為「設計值點像(或者理想點像)和測量點像的差異」，則可以應用核維納濾波器推算「被拍攝的物體」。

若實物的「攝影透鏡+攝影元件」沒有一切誤差原因，則所拍攝的物體就應當是圖像信號，在經過該復原處理之後原理上得到理想的「圖像信號(第二圖像數據)」。實際上，還存在基於原來的(1)的測量誤差等，雜訊成分未被全部除去而殘留一部分，但是測量點像接近設計值點像或理想的點像的事實是可靠的，最終的圖像品質得到提高。

具體地，在由於某種誤差原因而光學點像大於設計值、或者在成像面內不均勻的情況下，也可以透過復原處理將該點像校正為較小、或者在成像面內均勻化，從而可以確保經得起實用的性能。此外，在不僅是基於製造的誤差原因、不得不具有設計上較低的性能(光學點像大於元件間距)的光學系統中，也可以透過校正點像提高外觀上光學性能。若追求該外觀上的光學性能提高，則有可能超越理論上所示的極限解析度，所以在考慮到近年來的像素尺寸的小型化的傾向時非常有用。

這裡，極限解析度由艾瑞盤(Airy Disk)的大小給出，無像差透鏡的點像強度的有效區域(峰值強度$\times(1/e^2)$)的半徑Re、及成為強度零的半徑Rc由以下式規定。攝影元件所

使用的最近的CMOS元件的像素間距為2.2微米、1.75微米，今後預計1.4微米、1.0微米成為主流。作為例子，若以F2.8、波長550nm計算Re及Rc，則分別為：

Re(點像強度的有效區域的半徑)＝0.82λF＝0.82×2.8×550×0.001＝1.26微米(點像強度的有效區域的直徑2.52微米)

Rc(點像強度成為零的半徑)＝1.22λF＝1.22×2.8×550×0.001＝1.88微米(點像強度成為零的直徑3.76微米)，

而像素間距已經超過衍射極限。

衍射極限以無像差為前提，但是現實的光學系統沒有無像差的情況，特別是鑒於實現小型化、低成本化，像差反而殘留，不得已具有妥協的性能。基於核維納濾波器(Kernel Wiener Filter)的復原處理，在這種狀況下，也可以將最終的圖像品質提高到實用性的程度。

上述的復原處理設想在某個特定的像面上或其很近處(前模糊後模糊的範圍)執行，但是在與攝影距離的變動對應的散焦方向的無數的像面組中，若考慮消除測量點像和設計值點像的差的復原處理，則可以擴大焦點深度。

在復原處理的執行中，應消除的雜訊成分根據各「攝影透鏡+攝影元件」各式各樣，希望對每個「攝影透鏡+攝影元件」的組合進行最佳的復原處理。但是，復原處理自身的算法相同即可，因此參照的「係數組」最佳即可。

(3)是實際上使「攝影透鏡+攝影元件」的組組合「最佳的係數組」的階段。為此，應當在某個記錄介質中儲存

用於執行最佳的復原處理的係數組且將它加到「攝影透鏡+攝影元件」的組中。因此，需要記錄過程。

這樣，透過將攝影系統作為「攝影透鏡+攝影元件+記錄介質」的組而使用，從而光學性的點像(也稱光學點像)被校正為適合用途的形式，最終可以得到良好的品質的圖像。具體地，提供一種即使因某種理由(製造公差、原來的設計值低)而解析度不滿足但處理後的圖像也可實現滿足的解析度的機構。此外，還可以提供與各攝影透鏡和攝影元件的組的特性一致的焦點深度擴大機構。

《關於與第二例的復原係數取得裝置70B對應的攝影系統的製造方法》

敘述製造由攝影透鏡、攝影元件、信號處理電路構成的上述點像校正光學系統的第二較佳方法，但是其定位設想了廉價地生產大量的數位照相機的情況。在其製造程序中需要進行：

(1)構建用於復原處理的係數(復原係數)組的庫；

(2)點像測量、判斷畫面內均勻性；

(3)從庫中提取提供組單位的最佳的復原處理的係數組；

(4)記錄組單位的最佳的係數組。

更詳細地說明各功能。

(1)是預先對大致可收羅整體趨勢的數量的攝影透鏡(例如所有批號的10分之1)進行測量，將其解析度趨勢(不良趨勢)分組。運算對其各組的最佳的復原處理，求出在各組

單位的最佳的係數組來構建庫。理想的是，如第1例那樣按「1對1」對應來分配係數組是理想的，但是在大量生產的情況下或要抑製成本時不適合。因此，如本實施例，將整體某種程度上區分為組，做成求出在其組單位下的最佳解的庫。

(2)與第1例的(1)相同，但是，根據測量點像進行屬於在上述第二例的(1)求出的哪個組的判斷。實際上，在進行上述分組時，對於預先測量出的以外也分配到組(例如所有批號的10分之9)。

(3)是從庫中提取在上述(2)判斷的組的最佳的係數組的階段，被選擇的係數組應用於該「攝影透鏡+攝影元件」的組。這時，不逐一求出對各「攝影透鏡+攝影元件」的組的最佳係數組。由此，可以縮短第1例所需的運算時間，可以廉價地實現大量生產。

(4)與第1例的(3)相同。

《關於與第三例的復原係數取得裝置70C對應的攝影系統的製造方法》

敘述製造由攝影透鏡、攝影元件、信號處理電路構成的上述點像校正光學系統的第三較佳方法，但是其定位設想了廉價地生產大量的數位照相機的情況。在其製造程序中需要進行：

(1)構建用於復原處理的係數(復原係數)組的庫；

(2)點像測量、判斷畫面內均勻性；

(3)從庫中提取提供最佳的復原處理的係數組；

(4)部分修改該係數組；

(5)記錄被修改的係數組。

更詳細地說明各功能。

(1)(2)(3)與第二例的(1)(2)(3)相同。

(4)是部分修改提取出的係數組的過程。係數組構成某個數值的排列，但是對僅修改其一部分的「攝影透鏡+攝影元件」加以需要的修改。與將所有係數組最佳化的上述第一例不同，僅部分修改係數，所以時間上較短就可結束。

(5)是記錄修改的已校正的係數組的階段，從而構成「攝影透鏡+攝影元件+記錄介質」的組。

如上述，透過本發明的攝影系統的製造方法製造的攝影系統，使對投影到受光面上的光學像進行拍攝得到的圖像數據的品質能夠容易得到提高。

[關於各構成因素的變形例]

下面，對攝影系統及攝影系統的製造方法中的構成因素的變形例進行說明。

此外，信號處理部不限於將包含投影到受光面上的點像的全部有效區域的最小像素區域作為最小單位執行復原處理的情況，還可以將包含全部有效區域但不是最小的像素區域作為最小單位執行復原處理。

而且，不限於信號處理部執行復原處理以使得第二圖像數據表示的圖像中的點像的有效區域的大小小於第一圖像數據表示的圖像中的點像的有效區域的大小的情況，還可以執行復原處理以使第一圖像數據表示的圖像中的點像

的有效區域的大小大於等於第二圖像數據表示的圖像中的點像的有效區域的大小。

而且，本發明的攝影系統的攝影透鏡和攝影元件也可以如下地構成：例如在關於Z方向被限制在10f以上、關於X、Y方向也限制到某個物體高度的範圍內，對於從物空間的X、Y、Z方向的任意位置投影到受光面上的點像，該點像的有效區域的最大直徑成為形成攝影元件的受光面的受光像素的3像素以上的大小。

此外，攝影透鏡較佳地如下地構成：對於從離開該攝影透鏡的焦距的10倍以上的X、Y、Z方向的任意位置通過該攝影透鏡投影到受光面上的被攝體的光學像，與該光學像有關的MTF特性的值也為正。而且，「離開攝影透鏡的焦距的10倍以上的位置」表示「將構成攝影透鏡的透鏡面中最靠近被攝體側的面和該攝影透鏡的光軸相交的位置作為基準位置，從該基準位置沿著該攝影透鏡的光軸方向(Z軸)向被攝體側離開焦距的10倍以上的位置」。

而且，包括上述攝影系統的本發明的攝影裝置、移動終端設備、車載設備、及醫療設備等的要求景深深的裝置，能夠以與上述同樣的方式容易地提高各裝置中設置的攝影系統對投影到受光面的光學像進行拍攝而得到的圖像數據的品質。

圖11是表示搭載了包括攝影系統的車載設備的汽車的圖。

如圖11所示，包括本發明的攝影系統的車載設備502～504可以搭載於汽車501等上使用。該汽車501具有用於拍攝助手席側的側面的死角範圍的車外照相機即車載設備502、用於拍攝汽車1的後側的死角範圍的車外照相機即車載設備503、及安裝在內視鏡的背面而用於拍攝與駕駛員相同的視野範圍的車內照相機即車載設備504。

圖12是表示包括攝影系統的移動終端設備即行動電話的圖。

如圖所示，該行動電話510在行動電話的殼體511中配置有攝影系統512。

圖13是表示包括攝影系統的醫療設備即內視鏡裝置的圖。

如圖所示，觀察生物組織525的該內視鏡裝置520，在內視鏡裝置520的前端部521配置有用於拍攝由照明光La照亮的生物組織525的攝影系統522。

這樣，如上所述的包括攝影系統的本發明的攝影裝置、移動終端設備、車載設備、及醫療設備，容易與以往公知的攝影裝置、移動終端設備、車載設備、及醫療設備具有的現有攝影系統進行更換。即，以往公知的攝影裝置、移動終端設備、車載設備、及醫療設備的裝置尺寸或形狀等不變更，而將這些裝置具有的現有攝影系統更換為本發明的攝影系統，也可以構成本申請發明的攝影裝置、移動終端設備、車載設備、及醫療設備。

而且，就本發明的攝影系統而言，攝影透鏡和攝影元件也可以如下地構成：僅關於在X、Y、Z方向的至少一個方向被限制的位置通過攝影透鏡投影到受光面上的點像，該點像的有效區域的最大直徑成為形成受光面的受光像素的3像素以上的大小。在這樣的情況下，僅對表示投影到受光面上的點像的有效區域的最大直徑是受光像素的3像素以上的大小的區域的第一圖像數據實施復原處理，就能夠獲得第二圖像數據。

此外，該攝影系統可以構成為僅透過由軸對稱形狀構成的光學部件將被攝體的光學像投影到受光面上，或者可以構成為透過由非軸對稱形狀構成的光學部件將被攝體的光學像投影到受光面上。而且，上述攝影透鏡較佳地選用景深深的透鏡。即，即使由於被攝體的移動、或攝影透鏡的焦點調節等，被攝體的光學像投影到受光面上的狀態產生變化，也較佳地將攝影透鏡和攝影元件構成為投影到受光面上的點像的模糊狀態的變化減少。更具體地，較佳地將攝影透鏡和攝影元件構成為投影到受光面上的點像的有效區域的大小及對比度的變化減少。但是，攝影系統不限於具備景深深的攝影透鏡的情況，也可以具備景深淺的攝影透鏡。

此外，用於上述攝影系統的攝影元件可以做成CCD元件、或CMOS元件。

【圖式簡單說明】

圖1是表示本發明的攝影系統的簡要結構及攝影系統的製造方法的方塊圖。

圖2(a)是表示點像的光強分佈的圖，(b)是表示投影到受光面的點像的圖。

圖3(a)是在第一圖像數據表示的圖像中所示的點像的圖像的圖，(b)是在第二圖像數據表示的圖像中所示的點像的圖像的圖。

圖4(a)是表示在攝影透鏡的解析度高時投影到受光面上的點像的光強分佈的圖，(b)是表示構成受光面的受光像素的各像素區域及在攝影透鏡的解析度高時會投影到受光面的點像的圖。

圖5是表示第二例的復原係數取得裝置的圖。

圖6是表示第三例的復原係數取得裝置的圖。

圖7是表示包括復原係數取得裝置的攝影系統的圖。

圖8是表示在信號處理部具備復原係數取得裝置及係數儲存部的攝影系統的圖。

圖9是表示在沿光軸方向移動物點時投影到受光面上的該物點的光學像即點像的有效區域的最大直徑的變化的圖。

圖10是表示在沿光軸方向移動物點時投影到受光面上的與該物點的光學像有關的MTF特性的值(%)的變化的圖。

圖11是表示搭載了包括攝影系統的車載設備的汽車的圖。

圖12是表示包括攝影系統的移動終端設備即行動電話的圖。

圖13是表示包括攝影系統的醫療設備即內視鏡裝置的圖。

【主要元件符號說明】

100,100',100",100A,100B,512,522 攝影系統

70,70A,70B,70C 復原係數取得裝置

10 攝影透鏡	20 攝影元件
21 受光面	30 係數儲存部
40,40' 信號處理部	72 理想點像儲存部
73 點像模糊狀態取得部	74 點像直徑取得部
76 判斷部	78A,78B,78C 復原係數取得部
79 候補係數儲存部	G1 第一圖像數據
G2 第二圖像數據	F 復原處理
P1,P1',P2,P2' 點像	K 復原係數
Dk 係數數據	Te 信號
Dm 直徑數據	K1,K2 復原係數的候補
K1' 已校正的復原係數	Db 模糊點像狀態數據

Dr 設計數據、理想點像狀態數據

R1,R1',R2,R2' 有效區域	H1,H2 光強分佈
Ep1,Ep2 峰值強度	Rg, Rg' 各像素區域
M1,M1',M2,M2' 最大直徑	501 汽車
502,503 車外照相機	504 車內照相機
510 行動電話	511 殼體
525 生物組織	520 內視鏡裝置
521 前端部	La 照明光

102年2月7日修(更)正替換頁

七、申請專利範圍：

1. 一種攝影系統，其包括：

攝影透鏡；

攝影元件，包括二維狀排列多個受光像素而構成的受光面，且對通過該攝影透鏡投影到受光面上的被攝體的光學像進行拍攝而輸出該被攝體的第一圖像數據；

係數儲存單元，在通過該攝影透鏡投影到該受光面上的點像的有效區域的最大直徑是3像素以上的大小時，對與從該攝影元件輸出的第一圖像數據表示的點像的狀態對應的復原係數進行儲存；及

信號處理單元，利用該復原係數對該第一圖像數據實施在該攝影透鏡的解析度高時生成與從該攝影元件輸出的第一圖像數據同等的第二圖像數據的復原處理；

該信號處理單元將由該受光面上的縱向3像素以上及橫向3像素以上構成的合計9像素以上的像素區域作為最小單位進行該復原處理，

該係數儲存單元儲存透過從與分為多個種類的點像的各狀態對應的多種復原係數的候補中按照該第一圖像數據表示的點像的狀態所選擇出的復原係數進一步根據點像的狀態進行校正而成的已校正的復原係數。

2. 如申請專利範圍第1項所述之攝影系統，其中，該係數儲存單元按每個攝影系統儲存對該攝影系統單獨求出的復原係數。

100年2月7日修(更)正替換頁

3. 如申請專利範圍第1項所述之攝影系統，其中，該係數儲存單元儲存從與分為多個種類的點像的各狀態對應的各復原係數的候補中按照該第一圖像數據表示的點像的狀態所選擇出的復原係數。

4. 如申請專利範圍第1項所述之攝影系統，其中，還包括取得該復原係數並儲存在該係數儲存單元中的復原係數取得單元。

5. 如申請專利範圍第1項所述之攝影系統，其中，該信號處理單元將包含投影到該受光面上的點像的有效區域的全部的最小像素區域作為最小單位實施該復原處理。

6. 如申請專利範圍第1項所述之攝影系統，其中，該信號處理單元進行該復原處理，使得該第二圖像數據表示的圖像中的該點像的有效區域的大小小於該第一圖像數據表示的圖像中的點像的有效區域的大小。

7. 一種攝影裝置，其包括如申請專利範圍第1項所述之攝影系統。

8. 一種移動終端設備，其包括如申請專利範圍第1項所述之攝影系統。

9. 一種車載設備，其包括如申請專利範圍第1項所述之攝影系統。

10. 一種醫療設備，其包括如申請專利範圍第1項所述之攝影系統。

11. 一種攝影系統的製造方法，其中，該攝影系統具備：

攝影透鏡；

攝影元件，包括二維狀排列多個受光像素而構成的受光面，對通過該攝影透鏡投影到該受光面上的被攝體的光學像進行拍攝而輸出該被攝體的第一圖像數據；

係數儲存單元，在通過該攝影透鏡投影到該受光面上的點像的有效區域的最大直徑是3像素以上的大小時，儲存了與由從該攝影元件輸出的第一圖像數據表示的點像的狀態對應的復原係數；及

信號處理單元，利用該復原係數對該第一圖像數據實施在該攝影透鏡的解析度高時生成與從該攝影元件輸出的第一圖像數據同等的第二圖像數據的復原處理；

該信號處理單元將由該受光面上的縱向3像素以上及橫向3像素以上構成的合計9像素以上的像素區域作為最小單位進行該復原處理，

通過該攝影透鏡將點像投影到該攝影元件的受光面上，且在該係數儲存單元中儲存與由該攝影元件所輸出的第一圖像數據表示的點像的狀態對應的復原係數，

該係數儲存單元儲存透過從與分為多個種類的點像的各狀態對應的多種復原係數的候補中按照該第一圖像數據表示的點像的狀態所選擇出的復原係數進一步根據點像的狀態進行校正而成的已校正的復原係數。

12.如申請專利範圍第11項所述之攝影系統的製造方法，其中，按每個攝影系統對該攝影系統單獨求出該復原係數。

101年2月7日修(更)正替換頁

13. 如申請專利範圍第11項所述之攝影系統的製造方法，其中，該復原係數是在與分為多個種類的點像的各狀態對應的各復原係數的候補中按照該第一圖像數據表示的點像的狀態所選擇的。

14. 如申請專利範圍第12項所述之攝影系統的製造方法，其中，該復原係數是從與分為多個種類的點像的各狀態對應的多種復原係數的候補中按照該第一圖像數據表示的點像的狀態所選擇出的復原係數進一步根據點像的狀態進行了校正的復原係數。

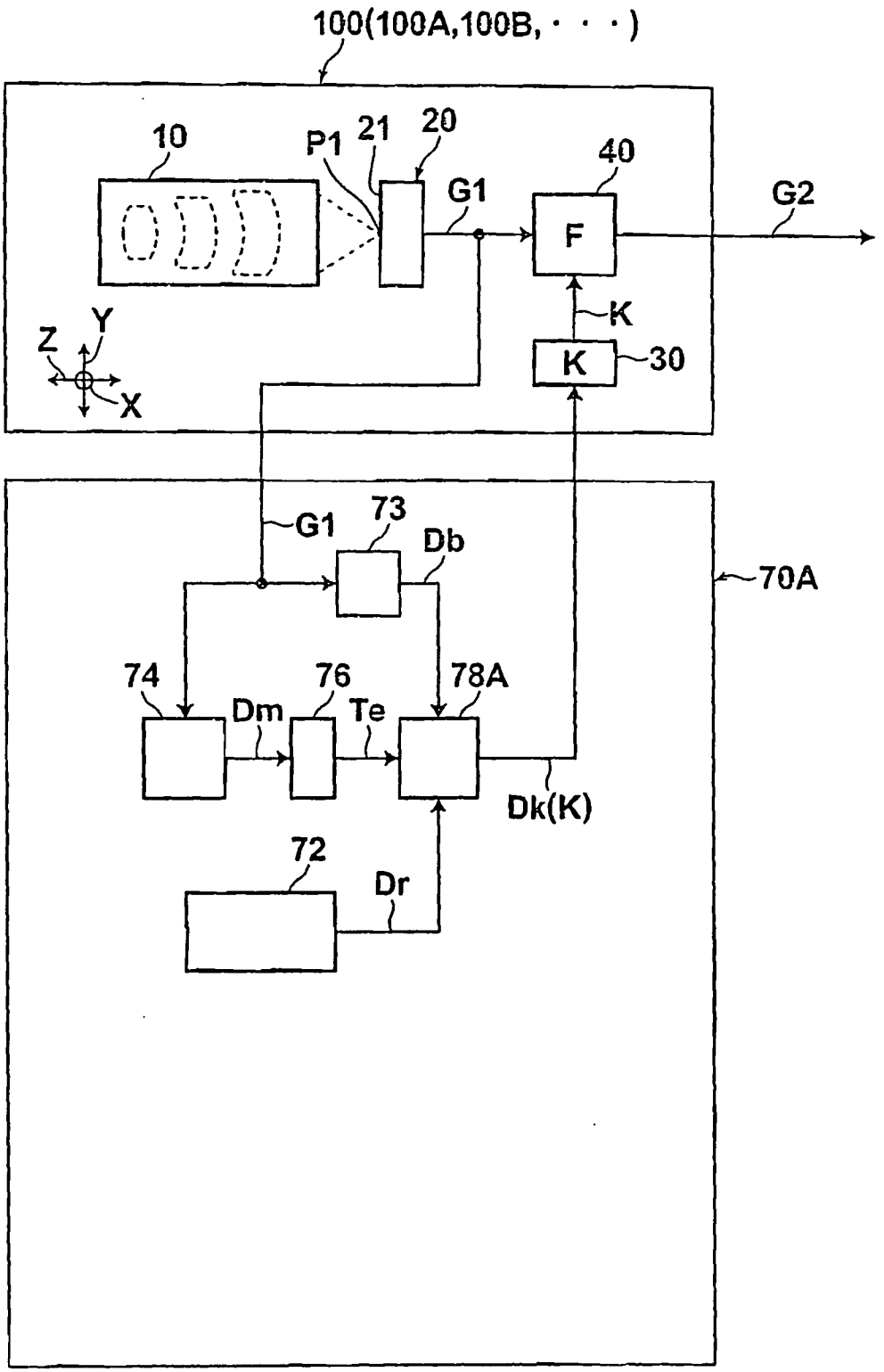

100(100A,100B,・・・)
10
P1
21
20
G1
40
F
G2
K
K
30
Z
Y
X
G1
73
Db
70A
74
76
78A
Dm
Te
Dk(K)
72
Dr

圖1

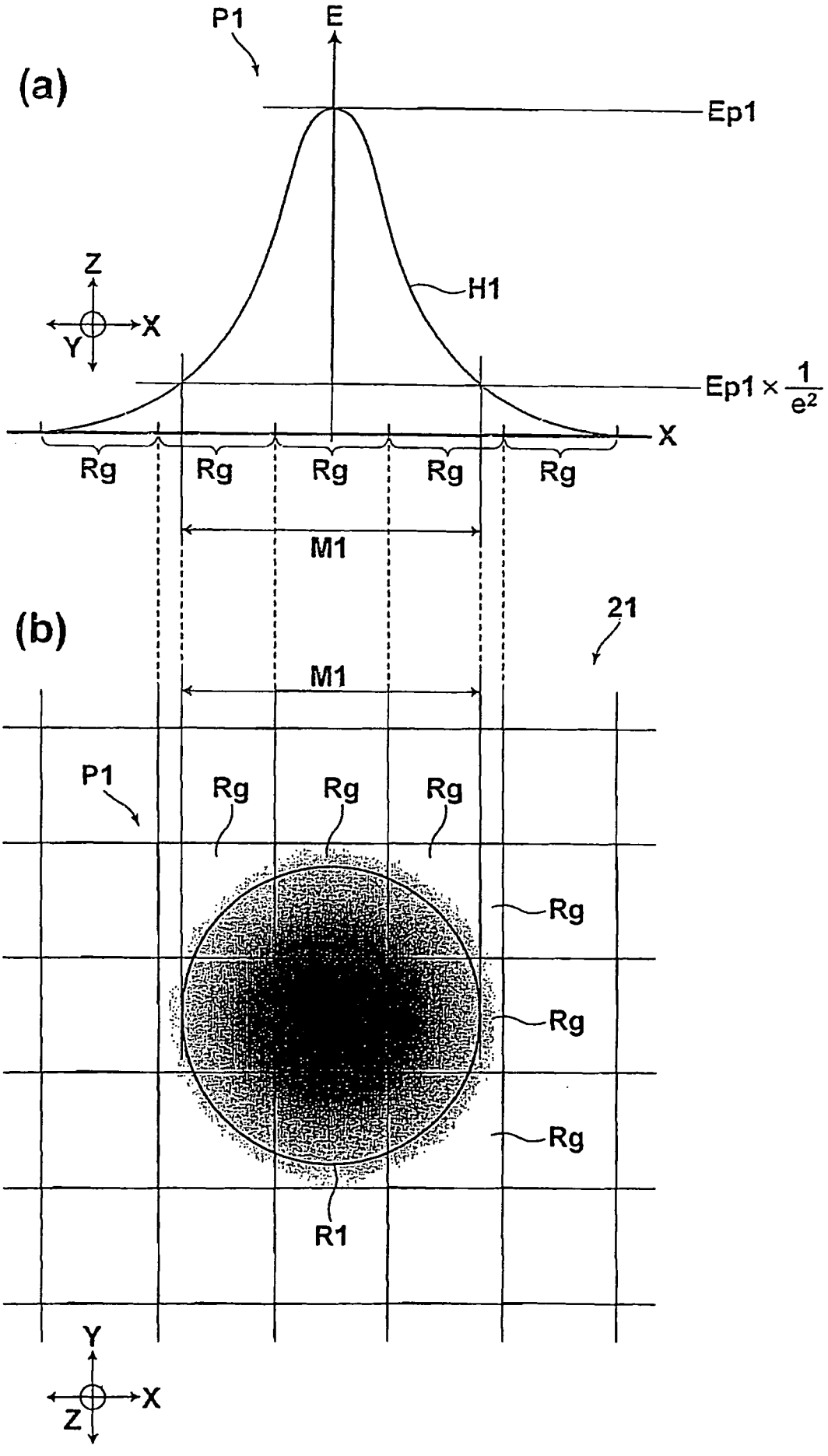

(a)
P1
E
Ep1
H1
Z
X
Y
$Ep1 \times \frac{1}{e^2}$
X
Rg
Rg
Rg
Rg
Rg
M1
(b)
21
M1
P1
Rg
Rg
Rg
Rg
Rg
Rg
R1
Y
X
Z

圖2

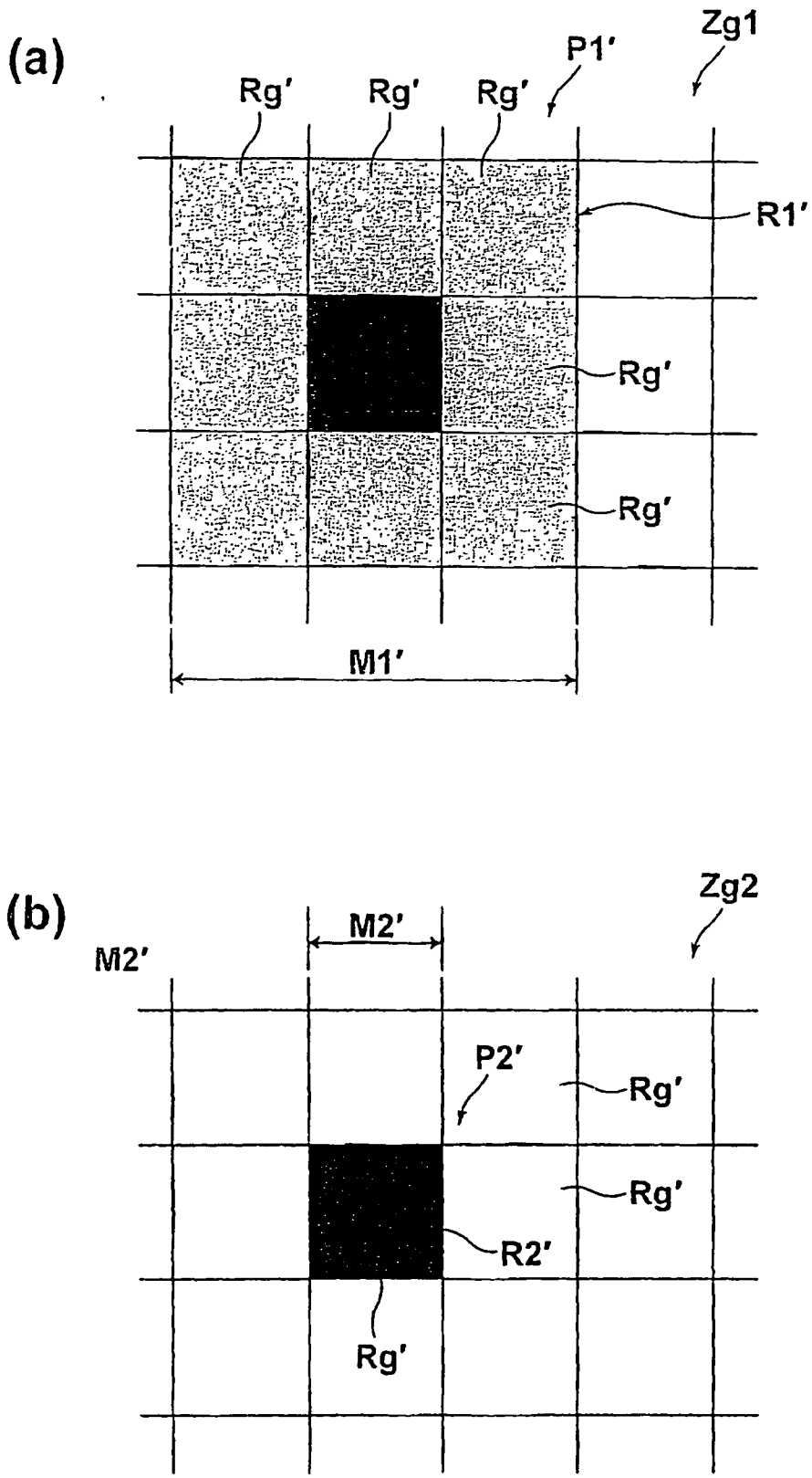


圖3

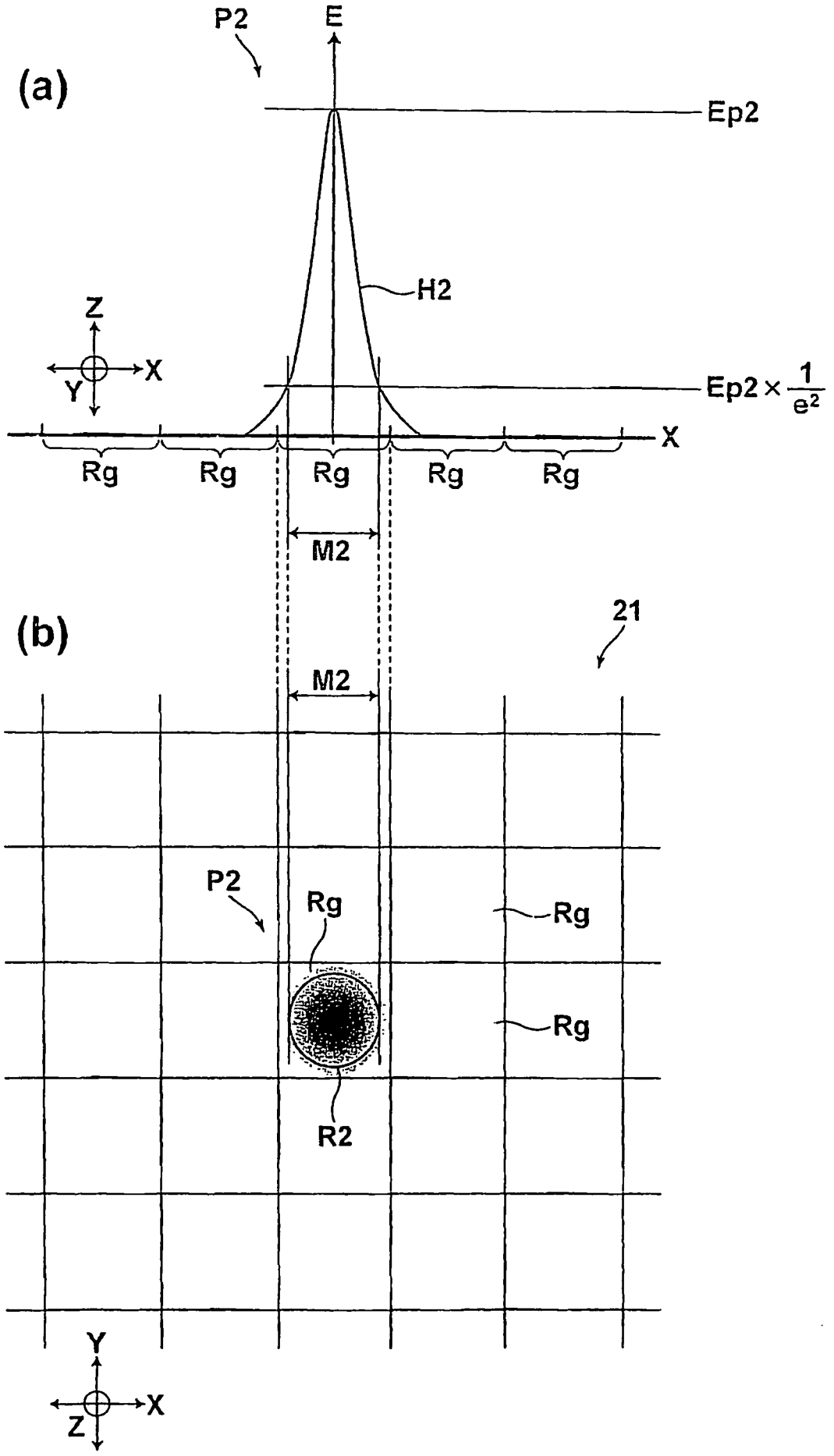


圖4

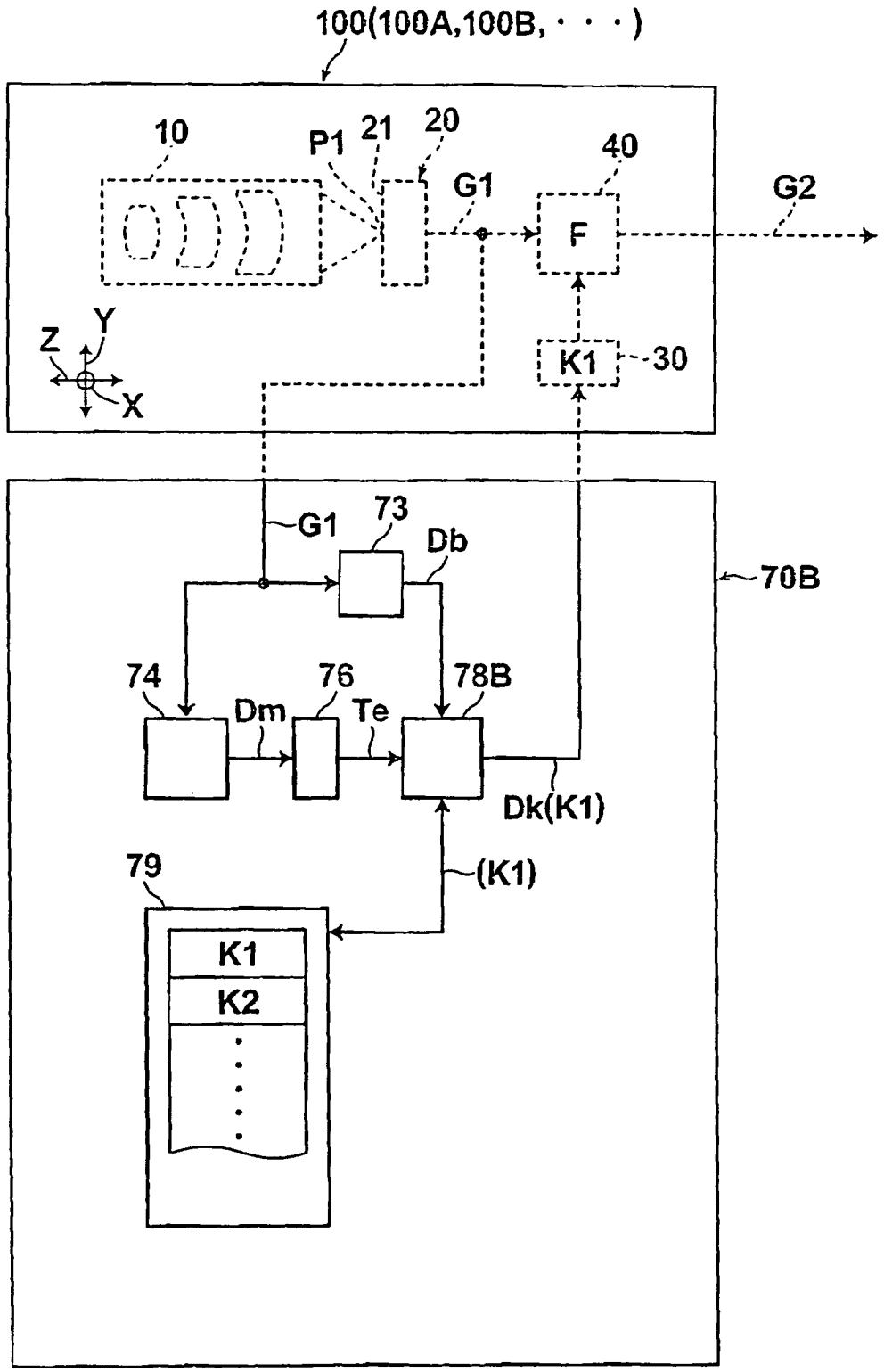

100(100A,100B,・・・)
10
P1
21
20
40
G1
G2
F
Z
Y
X
K1
30
G1
73
Db
70B
74
76
78B
Dm
Te
Dk(K1)
79
(K1)
K1
K2

圖5

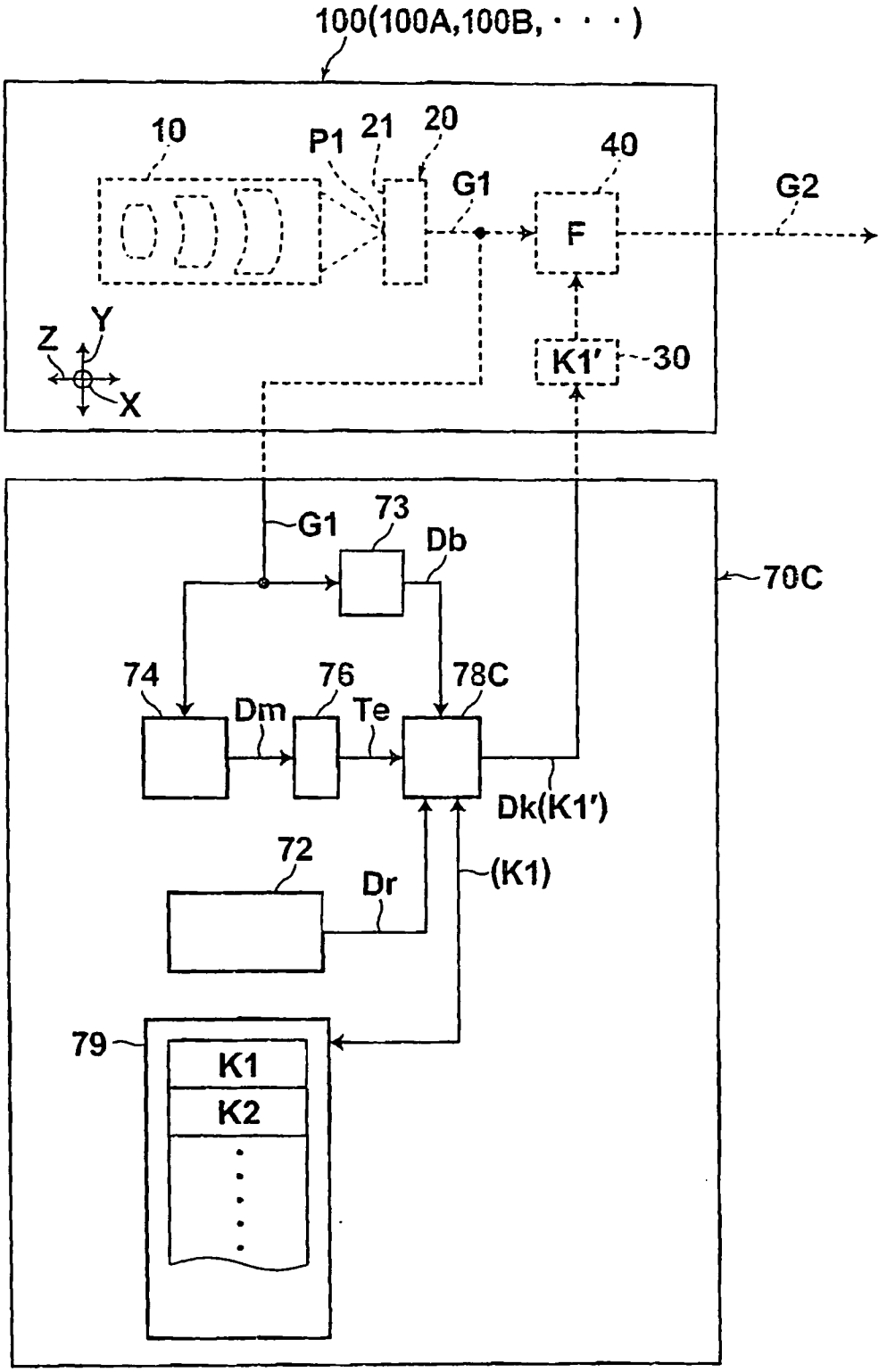

100(100A,100B,・・・)
10
P1
21
20
40
G1
G2
F
Z
Y
X
K1'
30
G1
73
Db
70C
74
76
78C
Dm
Te
Dk(K1')
72
Dr
(K1)
79
K1
K2

圖6

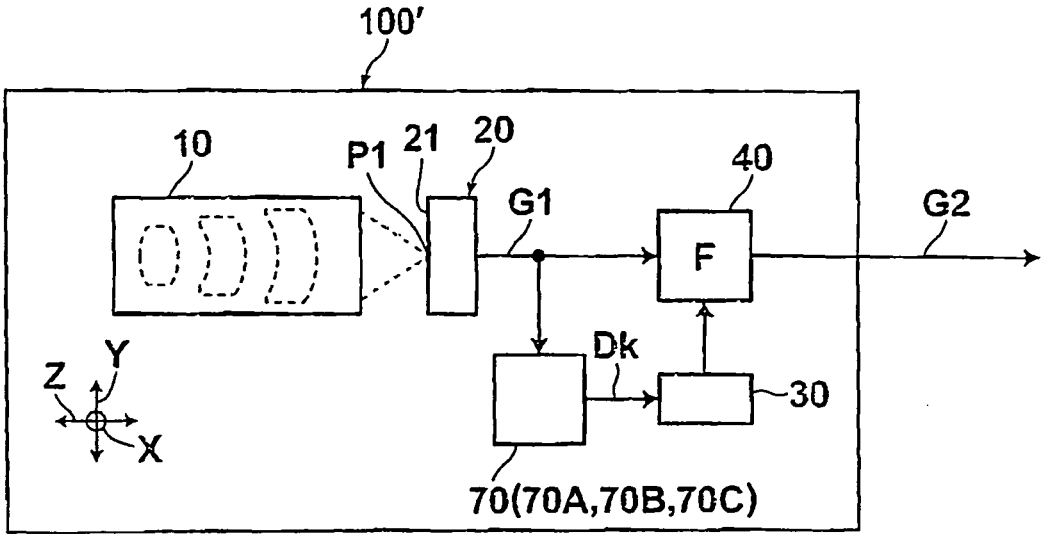

100'
10
P1
21
20
40
G1
G2
F
Dk
30
Z
Y
X
70(70A,70B,70C)

圖7

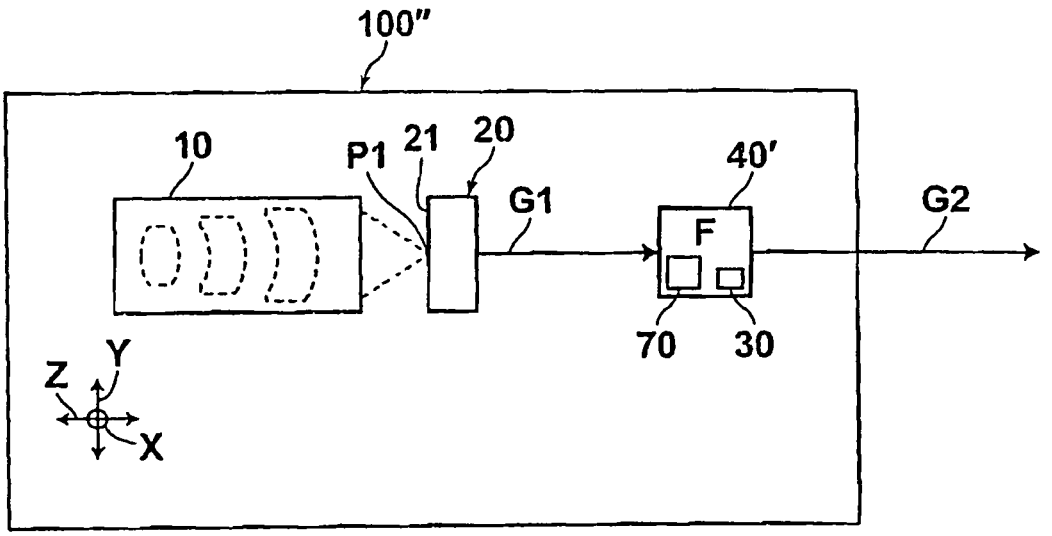

100"
10
P1
21
20
40'
G1
G2
F
70
30
Z
Y
X

圖8

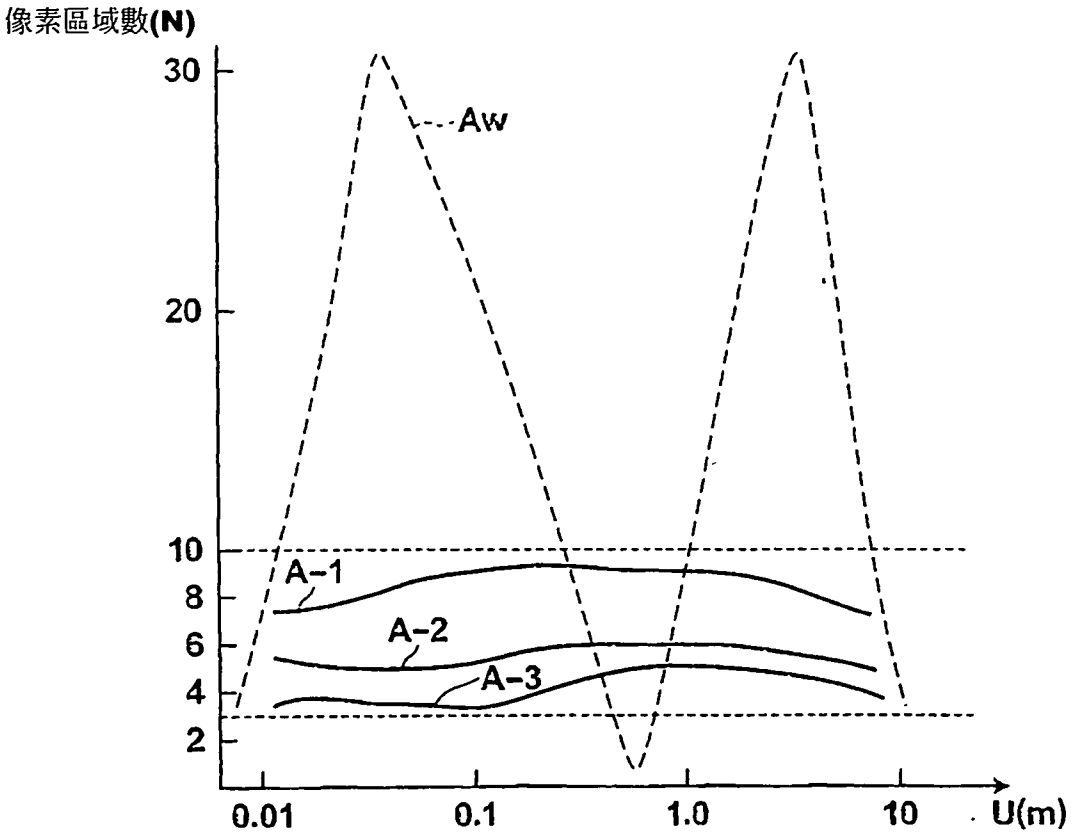

像素區域數(N)
30
20
10
8
6
4
2
Aw
A-1
A-2
A-3
0.01
0.1
1.0
10
U(m)

圖9

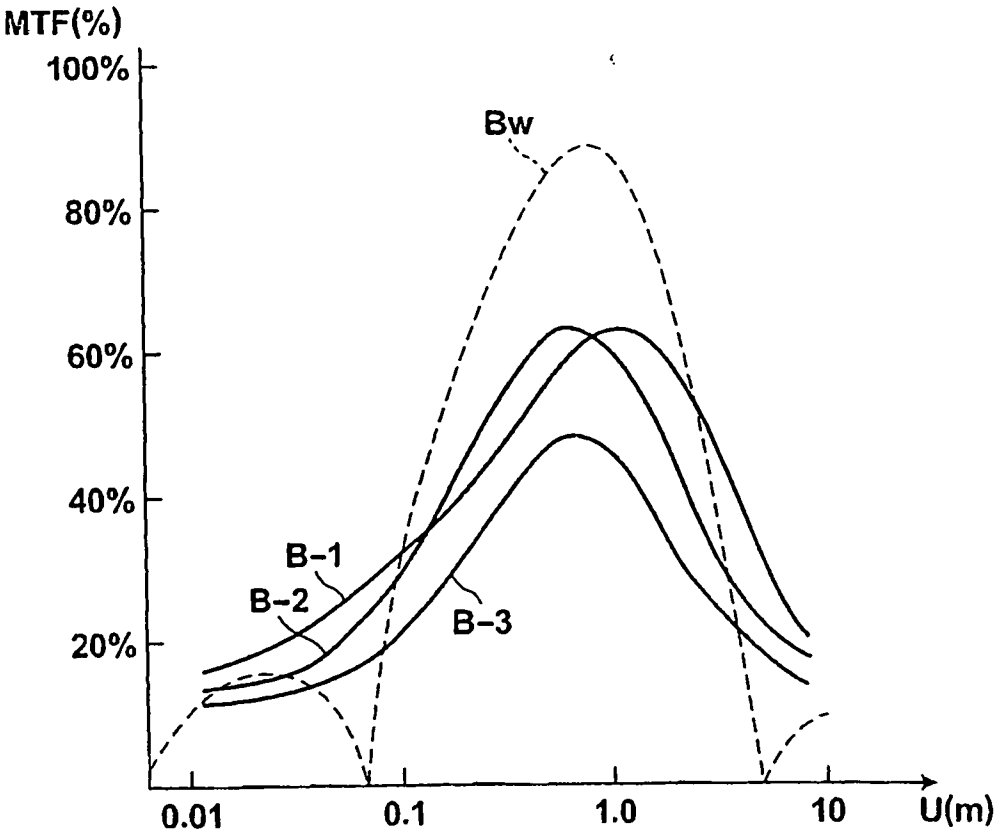

MTF(%)
100%
80%
60%
40%
20%
Bw
B-1
B-2
B-3
0.01
0.1
1.0
10
U(m)

圖10

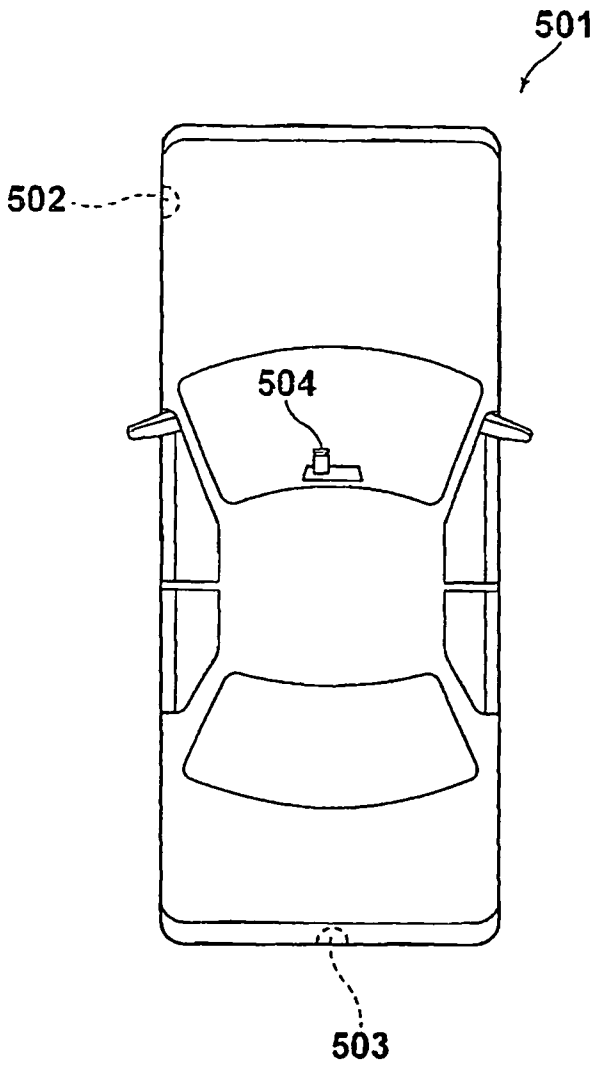


圖11

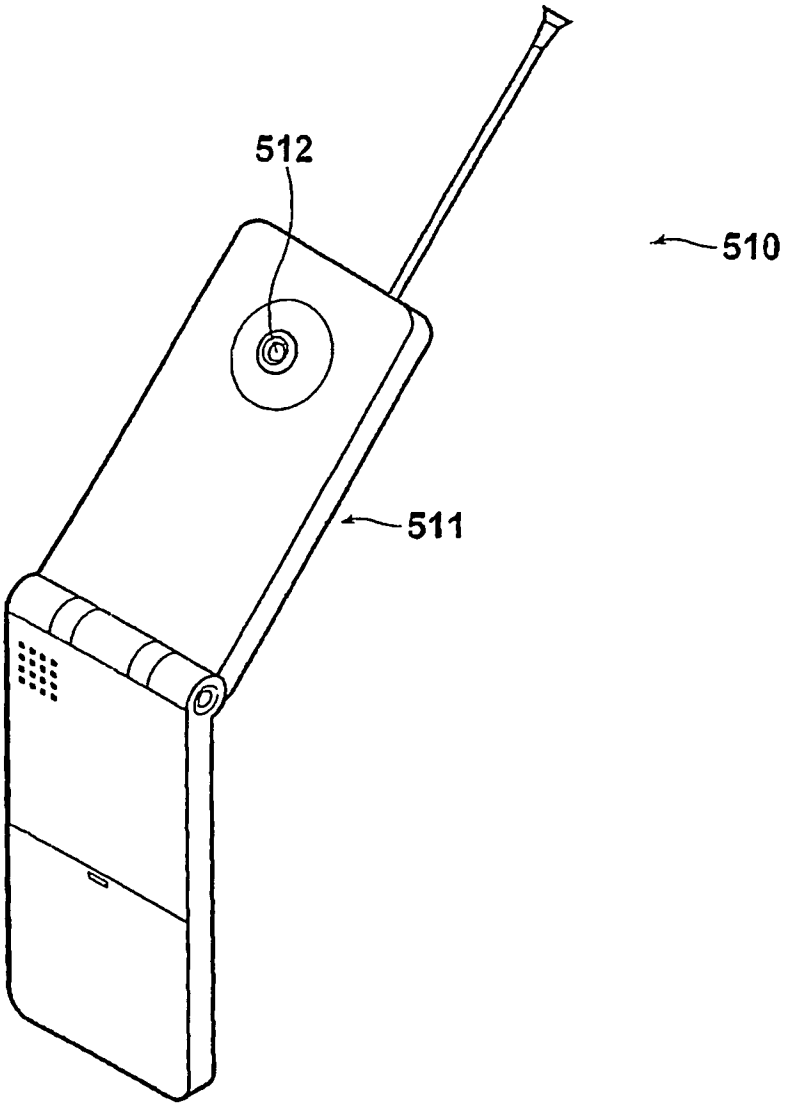


圖12

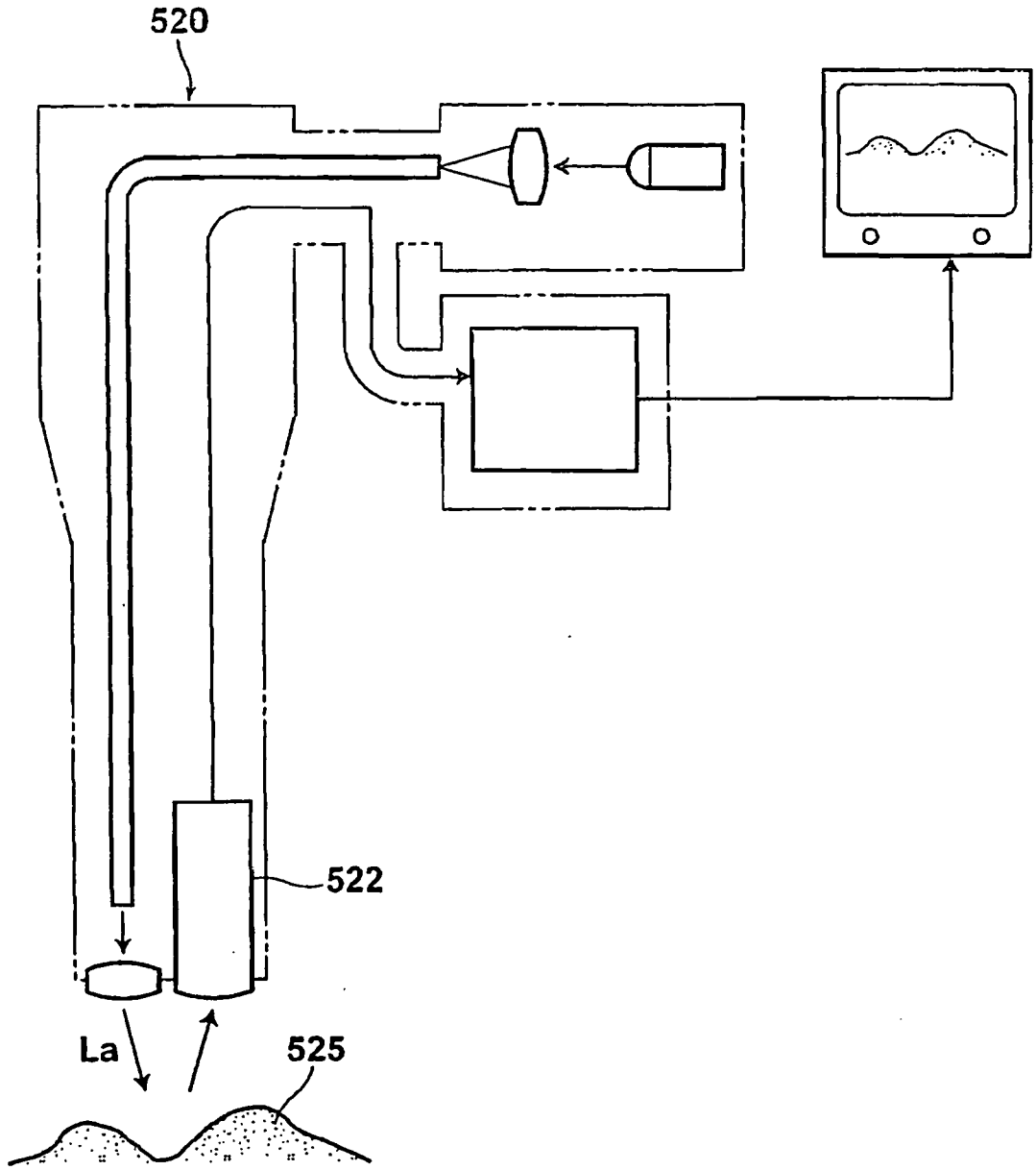


圖13