

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年9月9日(09.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/108592 A1

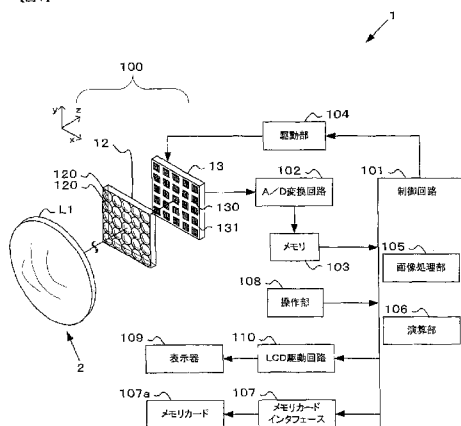
- (51) 国際特許分類:
H04N 13/02 (2006.01) G03B 35/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/054774
- (22) 国際出願日: 2011年3月2日(02.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-046733 2010年3月3日(03.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 浜島 宗樹 (HAMASHIMA, Muneki) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目1番1号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 永井 冬紀, 外(NAGAI, Fuyuki et al.); 〒1000011 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号 富国生命ビル 永井特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: IMAGE CAPTURE DEVICE

(54) 発明の名称: 撮像装置

[図1]

[図1]



101 CONTROL CIRCUIT
102 A/D CONVERTER CIRCUIT
103 MEMORY
104 DRIVE UNIT
105 IMAGE PROCESSING UNIT
106 COMPUTATION UNIT
107 MEMORY CARD INTERFACE
107a MEMORY CARD
108 CONSOLE UNIT
109 DISPLAY DEVICE
110 LCD DRIVE CIRCUIT

(57) Abstract: An image capture device comprises a plurality of microlenses positioned in a two-dimensional shape in the vicinity of the focal plane of a photo-optic assembly; an image capture element wherein a plurality of element sets, further comprising a plurality of photoelectric converter elements that receive a light beam from a photographic subject via the microlenses and output an image signal, are positioned in a two-dimensional shape corresponding to the respective microlenses; a generator unit that extracts a plurality of region image signals from the image signals that are outputted from the plurality of photoelectric converter elements, corresponding to each of a plurality of different partial regions of the iris of the photo-optic assembly, and generates a plurality of image data corresponding to each partial region as a plurality of viewpoint image data wherein each viewpoint position differs; and a receiver unit that receives a viewpoint number selection operation that selects a viewpoint number. The generator unit extracts a number of region image signals equal to the selected viewpoint number, and generates the viewpoint image data.

(57) 要約: 撮像装置は、撮影光学系の焦点面近傍に二次元状に配置された複数のマイクロレンズと、被写体からの光束をマイクロレンズを介して受光して画像信号を出力する複数の光電変換素子を含む複数の素子群が、マイクロレンズにそれぞれ対応して二次元状に配置された撮像素子と、複数の光電変換素子から出力された画像信号から、撮影光学系の瞳面上の複数の異なる部分領域のそれぞれに対応する複数の領域画像信号を抽出し、部分領域のそれぞれに対応する複数の画像データを、視点位置がそれぞれ異なる複数の視点画像データとして生成する生成部と、視点数を選択する視点数選択操作を受け付ける受付部とを備え、生成部は、選択された視点数と同数の領域画像信号を抽出して、視点画像データを生成する。

WO 2011/108592 A1

明 細 書

発明の名称：撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、多視点画像を生成する撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、2つの撮像光学系を用いて、右目用の画像と、左目用の画像と、から成るステレオ画像を撮像するステレオ撮像装置が知られている（例えば、特許文献1）。このようなステレオ撮像装置は、2つの撮像光学系を所定の間隔で配置することにより、同一の被写体を撮像して得られる2つの画像に視差を生じさせる。

[0003] また、任意の像面における像の画像データを合成する撮像装置が知られている（たとえば特許文献2）。この撮像装置は、マイクロレンズアレイを構成する各々のマイクロレンズの後方に配置された画素配列から、所定の光電変換素子の出力を取り出すことにより、任意の撮影距離に位置する被写体に焦点が合った画像データを合成する機能を有する。

特許文献1：特開平8－47001号公報

特許文献2：特開2007－4471号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、単一の撮影光学系を用いて、任意の数の視差を有する画像を生成することができないという問題がある。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の第1の態様によれば、撮像装置は、撮影光学系の焦点面近傍に二次元状に配置された複数のマイクロレンズと、撮影光学系を通過した被写体からの光束をマイクロレンズを介して受光して画像信号を出力する複数の光電変換素子を含む複数の素子群が、マイクロレンズにそれぞれ対応して二次元状に配置された撮像素子と、複数の素子群のそれぞれに含まれる複数の光

電変換素子から出力された画像信号から、撮影光学系の瞳面上の複数の異なる部分領域のそれぞれに対応する複数の領域画像信号を抽出し、領域画像信号に基づいて部分領域のそれぞれに対応する複数の画像データを、視点位置がそれぞれ異なる複数の視点画像データとして生成する生成部と、視点数を選択する視点数選択操作を受け付ける受付部とを備え、生成部は、視点数選択操作によって選択された視点数と同数の領域画像信号を抽出して、視点画像データを生成する。

本発明の第2の態様によれば、第1の態様による撮像装置において、生成部は、複数の素子群のそれぞれから抽出した複数の領域画像信号のうち、異なる素子群から抽出された領域画像信号であって、同一の部分領域に対応する領域画像信号を合成して1つの視点画像データを生成することが好ましい。

本発明の第3の態様によれば、第1または第2の態様による撮像装置において、領域画像信号を抽出するための抽出領域を設定する設定部を備え、設定部は、選択された視点数と同数の抽出領域を、素子群の異なる位置に設定し、生成部は、設定部により設定された抽出領域ごとに領域画像信号を抽出することが好ましい。

本発明の第4の態様によれば、第3の態様による撮像装置において、受付部は、複数の視点画像データ間における視点の変化量を示す視差を選択する視差選択操作を受け付け、設定部は、視差選択操作によって選択された視差に応じた位置間隔で前出領域を設定し、生成部は、位置間隔ごとに抽出領域から領域画像信号を抽出して、視点画像データを生成することが好ましい。

本発明の第5の態様によれば、第3または第4の態様による撮像装置において、受付部は、画像の被写界深度を選択する深度選択操作を受け付け、設定部は、深度選択操作によって選択された被写界深度に応じて抽出領域の大きさを設定し、生成部は、設定された抽出領域の大きさに応じて、複数の画像信号を合成して1つの領域画像信号として抽出し、視点画像データを生成することが好ましい。

本発明の第 6 の態様によれば、第 3 乃至第 5 のいずれかの態様による撮像装置において、受付部は、視点の位置を二次元方向に異ならせる視点位置選択操作をさらに受け付け、設定部は、視点位置選択操作に応じて視点数と同数の抽出領域を抽出する方向を設定し、生成部は、設定部により設定された方向に沿って領域画像信号を抽出して視点画像データを生成することが好ましい。

本発明の第 7 の態様によれば、第 3 乃至第 6 のいずれかの態様による撮像装置において、生成部は、設定部により設定された抽出領域が 1 つの光電変換素子のうちの一部と重複する場合には、重複する光電変換素子から出力された画像信号に対して重複する割合に応じて決まる重み付けを行って領域画像信号として抽出することが好ましい。

本発明の第 8 の態様によれば、第 3 乃至第 7 のいずれかの態様による撮像装置において、撮像装置の姿勢を検出する姿勢検出部を備え、設定部は、姿勢検出部により検出された姿勢に応じて視点の位置が異なるように視点数と同数の抽出領域を抽出する方向を設定し、生成部は、設定部により設定された方向に沿って領域画像信号を抽出して視点画像データを生成することが好ましい。

本発明の第 9 の態様によれば、第 1 乃至第 8 のいずれかの態様による撮像装置において、生成部により生成された複数の視点画像データに基づいて表示用画像データを生成し、表示用画像データに対応する画像を立体画像として表示器に表示させる表示制御部をさらに備えることが好ましい。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、視点数選択操作によって選択された視点数と同数の視点画像データを生成することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1] 本発明の実施の形態によるデジタルカメラの構成を説明する図である。

[図2] マイクロレンズと撮像素子との配置の一例を示す図であり、図 2 (a) は x y 平面におけるマイクロレンズの配置を示し、図 2 (b) は光軸方向に

おける撮影レンズとマイクロレンズと撮像素子との位置関係を示し、図 2（c）は 1 つの画素配列上における撮像素子の配置を示す図である。

[図3] ブロックの大きさと視点数との関係を説明する図であり、図 3（a）は 1 つの画素配列上における撮像素子の配置を示し、図 3（b）は生成される 5 視点の画像データの一例を示す図である。

[図4] ブロックの大きさと視点数との関係を説明する図であり、図 4（a）は 1 つの画素配列における撮像素子とブロックとの配置関係を示し、図 4（b）は生成される 4 視点の画像データの一例を示す図である。

[図5] 多視点画像間で視差が生じない場合の原理を説明する図であり、図 5（a）は、5 つの視点画像を生成する場合の光束を示し、図 5（b）は図 5（a）を焦点面付近で拡大した図であり、図 5（c）は図 5（b）をマイクロレンズアレイおよび撮像素子の近傍で拡大した図である。

[図6] 多視点画像間で視差が生じない場合の原理を説明する図であり、図 6（a）は視点画像データに対応する視点画像を示し、図 6（b）は撮像素子に入射する光束の様子を示す。

[図7] 多視点画像間で視差が生じる場合の原理を説明する図であり、図 7（a）は視点画像データに対応する視点画像を示し、図 7（b）は撮像素子に入射する光束の様子を示す。

[図8] 可変パラメータと固定パラメータとの一例を示す図であり、図 8（a）は可変パラメータと可変パラメータにより制御可能な特性とを示し、図 8（b）は固定パラメータの一例を示す。

[図9] 多視点画像生成時の演算処理を説明する図であり、図 9（a）は x y 平面におけるマイクロレンズの座標系を示し、図 9（b）は x y 平面における撮像素子の座標系を示す。

[図10] 第 1 の実施の形態におけるデジタルカメラの処理を説明するフローチャートである。

[図11] 実施の形態におけるデジタルカメラの表示器の構成の一例を示す図であり、図 11（a）はレンチキュラーレンズの一例を示し、図 11（b）は

x z 平面における表示器と光束との関係を示す。

[図12] 表示用画像データの生成処理を説明する概念図である。

[図13] 第2の実施の形態におけるマイクロレンズと撮像素子との配置の一例を説明する図であり、図13(a)はx y 平面におけるマイクロレンズと撮像素子との配置を示し、図13(b)はブロックを一般化した場合のx y 平面におけるマイクロレンズと撮像素子との配置を示し、図13(c)は演算結果に応じてブロックが移動する様子を模式的に示す。

[図14] 第2の実施の形態におけるデジタルカメラの処理を説明するフローチャートである。

[図15] 第3の実施の形態におけるデジタルカメラの構成を説明する図である。

発明を実施するための最良の形態

[0008] ー第1の実施の形態ー

本実施の形態のデジタルカメラは、1つの被写界について複数の視点（視差）数の画像が生成可能に構成されている。このデジタルカメラは、ユーザが所望する視点数、視差、視点変化の方向、被写界深度等を選択すると、ユーザの選択に応じた多視点の画像を作成することができる。以下、詳細に説明する。

[0009] 図1は、第1の実施の形態によるデジタルカメラの構成を示す図である。デジタルカメラ1は、撮影レンズL1を有する交換レンズ2が着脱可能に構成されている。デジタルカメラ1は、撮像ユニット100、制御回路101、A/D変換回路102、メモリ103、駆動部104、メモリカードインタフェース107、操作部108、表示器109およびLCD駆動回路110を備える。撮像ユニット100は、多数のマイクロレンズ120が二次元状に配列されたマイクロレンズアレイ12および撮像素子13を備える。なお、図1においては、z軸を撮影レンズL1の光軸に平行となるように設定され、z軸と直交する平面内でx軸とy軸とが互いに直交する方向に設定されている。

[0010] 撮影レンズL1は、複数の光学レンズ群から構成され、被写界からの光束をその焦点面近傍に結像する。なお、図1では撮影レンズL1を説明の都合上1枚のレンズで代表して表している。撮影レンズL1の焦点面近傍に、マイクロレンズアレイ12と撮像素子13とが順に配置される。撮像素子13は、複数の光電変換素子を備えたCCDやCMOSイメージセンサによって構成される。撮像素子13は、撮像面上に結像されている被写体像を撮像し、駆動部104により制御されて被写体像に応じた光電変換信号（画像信号）をA/D変換回路102へ出力する。なお、撮像ユニット100の詳細については説明を後述する。駆動部104は、制御回路101からの命令に応じて、撮像素子13にタイミング信号を出力し、撮像素子13の駆動タイミングを制御する。

[0011] A/D変換回路102は、撮像素子13が出力する画像信号にアナログ的な処理をしてからデジタル画像信号に変換する回路である。制御回路101は、制御プログラムに基づいて、デジタルカメラ1を構成する各部から入力される信号を用いて所定の演算を行い、デジタルカメラ1の各部に対する制御信号を送出して、撮影動作を制御する。制御回路101は、画像処理部105および演算部106を機能的に備える。画像処理部105は、A/D変換回路102によりデジタル変換された画像信号に対して種々の画像処理を施して画像データを生成する。そして、画像処理部105は生成した画像データに対してJPEG圧縮処理を施し、EXIFなどの形式でメモ리카ード107aへ記録する。演算部106は、上記の画像処理部105により行われる各種の画像処理のための演算処理を行う。

[0012] メモリ103は、A/D変換回路102によりデジタル変換された画像信号や、画像処理、画像圧縮処理および表示用画像データ作成処理の途中や処理後のデータを一時的に格納するために使用される揮発性記憶媒体である。メモ리카ードインタフェース107は、メモ리카ード107aが着脱可能なインタフェースである。メモ리카ードインタフェース107は、制御回路101の制御に応じて、画像データをメモ리카ード107aに書き込んだり、

メモリカード１０７aに記録されている画像データを読み出すインタフェース回路である。メモリカード１０７aはコンパクトフラッシュ（登録商標）やＳＤカードなどの半導体メモリカードである。

[0013] ＬＣＤ駆動回路１１０は、制御回路１０１の命令に基づいて表示器１０９を駆動する回路である。表示器１０９は、たとえば液晶等により構成され、再生モードにおいてメモリカード１０７aに記録されている画像データに基づいて制御回路１０１で作成された表示データの表示を行う。また、表示器１０９には、デジタルカメラ１の各種動作を設定するためのメニュー画面が表示される。ＬＣＤ駆動回路１１０および表示器１０９の詳細については説明を後述する。

[0014] 操作部１０８は、ユーザの操作を受け付けて、操作内容に応じた各種の操作信号を制御回路１０１へ出力する。操作部１０８は、電源ボタン、リリースボタン、モード選択ボタン、その他の設定メニューの表示切換ボタン、設定メニュー決定ボタン等を含む。モード選択ボタンは、デジタルカメラ１の動作を撮影モードと再生モードとの間で切り替えるための操作をする際に用いられる。また、デジタルカメラ１は、撮影モードとして、複数の視点数の画像（多視点画像）を撮影するための多視点画像生成モードを含む。多視点画像生成モードでは、ユーザにより撮影する画像の視点数、視差、視点変化の方向、被写界深度等の視点条件を選択可能に構成されている。多視点画像生成モードにおける視点条件の選択は、上述したメニュー画面上から操作部１０８を操作することにより行われる。

[0015] 次に、撮像ユニット１００の構成について詳細に説明する。撮像ユニット１００は、上述したようにマイクロレンズアレイ１２と撮像素子１３とを有する。マイクロレンズアレイ１２は、二次元状に配列された複数のマイクロレンズ１２０により構成される。撮像素子１３には、上記の各マイクロレンズ１２０を通過した光を受光する画素配列１３０が、マイクロレンズ１２０に対応した配置パターンで配置されている。各々の画素配列１３０は、二次元状に配列された複数の光電変換素子１３１（以下、撮像画素１３１と呼ぶ

）により構成される。

[0016] 図2にマイクロレンズ120と撮像素子13の配置の一例を示す。図2（a）は、撮影レンズL1の光軸方向と直交する方向（x y平面）における、マイクロレンズ120および撮像素子13の撮像素素131の配置の一例を説明する図である。図2（a）に示すマイクロレンズアレイ12には、x軸方向に6個のマイクロレンズ120とy軸方向に6個のマイクロレンズ120、すなわち6×6個のマイクロレンズ120が配列されている。1つのマイクロレンズ120には、1つの画素配列130が対応して設けられる。個々の画素配列130は、たとえばx軸方向に5個の撮像素素131とy軸方向に5個の撮像素素131、すなわち5×5個の撮像素素131を備える。すなわち、1つのマイクロレンズ120に対して、5×5個の撮像素素131が配置されている。その結果、本実施の形態においては、撮像素子13は30×30個の撮像素素131を有している。

[0017] 図2（b）は、撮影レンズL1の光軸方向（z軸方向）における、撮影レンズL1とマイクロレンズ120と撮像素子13との位置関係を説明する図である。図2（b）に示すように、マイクロレンズ120は、被写体（物体面）の像を捕らえる撮影レンズL1の焦点位置（結像面）、すなわち物体面と共役な位置に配置される。撮像素子13はマイクロレンズ120の焦点距離だけ離れた位置に配置される。その結果、撮像素子13の撮像素面が撮影レンズL1と共役となっている。なお、図2（b）においては、物体面に撮影レンズL1の焦点が合っている場合、すなわち撮影レンズL1からの光束がマイクロレンズ120上で結像している場合を示している。

[0018] 図2（b）において、撮像素素131 a iに対応するマイクロレンズ120による、撮影レンズL1の瞳面への投影像が占める領域が、撮影レンズL1の瞳上の部分領域P1である。部分領域P1と同様に、部分領域P2、P3、…は、撮像素素131 b i、131 c i、…に対応する。撮影レンズL1の瞳上の部分領域P1、P2、P3、…を透過した光束r1、r2、r3、…はそれぞれ、マイクロレンズを透過して撮像素素131 a i、13

131bi, 131ci, …に入射する。なお、図2(b)では、撮影レンズL1の光軸上に配置されたマイクロレンズ120へ入射する光束r1~r5を代表して示しているが、光軸から離れた位置に設けられたマイクロレンズ120についても同様に各光束r1~r5が入射し、対応する撮像素子131に導かれる。また、部分領域P1, P2, P3, …は実際には二次元状に、すなわちy軸方向にも存在するが、ここでは説明を簡単にするためx軸方向の配列のみを考える。

[0019] 図2(c)は、1つの画素配列130i上における撮像素子131ai~131diの位置関係を示す。なお、図2(b)ではx軸方向における撮影レンズL1の部分領域P1~P5を例としているので、各光束r1~r5はx軸方向に並んで配置された撮像素子131ai~131diにそれぞれ入射する。そして、各撮像素子131ai, 131bi, 131ci, …は、それぞれ画像信号ai, bi, ci, …を出力する。

[0020] 上記のように構成された撮像ユニット100から出力された画像信号を用いて、デジタルカメラ1の画像処理部105により多視点（多視差）画像を生成するための処理が行われる。また、本実施の形態のデジタルカメラ1のLCD駆動回路110および表示器109は、生成された多視点（多視差）画像を立体画像（3D画像）として表示可能に構成されている。以下、(A)多視点（多視差）画像の生成原理、(B)多視点画像間で視差が発生する原理、(C)多視点画像の生成処理、(D)立体表示について説明する。

[0021] (A) 多視点（多視差）画像の生成原理

撮像ユニット100に含まれる各撮像素子131から出力される画像信号を用いて、被写体からの光束の位置と方向とがそれぞれ独立に検出される。被写体からの光束の位置はマイクロレンズ120の数に応じて検出できる。そのため、画像信号に基づいて生成される画像データの画素数、すなわち解像度はマイクロレンズ120の数によって制限されることになる。図2(a)に示すように、マイクロレンズアレイ12が6×6個のマイクロレンズ120を有している場合には、画像データの解像度は36(=6×6)となる。

。

[0022] 視点の方向は1つのマイクロレンズ120に対応して設けられた撮像素子131の数に応じて検出される。上述したように、撮影レンズL1の瞳面と撮像素子13の撮像素面とは共役なので、1つの画素配列130に含まれる撮像素子131の数と同数の部分領域Pが撮影レンズL1の瞳面で分割されることになる。画像処理部105は、この各部分領域Pを通過した光束rに対応する画像信号ごとに画像データを生成する。その結果、画像処理部105は、同一の被写体に対して視点の異なる部分領域Pの数と同数、すなわち、1つの画素配列130に含まれる撮像素子131の数と同数の画像データを生成する。図2(a)に示す場合のように、1つのマイクロレンズ120に対して5×5個の撮像素子131が配置されている場合には、5×5個の視点を検出できるので、画像処理部105は5×5個の視点の異なる画像データを生成する。

[0023] さらに、画像処理部105は、1つの画素配列130で規定される領域を複数の抽出領域（たとえば矩形領域）に分割し、抽出領域に含まれる複数の撮像素子131から出力される画素信号を用いて画像データを生成する。この場合には、画像処理部105は抽出領域の数と同数の視点数の画像データを生成する。換言すると、抽出領域の数と同数の部分領域Pが撮影レンズL1の瞳面で分割されることになり、画像処理部105は、この各部分領域Pを通過した光束rに対応する画像信号ごとに画像データを生成する。なお、以後の説明では、抽出領域をブロックと呼ぶ。また、ブロックの大きさは、メニュー画面上でユーザによる操作部108を用いた選択、設定処理を行うことにより設定可能に構成されているものとする。設定処理の詳細については、説明を後述する。

[0024] 図3を用いてブロックの大きさと視点数との関係について説明する。図3では、ユーザによりブロックB10の大きさが1に設定された場合、すなわち1つのブロックB10に1つの撮像素子131が含まれる場合を示す。なお、図3では、説明の都合上、x軸方向の視点数についてのみ示す。図3（

a) は、撮像素子 13 に含まれる複数の画素配列 130 のうちの 1 つの画素配列 130 i を一例として示す。

[0025] この場合、画像処理部 15 は、撮像素子 13 から出力された画像信号の中から、図 3 (a) に示す画素配列 130 i に含まれる撮像素子 131 a i から出力された画像信号 a i を抽出する。さらに、画像処理部 105 は、撮像素子 13 に含まれる全ての画素配列 130 のそれぞれの撮像素子 131 a から出力された画像信号 a を抽出する。そして、画像処理部 105 は、抽出した全ての画像信号 a を用いて 1 つの画像データ I_{m_a} を生成する。同様に、画像処理部 105 は、各画素配列 130 に含まれるそれぞれの撮像素子 131 b, ..., 131 e から出力された画像信号 b, ..., e を用いて画像データ I_{m_b} , ..., I_{m_e} を生成する。その結果、図 3 (b) に示すように、画像処理部 105 は 5 つ (5 視点) の画像データ I_{m_a} , I_{m_b} , ..., I_{m_e} を生成する。

[0026] 図 4 を用いてブロック B10 の大きさと視点数との関係について説明する。図 4 (a) は、ユーザによりブロック B10 の大きさが 2×3 に設定された場合、すなわち 1 つのブロック B10 に 6 ($= 2 \times 3$) 個の撮像素子 131 が含まれる場合を示す。なお、図 4 についても図 3 と同様に、説明の都合上、x 軸方向の視点数についてのみ示す。図 4 (a) は、撮像素子 13 に含まれる複数の画素配列 130 のうちの 1 つの画素配列 130 i を一例として示す。また、ブロック B10_b i (図 4 (a) の縦線領域), B10_c i (図 4 (a) のドット領域), B10_d i (図 4 (a) の横線領域) は、ブロック B10_a i (図 4 (a) の斜線領域) を 1 画素ずつ順次、x 軸方向に移動させたものである。

[0027] この場合、画像処理部 15 は、撮像素子 13 から出力された画像信号の中から、画素配列 130 i のブロック B10_a i に含まれる 6 (2×3) 個の撮像素子 131 から出力される画像信号を加算して、1 つの画像信号 a i を抽出する。さらに、画像処理部 105 は、撮像素子 13 に含まれる全ての画素配列 130 のそれぞれのブロック B10_a 内の撮像素子 131 から出力さ

れた画像信号 a を抽出する。そして、画像処理部 105 は、抽出した全ての画像信号 a を用いて 1 つの画像データ $I m_a$ を生成する。同様に、画像処理部 105 は、各画素配列 130 に含まれるそれぞれのブロック $B i_o_b, \dots, B i_o_d$ 内の撮像素素 131 からの出力についても同様の処理を行って画像データ $I m_b, \dots, I m_d$ を生成する。その結果、図 4 (b) に示すように、画像処理部 105 は 4 つ (4 視点) の画像データ $I m_a, I m_b, \dots, I m_d$ を生成する。

[0028] 上述したようにブロック $B i_o$ の数と同数の部分領域 P が撮影レンズ $L 1$ の瞳面で分割されるので、撮影レンズ $L 1$ の部分領域 P の大きさは設定されたブロック $B i_o$ の大きさに応じて決まる。このため、撮像素子 13 の各画素 (すなわちブロック $B i_o$ の大きさ) は、撮像素子 13 と共役関係にある撮影レンズ $L 1$ の部分領域 P の大きさ、すなわち光束の大きさ (径) を規定することになる。したがって、設定されたブロック $B i_o$ の大きさは撮影レンズ $L 1$ の F 値に相当することになり、ブロック $B i_o$ の大きさが小さいほど F 値が大きくなる。

[0029] 図 3 を用いて説明した場合のように、ブロック $B i_o$ の大きさが 1 に設定されている場合は、画像処理部 105 は、1 つのマイクロレンズ 120 に対して 1 つの撮像素素 131 から出力された画像信号に基づいて、5 つの画像データ $I m_a \sim I m_e$ を生成している。したがって、ブロック $B i_o$ の大きさが 1 に設定された場合は F 値が大きくなるので、生成された画像データ $I m_a \sim I m_e$ のそれぞれに対応する画像の被写界深度が深くなる。

[0030] 図 4 を用いて説明した場合のように、ブロック $B i_o$ の大きさが 2×3 に設定されている場合は、画像処理部 105 は、1 つのマイクロレンズ 120 に対して 6 個の撮像素素 131 から出力された画像信号に基づいて画像データを生成している。この場合の撮影レンズ $L 1$ の部分領域 P は、図 3 の場合における撮影レンズ $L 1$ の部分領域 P の大きさよりも 6 倍の大きさを有するので、ブロック $B i_o$ 内の撮像素素 131 に入射する光束は 6 倍の大きさ (径) となる。したがって、ブロック $B i_o$ の大きさが 2×3 に設定された場

合はF値が小さくなるので、生成された画像データ $I_{m_a} \sim I_{m_d}$ のそれぞれに対応する画像の被写界深度が浅くなる。この結果、ブロックB10の大きさを大きく設定することにより、通常の一眼レフカメラ等を用いて撮影した、主要被写体にのみピントを合わせ背景や前景をぼかした写真と同様の画像が本実施の形態のデジタルカメラ1によって生成される。

[0031] なお、上述の説明では視点の移動方向をx軸方向として説明したが、視点はy軸方向に移動するものでも、xy平面上を二次元方向に移動するものでもよい。また、ブロックB10の形状についても矩形に限定されるものではない。

[0032] (B) 多視点画像間で視差が発生する原理

上記のようにして生成された複数の視点画像のそれぞれについて視差が生じる場合と生じない場合について説明する。まず、図5を用いて、複数の視点画像のそれぞれについて視差が生じない場合について説明する。図5(a)は撮像側で5つの視点画像を生成する場合の光束 $r_1 \sim r_5$ を説明する図である。図5(b)は、図5(a)に示す光束 $r_1 \sim r_5$ のうち、撮影レンズ1と焦点面(結像面)付近での光束 $r_1 \sim r_5$ を拡大して示す図である。さらに、図5(c)は、図5(b)に示す光束 $r_1 \sim r_5$ のうち、マイクロレンズアレイ12および撮像素子13付近での光束を拡大して示す図である。

[0033] 図5において、5つの視点の位置は図2～図4に示す撮像素子 $131a_i \sim 131e_i$ と同様である。図5(a)に示すように、1つのマイクロレンズ120に対応して設けられた撮像素子 $131a_i \sim 131e_i$ のそれぞれに入射する光線は、物体面Q1上で同じ点で交わっている。したがって、物体面Q1に存在する被写体については、視点画像データ $I_{m_a} \sim I_{m_e}$ のそれぞれに対応する画像上で視差が生じない。これに対して、物体面Q1から外れた面Q2で交わる光束 $r_1 \sim r_5$ は、異なるマイクロレンズ120に導かれる。したがって、物体面Q1から外れた面Q2に存在する被写体については、視点画像データ $I_{m_a} \sim I_{m_e}$ のそれぞれに対応する画像上で視

差が生じる。以下、視差が生じる場合と生じない場合とについて、詳細に説明する。

[0034] ー視差が生じない場合ー

図6を参照しながら、複数の視点画像のそれぞれについて視差が生じない場合について説明する。図6(a)は、焦点面に結像した被写体「A」の像を撮影して生成された5つの視点画像データ $I_{m_a} \sim I_{m_e}$ に対応する視点画像 $A_i \sim E_i$ を示す。すなわち、視点画像 $A_i \sim E_i$ は、撮像素子 $131a_i \sim 131e_i$ から出力された画像信号にそれぞれ対応している。図6(b)は撮像素子13に入射する光束の様子を示す。図6(b)では、紙面の上下方向を z 軸方向とし、 $z=0$ をマイクロレンズ120の面、すなわち焦点面に設定している。焦点面 ($z=0$) に結像した被写体「A」の像の位置を $X_1 \sim X_9$ として表す。

[0035] X_5 の位置に結像した像を形成する光束 $r_1 \sim r_5$ は、マイクロレンズ120₅ を介して撮像素子 $131a_5 \sim 131e_5$ にそれぞれ入射する。また、 X_6 の位置に結像した像を形成する光束 $r_1 \sim r_5$ は、マイクロレンズ120₆ を介して撮像素子 $131a_6 \sim 131e_6$ にそれぞれ入射する。すなわち、撮像素子13上の撮像素子 $131a_1, 131a_2, 131a_3, \dots$ は、光束 r_1 を受光して画像信号を出力している。その結果、撮像素子 $131a_1, 131a_2, \dots$ は位置 $X_1, X_2, \dots$ の像を撮像していることになる。

[0036] 同様に、撮像素子 $131b_1, 131b_2, \dots$ は光束 r_2 を受光し、撮像素子 $131c_1, 131c_2, \dots$ は光束 r_3 を受光し、撮像素子 $131d_1, 131d_2, \dots$ は光束 r_4 を受光し、撮像素子 $131e_1, 131e_2, \dots$ は光束 r_5 を受光する。その結果、撮像素子 $131a_1, 131a_2, \dots$ が撮像する像、撮像素子 $131b_1, 131b_2, \dots$ が撮像する像、撮像素子 $131c_1, 131c_2, \dots$ が撮像する像、撮像素子 $131d_1, 131d_2, \dots$ が撮像する像、撮像素子 $131e_1, 131e_2, \dots$ が撮像する像は、いずれも位置 $X_1, X_2, \dots$

・の像となる。したがって、図6 (a) に示すように、撮像素子 $131a_i \sim 131e_i$ から出力されたそれぞれの画像信号に基づいて生成される5つの視点画像 $A_i \sim E_i$ は、同一の画像となるため視差が生じない。

[0037] ー視差が生じる場合ー

図7を参照しながら、複数の視点画像のそれぞれについて視差が生じない場合について説明する。図7 (a) は、焦点面とは異なる面に結像した被写体「A」の像を撮影して生成された5つの視点画像 $A_i \sim E_i$ を示す。図6 (a) の場合と同様に、視点画像 $A_i \sim E_i$ は、撮像素子 $131a_i \sim 131e_i$ から出力された画像信号にそれぞれ対応している。図7 (b) は撮像素子 13 に入射する光束の様子を示す。図7 (b) においても、紙面の上下方向を z 軸方向とし、 $z=0$ をマイクロレンズ 120 の面、すなわち焦点面に設定している。焦点面とは異なる面 ($z=h_1$) に結像した被写体「A」の像の位置を $X_1 \sim X_9$ として表す。

[0038] X_5 の位置に結像した像を形成する光束 $r_1 \sim r_5$ のうち光束 r_1 は、マイクロレンズ 120_3 を介して撮像素子 $131a_3$ へ入射する。また、光束 r_2 はマイクロレンズ 120_4 を介して撮像素子 $131b_4$ へ、光束 r_3 はマイクロレンズ 120_5 を介して撮像素子 $131c_5$ へ、光束 r_4 はマイクロレンズ 120_6 を介して撮像素子 $131d_6$ へ、光束 r_5 はマイクロレンズ 120_7 を介して撮像素子 $131e_7$ へ入射する。同様に、 X_6 の位置に結像した像を形成する光束 $r_1 \sim r_5$ のうち光束 r_1 は、撮像素子 $131a_4$ へ、光束 r_2 は撮像素子 $131b_5$ へ、光束 r_3 は撮像素子 $131c_6$ へ、光束 r_4 は撮像素子 $131d_7$ へ、光束 r_5 は撮像素子 $131e_8$ へ入射する。その結果、異なる位置に結像した像を形成する光束 $r_1 \sim r_5$ のそれぞれは、異なるマイクロレンズ 120 を介して撮像素子 13 に入射する。

[0039] したがって、撮像素子 13 上の撮像素子 $131a_1, 131a_2, 131a_3, \dots$ は、光束 r_1 を受光して画像信号を出力している。すなわち、撮像素子 $131a_1, 131a_2, 131a_3 \dots$ は位置 $X_3, X_4, X_5 \dots$ の像を撮像していることになる。また、撮像素子 13 上の撮像素子

1 3 1 b 1, 1 3 1 b 2, 1 3 1 b 3, . . . は光束 r_2 を受光するので、位置 $X_2, X_3, X_4 \dots$ の像を撮像していることになる。同様に、撮像素子 1 3 1 c 1, 1 3 1 c 2, 1 3 1 c 3, . . . は光束 r_3 を受光して位置 $X_1, X_2, X_3 \dots$ の像を撮像し、撮像素子 1 3 1 d 1, 1 3 1 d 2, 1 3 1 d 3, . . . は光束 r_4 を受光して位置 X_0 (不図示), $X_1, X_2 \dots$ の像を撮像し、撮像素子 1 3 1 e 1, 1 3 1 e 2, 1 3 1 e 3, . . . は光束 r_5 を受光して位置 $X(-1)$ (不図示), X_0 (不図示), $X_1, \dots$ の像を撮像している。

[0040] その結果、撮像素子 1 3 1 a 1, 1 3 1 a 2, . . . が撮像する像、撮像素子 1 3 1 b 1, 1 3 1 b 2, . . . が撮像する像、撮像素子 1 3 1 c 1, 1 3 1 c 2, . . . が撮像する像、撮像素子 1 3 1 d 1, 1 3 1 d 2, . . . が撮像する像、撮像素子 1 3 1 e 1, 1 3 1 e 2, . . . が撮像する像は、その位置が x 軸方向に少しずつずれたものとなる。したがって、図 7 (a) に示すように、撮像素子 1 3 1 a i ~ 1 3 1 e i から出力されたそれぞれの画像信号に基づいて生成される 5 つの視点画像 $A_i \sim E_i$ は、同一の画像とはならないので視差が生じることになる。このようにして、デジタルカメラ 1 に対する物体面の奥行き、すなわち距離情報が取得された複数の視点画像間において視差となって現れる。後述するように、この視差は 3 次元表示可能な表示素子上においては立体情報として扱うことができる。

[0041] (C) 多視点画像の生成処理

以下、第 1 の実施の形態におけるデジタルカメラ 1 による多視点 (多視差) 画像の生成処理、すなわち多視点画像生成モードが設定された場合のデジタルカメラ 1 の動作について説明する。なお、多視点画像生成モードは、ユーザによるモード選択ボタンの操作に応じて多視点画像生成モードが選択され、操作部 1 0 8 から操作信号が入力されると、制御回路 1 0 1 により設定される。

[0042] 多視点画像生成モードでは、上述したように、ユーザにより視点画像 (すなわち 3 次元画像) の特性、すなわち視点条件が選択可能となるように構成

されている。選択可能な特性として、視点変化の方向、視点数、視点の変化量、視点生成の画素数（ブロックB10の大きさ）がある。これらの特性は、上述した表示器109に表示されるメニュー画面上から、ユーザが操作部108を用いて選択操作することにより設定される。演算部106は、上記の特性に対応するパラメータを可変パラメータとして、視点画像データを生成する際の演算処理に用いる。

[0043] 図8（a）に各種可変パラメータと、可変パラメータにより制御可能となる特性を示す。図8（a）に示す「ブロック内の画素（撮像素素131）数 u 、 v 」はブロックB10の大きさを決定するための可変パラメータであり、設定されたブロックB10内の画素数に応じて、上述したように視点画像の被写界深度が決定される。なお、 u はブロックB10内の x 軸方向の画素数、 v はブロックB10内の y 軸方向の画素数を示す。

[0044] 「ブロックの移動する回数 K_x 、 K_y 」は多視点画像の視点数を決定するための可変パラメータである。画像処理部105は、設定された回数 K_x 、 K_y と同数の異なるブロックB10を画素配列130上に設定して、それぞれのブロックB10に含まれる撮像素素131から画像信号を抽出する。図3、図4で示したようにブロックB10が5回移動すれば5視点の画像が生成され、ブロックB10が4回移動すれば4視点の画像が生成される。

[0045] 「ブロックの移動量 S_x 、 S_y 」は複数の視点画像間の視点の変化量を決定するための可変パラメータである。ブロックB10が移動する量が大きくなるほど、視点画像間で生じる視差が大きくなる。画像処理部105は、設定された移動量 S_x 、 S_y に応じた位置間隔で画素配列130上に配列されたブロックB10から画像信号を抽出する。「ブロックの移動方向 $\text{Arctan}(S_y/S_x)$ 」は視点画像の視点変化の方向を決定するための可変パラメータである。画像処理部105は、選択された移動方向に沿って画素配列130上に設定されたブロックB10から画像信号を抽出する。図3、図4で説明した例においては移動方向として x 軸方向が設定された場合を示した。「ブロックの初期位置 U_0 、 V_0 」は視点画像の視点の初期位置を決定するための可

変パラメータである。

[0046] また、図 8 (b) に示すように、マイクロレンズ 120 の配列数 M 、 N およびピッチ p 、 q 、撮像素子 13 の画素（撮像素子 131）数 C_x 、 C_y およびピッチ s 、 t 、生成画像の解像度 M 、 N が固定パラメータとして設定されている。これらの固定パラメータはマイクロレンズ 120 および撮像素子 13 の構造に依存して決定される値である。

[0047] 図 3 に示す 5 つの視点（ x 軸方向に 5 視点）画像を生成する場合には、上記の可変パラメータおよび固定パラメータの値は以下のようになる。

マイクロレンズ 120 の x 軸方向の配列数 $M = 6$

マイクロレンズ 120 の y 軸方向の配列数 $N = 6$

撮像素子 13 の x 軸方向の画素数 $C_x = 30$

撮像素子 13 の y 軸方向の画素数 $C_y = 30$

ブロックの初期位置 $U_0 = 0$ 、 $V_0 = 0$

ブロックの移動する回数 $K_x = 5$ 、 $K_y = 1$

ブロックの移動量 $S_x = 1$ 、 $S_y = 0$

ブロック内の画素数 $u = 1$ 、 $v = 1$

なお、この場合の視点画像の解像度は 36 （ $= 6 \times 6 = M \times N$ ）である。

[0048] 図 4 に示す 4 つの多視点（水平方向に 4 視点）画像を生成する場合には、上記の可変パラメータおよび固定パラメータの値は以下のようになる。

マイクロレンズ 120 の x 軸方向の配列数 $M = 6$

マイクロレンズ 120 の y 軸方向の配列数 $N = 6$

撮像素子 13 の x 軸方向の画素数 $C_x = 30$

撮像素子 13 の y 軸方向の画素数 $C_y = 30$

ブロックの初期位置 $U_0 = 0$ 、 $V_0 = 0$

ブロックの移動する回数 $K_x = 4$ 、 $K_y = 1$

ブロックの移動量 $S_x = 1$ 、 $S_y = 0$

ブロック内の画素数 $u = 2$ 、 $v = 3$

なお、この場合の視点画像の解像度は 36 （ $= 6 \times 6 = M \times N$ ）である。

[0049] 上記の各種のパラメータが設定されると、画像処理部105は、1つの被写体を撮影して取得され、メモリ103に格納された画像信号を用いて、複数の視点画像データを生成する。上述したように、画像処理部105は、1つのマイクロレンズ120に対応する画素配列130内の撮像素子131から出力された画像信号のうち、設定されたブロックB10に含まれる撮像素子131から出力された画素信号を抽出する。そして、画像処理部105は、全ての画素配列130内に対しても同様に画素信号を抽出し、抽出された複数の画素信号を用いて1つの視点画像データImを生成する。画像処理部105は、上記の処理を設定されたブロックB10の移動量Sx、Syだけ移動させながら、設定されたブロックB10の移動回数Kx、Kyだけ行うことにより、複数の視点画像データImを生成する。このとき、画像処理部105は、演算部106による演算結果に基づいて画像信号を抽出する。すなわち、演算部106は、画像処理部105が視点画像データImを生成するために抽出する画像信号を決定する。

[0050] まず、演算部106が行う演算処理について説明する。

図9(a)にxy平面におけるマイクロレンズアレイ12の座標系(m, n)を示す。この座標系では、図の左下端のマイクロレンズ120の位置を(m, n) = (0, 0)として示す。なお、図9(a)においては、 $0 \leq m < 6$, $0 \leq n < 6$ である。さらに、図9(b)にxy平面における撮像素子13の座標系(i, j)を示す。図9(b)の撮像素子13の座標系において、(i, j)に配置された撮像素子131からの画素値、すなわち画像信号をI(i, j)で表す。

[0051] 演算部106は、まず(m, n) = (0, 0)の位置に設けられたマイクロレンズ120の中心位置(X0, Y0)を以下の式(1)を用いて算出する。なお、係数pは上述したようにマイクロレンズ120のx軸方向の配列ピッチを示す固定パラメータであり、係数qはマイクロレンズ120のy軸方向の配列ピッチを示す固定パラメータである。

$$X0 = mp + p/2$$

$$Y_0 = nq + q/2 \quad \dots (1)$$

[0052] 次に、演算部 106 は、マイクロレンズ 120 におけるブロックの初期位置（左下端）（X， Y）を、以下の式（2）を用いて算出する。係数 s は上述したように撮像素子 131 の x 軸方向の配列ピッチを示す固定パラメータであり、係数 t は撮像素子 131 の y 軸方向の配列ピッチを示す固定パラメータである。係数 N_x は、x 軸方向に生成する視点画像データ I_m の個数を示すパラメータであり、 $0 \leq N_x < K_x$ である。係数 N_y は、y 軸方向に生成する視点画像データ I_m の個数を示すパラメータであり、 $0 \leq N_y < K_y$ である。

$$X = X_0 + U_0 + s \cdot N_x \cdot S_x$$

$$Y = Y_0 + V_0 + t \cdot N_y \cdot S_y \quad \dots (2)$$

[0053] 図 3 に示す 5 視点画像データおよび図 4 に示す 4 視点画像データを生成する場合には、ブロック B10 の初期位置（X， Y）は以下の式（2）' のように表される。なお、係数 v は、上述したように、ブロック B10 内に含まれる y 軸方向の撮像素子 131 の数である。

$$X = mp + s \cdot N_x$$

$$Y = (n + 1/2)q - tv/2 \quad \dots (2)'$$

[0054] 演算部 106 は、式（2）を用いて算出したブロック B10 の初期位置（X， Y）を撮像素子 13 の座標系（i， j）に換算する。このとき、演算部 106 は、以下の式（3）を用いる。

$$i = X/s$$

$$j = Y/t \quad \dots (3)$$

[0055] 図 3 に示す 5 視点画像データ I_m を生成する場合には、ブロック B10 の初期位置（X， Y）は以下の式（3）' に示す位置に換算される。なお、以下の換算は、図 3 においては各パラメータが $U_0 = -p/2$ 、 $V_0 = -tv/2$ 、 $p = 5s$ 、 $q = 5t$ 、 $u = 1$ 、 $v = 1$ のように表すことができることに基づいている。

$$i = X/s = mp/s + N_x = 5m + N_x$$

$$j = Y / t = (n + 1 / 2) q / t - v / 2 = 5n + 2 \quad \dots (3)'$$

[0056] 図4に示す4視点画像データ I_m を生成する場合には、ブロック B_{10} の初期位置 (X, Y) は以下の式(3)''に示す位置に換算される。なお、以下の換算は、図4においては各パラメータが $U_0 = -p/2$ 、 $V_0 = -tv/2$ 、 $p = 5s$ 、 $q = 5t$ 、 $u = 2$ 、 $v = 3$ のように表すことができることに基づいている。

$$i = X / s = mp / s + Nx = 5m + Nx$$

$$j = Y / t = (n + 1 / 2) q / t - v / 2 = 5n + 1 \quad \dots (3)''$$

[0057] 画像処理部105は、上記の式(3)にて算出されたブロック B_{10} の初期位置を用いて、画像信号 I を抽出する。すなわち、画像処理部105は、式(3)で算出された初期位置 (i, j) に対応する画像信号を基準として、ブロック B_{10} 内に含まれる画像信号の和(ブロック信号 $I_b(i, j)$)を算出する。この場合、画像処理部105は、以下の式(4)を用いてブロック信号 $I_b(i, j)$ を算出する。

$$\begin{aligned} I_b(i, j) &= \sum I(i + k - 1, j + l - 1) \\ &= I(i, j) + I(i, j + 1) + \dots + I(i, j + v - 1) \\ &\quad + I(i + 1, j) + I(i + 1, j + 1) + \dots + I(i + 1, j + v - 1) \\ &\quad + I(i + 2, j) + I(i + 2, j + 1) + \dots + I(i + 2, j + v - 1) \\ &\quad + \dots \\ &\quad + I(i + u - 1, j) + I(i + u - 1, j + 1) + \dots + I(i + u - 1, j + v - 1) \quad \dots (4) \end{aligned}$$

[0058] 図3に示す5視点画像データ I_m を生成する場合には、ブロック信号 $I_b(i, j)$ は以下の式(4)'で示す値となる。また、図4に示す4視点画像データを生成する場合には、ブロック信号 $I_b(i, j)$ は以下の式(4)''で示す値となる。

$$I_b(i, j) = I(i, j) = I(5m + Nx, 5n + 2) \quad \dots (4)'$$

4) ’

$$I_b(i, j) = I(i, j) + I(i, j+1) + I(i, j+2) + I(i+1, j) + I(i+1, j+1) + I(i+1, j+2) \cdots$$

(4) ”

[0059] 以上の処理を全てのマイクロレンズ120に対して行って生成されたブロック信号 $I_b(i, j)$ を用いて、画像処理部105は1つの視点画像データ I_m を生成する。すなわち、画像処理部105は、ブロック信号 $I_b(i, j)$ が視点画像データ I_m 内で1つの画素値を表すように、各ブロック信号 I_b を加算する。その後、演算部106は、ブロック $B10$ を設定された移動方向 ($\text{Arctan}(Sy/Sx)$) に設定された移動量 S_x 、 S_y ずつ移動させた場合のブロック $B10$ の初期位置 (i, j) を新たに算出する。そして、画像処理部105は、新たに算出されたブロック $B10$ の初期位置 (i, j) に基づいて式(4)を用いて新たにブロック信号 $I_b(i, j)$ を算出し、異なる1つの視点画像データ I_m を生成する。画像処理部105は、上記の処理を設定された移動回数 K_x 、 K_y 分繰り返して、複数の視点画像データ I_m を生成する。

[0060] 画像処理部105は、上述のようにして生成した複数の視点画像データ I_m を用いて多視点画像ファイルを生成してメモリカード107aに記録する。なお、画像処理部105は、生成した視点画像データ I_m のそれぞれに関連付けを行ってメモリカード107aに記録するようにしてもよい。

[0061] 図10のフローチャートを用いて、以上で説明した多視点画像生成処理について説明する。図10に示す各処理は、制御回路101内の図示しないメモリに記録され、多視点画像生成モードが設定された状態で撮影処理により取得された画像信号がメモリ103内に格納されると、制御回路101により起動され、実行される。

ステップS101では、視点画像を生成する個数 (N_x , N_y) の値を初期値である0に設定してステップS102へ進む。ステップS102では、マイクロレンズ120の初期位置として m , n の値を0に設定してステップ

S 1 0 3へ進む。

[0062] ステップS 1 0 3では、式（１）を用いて対象となるマイクロレンズ１２０の中心位置を算出してステップS 1 0 4へ進む。ステップS 1 0 4では、式（２）を用いて、マイクロレンズ１２０の座標系におけるブロックB 1 0の初期位置、すなわち左下端部の座標を算出してステップS 1 0 5へ進む。ステップS 1 0 5では、ステップS 1 0 4で算出した座標値を、式（３）を用いて撮像素子１３の座標系（ i , j ）に換算してステップS 1 0 6へ進む。

[0063] ステップS 1 0 6では、式（４）を用いて、ブロックに含まれる光電変換信号１３１から出力された画像信号を加算し、ブロック信号I bを生成してステップS 1 0 7へ進む。ステップS 1 0 7では、次のマイクロレンズ１２０へ移動（ $m=m+1$ または $n=n+1$ ）してステップS 1 0 8へ進む。ステップS 1 0 8では、全てのマイクロレンズ１２０に対応する画素配列１３０に対して処理が終了したか否かを判定する。全ての画素配列１３０に対して処理が終了した場合、すなわち $m=M$ かつ $n=N$ の場合には、ステップS 1 0 9へ進む。全ての画素配列１３０に対して処理が終了していない場合には、ステップS 1 0 9が否定判定されてステップS 1 0 3へ戻る。

[0064] ステップS 1 0 9では、各画素配列１３０ごとに生成されたブロック信号I bを合成して１つの視点画像データI mを生成してステップS 1 1 0へ進む。ステップS 1 1 0では、ブロックの位置を設定された移動量である S_x , S_y だけ移動させる。そして、視点画像の個数を $N_x=N_x+1$ または $N_y=N_y+1$ に設定してステップS 1 1 1へ進む。

[0065] ステップS 1 1 1では、設定された視点数（ K_x , K_y ）分の視点画像データI mが生成されたか否かを判定する。設定された視点数の視点画像データI mが生成された場合、すなわち $N_x=K_x$ かつ $N_y=K_y$ の場合には、ステップS 1 1 1が肯定判定されてステップS 1 1 2へ進む。設定された視点数の視点画像データI mが生成されていない場合には、ステップS 1 1 1が否定判定されてステップS 1 0 2へ戻る。ステップS 1 1 2では、生成され

た $K \times K \times y$ 個の視点画像データ I_m を用いて多視点画像ファイルを生成し、メモリカード 107a に記録させて処理を終了する。

[0066] (D) 立体表示

上述のようにして生成された複数の視点画像データ I_m のそれぞれに対応する視点画像を表示器 109 に立体画像として表示させるための処理について説明する。

図 11 に示すように表示器 109 は、その表面に、円筒形を軸方向に切断したような形状を有する凸レンズ 151 を複数有するレンチキュラーレンズ 150 を備える。すなわち表示器 109 は、公知のレンチキュラー方式により複数の視点画像を立体画像として表示する。図 11 (a) に示すように、本実施の形態においては、レンチキュラーレンズ 150 の個々の凸レンズ 151 の長辺方向を y 軸方向に揃えて配置されている。なお、以下の説明においても、代表して x 軸方向の処理を中心に行う。

[0067] 図 11 (b) には、表示器 109 の xz 平面における断面図を示す。レンチキュラーレンズ 150 の個々の凸レンズ 151 は、表示器 109 を構成する、 y 軸方向に沿った複数の画素列 C_o からの光を集光してユーザへ導く。図 11 (b) では、1つの凸レンズ 151 a が表示器 109 の画素列 $C_o 1_1 \sim C_o 1_5$ から発せられた光を集光している。そして、複数の凸レンズ 151 から導かれる光のうち、画素列 $C_o 1_1$, $C_o 2_1$, $C_o 3_1$, $\dots$ からの光は、点 W_1 で結像する。同様に、画素列 $C_o 1_2$, $C_o 2_2$, $C_o 3_2$, $\dots$ からの光は点 W_2 で、画素列 $C_o 1_3$, $C_o 2_3$, $C_o 3_3$, $\dots$ からの光は点 W_3 で、画素列 $C_o 1_4$, $C_o 2_4$, $C_o 3_4$, $\dots$ からの光は点 W_4 で、画素列 $C_o 1_5$, $C_o 2_5$, $C_o 3_5$, $\dots$ からの光は点 W_5 で結像する。

[0068] したがって、ユーザ（閲覧者）が H_1 の位置から表示器 109 に表示された画像を観察する場合、右目で点 W_1 の像、すなわち画素列 $C_o 1_1$, $C_o 2_1$, $C_o 3_1$, $\dots$ からの光を観察し、左目で点 W_2 の像、すなわち画素列 $C_o 1_2$, $C_o 2_2$, $C_o 3_2$, $\dots$ からの光を観察する。また

、ユーザがH2の位置から画像を観察する場合は、右目で点W4の像（画素列C○1_4, C○2_4, C○3_4, ...からの光）を観察し、左目で点W5の像（画素列C○1_5, C○2_5, C○3_5, ...からの光）を観察する。

[0069] なお、表示器109は、パララックスバリア方式により複数の視点画像を立体画像として表示させてもよい。この場合、図11のレンチキュラーレンズ150が配置されている位置に、y軸方向に長辺をそろえた複数の細長い開口を有するマスク（バリア）を配置すればよい。

[0070] 図12に示す概念図を用いて、上記のように立体画像が表示可能な表示器109へ出力する表示用データを生成する処理を説明する。同一の被写界を撮影した、視差のある多視点画像（たとえば5つの視点）に対応する視点画像データをIm1, Im2, ..., Im5とする。この場合、画像処理部105は、視点画像データをIm1, Im2, ..., Im5からそれぞれ同一の画素列C○1に対応する画像データを抽出して合成することにより1つの表示用画像データId1を作成する。さらに、画像処理部105は、視点画像データIm1, Im2, ..., Im5のそれぞれから画素列C○2に対応する画像データを抽出して、1つの表示用画像データId2を作成する。以下同様にして画像処理部105は表示用画像データId3～Id5を作成する。

[0071] 各表示用画像データId1～Id5が作成されると、画像処理部105は、LCD駆動制御部110に表示用画像データId1を出力して、表示器109のC○1に表示用画像データId1に対応する画像を表示させる。同様に、画像処理部105は、LCD駆動制御部110に表示用画像データId2～Id5を出力して、表示器109のC○2～C○5にそれぞれ表示用画像データId2～Id5に対応する画像を表示させる。

[0072] 上述したように、画素列C○1_1, C○2_1, C○3_1, ...からの光は、点W1で結像するので、視点画像データIm1に対応する画像は点W1で観察される。同様に、視点画像データIm2に対応する画像は点W2で

観察され、視点画像データ I_d3 に対応する画像は点 $W3$ で観察され、視点画像データ I_m4 に対応する画像は点 $W4$ で観察され、視点画像データ I_m5 に対応する画像は点 $W5$ で観察される。上述したように、 $H1$ に位置するユーザは、右目で点 $W1$ を観察し左目で点 $W2$ を観察する。すなわち、 $H1$ のユーザは右目で視点画像データ I_m1 に対応する画像を観察し、左目で視点画像データ I_m2 に対応する画像を観察することになる。視点画像データ I_m1 と I_m2 との間には視差があり、ユーザは視点画像データ I_m1 と I_m2 のそれぞれに対応する画像を異なる目で観察する。その結果、同一の被写界を撮影した画像が立体画像としてユーザによって観察される。なお、ユーザが $H1$ に位置する場合は、ユーザは右目で視点画像データ I_m4 に対応する画像を観察し、左目で視点画像データ I_m5 に対応する画像を観察することで、同一被写界を撮影した画像を立体画像として観察する。

[0073] 以上で説明した第1の実施の形態によれば、以下の作用効果が得られる。

(1) マイクロレンズ120は、撮影レンズL1の焦点面近傍に二次元状に複数個配置される。撮像素子13は複数のマイクロレンズ120のそれぞれに対して、複数の光電変換素子（撮像素素）131を有する二次元状に配置された複数の画素配列130を備える。この撮像素素131は撮影レンズL1を通過した被写体からの光束をマイクロレンズ120を介して受光して画像信号を出力する。画像処理部105は、複数の画素配列130のそれぞれに含まれる複数の撮像素素131から出力された画像信号から、撮影レンズL1の複数の異なる部分領域Pのそれぞれに対応する複数のブロック信号 I_b を抽出し、抽出したブロック信号 I_b に基づいて部分領域Pのそれぞれに対応する複数の画像データ I_m を、視点位置がそれぞれ異なる視点画像データ I_m として生成する。すなわち、画像処理部105は、複数の画素配列130のそれぞれから抽出した複数のブロック信号 I_b のうち、異なる画素配列130から抽出されたブロック信号 I_b であって、同一の部分領域Pに対応するブロック信号 I_b を合成して1つの視点画像データ I_m を生成する。操作部108はユーザによる視点数を選択する操作を受け付ける。そして、

画像処理部 105 は、ユーザによる操作によって選択された視点数のブロック信号 I b を抽出して、視点画像データ I m を生成するようにした。

[0074] 立体画像を表示させるには、視点が動くとき逆視が発生したり、方向によってはボケやモアレが発生しやすい、すなわち見にくく目が疲れやすい 2 眼方式の立体表示ディスプレイに対し、逆視が起きにくい多数の視点を有するディスプレイ（多眼方式裸眼ディスプレイ）を用いるのが好ましい。従来では、この多眼方式裸眼ディスプレイに表示させる画像を取得するために、位置を変えながら複数回の撮影を行うか、多数のカメラを並べて撮影を行う等煩雑な手順が必要となった。また、立体画像表示では、輻輳（両眼視点の交差）と焦点との一致は、疲れや異常な見えを引き起こさないために重要な要素である。しかしながら、一般に、ステレオ方式で撮像した画像では、2 台のカメラが平行に置かれ無限遠に焦点を合わせた（いわゆる平行ステレオ）構成が多く、この条件を満足させることは困難である。

[0075] 本実施の形態のデジタルカメラ 1 は、上述した構成を有することにより、ディスプレイの特性に応じて、ユーザが所望する視点数の視点画像データを 1 台のカメラを用いて取得することができるので、利便性が向上する。さらには、通常の一眼レフの撮影と同様に、自由にレンズ交換し、焦点調節機能を使って被写体の任意の位置に焦点を合わせて撮影することができる。この場合、レンズ交換やズームレンズなどの焦点距離の変化に対しても、また、被写体の焦点位置の変化に対しても、輻輳と焦点位置が常に同じなので目を疲れさせない自然な立体表示用の画像が撮影できる。すなわち、通常のカメラと同様にして焦点調節を行って撮影した画像から、被写体のピントを合わせた位置を前後に立体感のある映像を作ることができるので、ユーザは通常のカメラを用いた撮影との違和感を覚えることなく立体画像を撮影できる。

[0076] (2) 演算部 106 は、ユーザにより選択された視点数と同数のブロック B I o を、ブロック信号 I b を抽出するための抽出領域として算出して画素配列 130 上のそれぞれに設定する。そして、画像処理部 105 は、設定されたブロック B I o ごとに、ブロック B I o に含まれる撮像画素 131 から出

力された画像信号 I を加算してブロック信号 I_b として抽出するようにした。したがって、ユーザが所望する視点数の視点画像データ I_m を生成することができるので、立体画像を表示させるモニタ等の特性に応じた立体画像撮影が1台のカメラで行うことができる。

[0077] (3) 操作部 108 は、複数の視点画像データ I_m 間における視点の変化量を示す視差を選択するためのユーザによる操作を受け付ける。演算部 106 は、ユーザによって選択された視差に応じた位置間隔でブロック B_i を画素配列 130 上に設定する。すなわち演算部 106 はブロック B_i の移動量を算出する。そして、画像処理部 105 は、複数の位置のブロック B_i ごとにブロック信号 I_b を抽出して、視点画像データ I_m を生成するようにした。したがって、ユーザが所望する視差を有する立体画像を1台のカメラで行うことができるので、利便性が向上する。

[0078] (4) 操作部 108 は、画像の被写界深度を選択するためのユーザによる操作を受け付ける。演算部 106 は、ユーザによって選択された被写界深度に応じてブロック B_i の大きさを算出して設定する。画像処理部 105 は、算出されたブロック B_i の大きさに応じて、ブロック B_i 内に含まれる撮像画素 131 からの複数の画像信号 I を合成して1つのブロック信号 I_b として抽出し、視点画像データ I_m を生成するようにした。したがって、簡易な操作でユーザが所望する被写界深度を立体画像で得ることができる。

[0079] (5) 操作部 108 は、視点の位置を二次元方向に異ならせるためのユーザによる操作を受け付ける。演算部 106 は、ユーザによる操作に応じて視点数分のブロック B_i を抽出するための方向を算出して設定する。そして、画像処理部 105 は、算出された方向に沿ってブロック B_i からブロック信号 I_b を抽出して視点画像データ I_m を生成するようにした。したがって、ユーザが所望する方向に視点が異なる視点画像データ I_m を生成することができるので、立体画像を表示させるモニタ等の特性に応じた立体画像撮影が1台のカメラで可能になる。

[0080] (6) 画像処理部 105 は、生成した複数の視点画像データ I_m に基づいて

表示用画像データ I_d を生成し、表示用画像データ I_d に対応する画像を立体画像として表示器 109 に表示させるようにした。したがって、ユーザは、撮影した視点画像データに対応する画像を即座に立体画像として観察することができる。

[0081] ー第2の実施の形態ー

図面を参照して、本発明による第2の実施の形態におけるデジタルカメラを説明する。以下の説明では、第1の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第1の実施の形態と同じである。本実施の形態では、1つのマイクロレンズ 120 の大きさが撮像素子 131 の大きさの整数倍ではない点で、第1の実施の形態と異なる。この場合、演算部 106 による演算処理と、画像処理部 105 によるブロック信号 I_b の算出処理とが第1の実施の形態の場合とは異なることになる。

[0082] 図 13 に、 x y 平面における撮像素子 131 での座標系 (i , j) におけるマイクロレンズ 120 と撮像素子 131 との大きさの関係を示す。図 13 (a)、図 13 (b) に示すように、第2の実施の形態のマイクロレンズ 120 の x 軸または y 軸方向に平行な方向の直径は、撮像素子 131 の大きさの整数倍とはなっていない。すなわち、 x 軸方向において、マイクロレンズ 120 の x 軸方向には、撮像素子 131 u および 131 v の一部の領域が含まれる。なお、図 13 における十字形状の指標は、マイクロレンズ 120 の中心位置を示すものとする。

[0083] 図 13 (a) には、ブロック B_{io} の大きさとして 1×1 、すなわち $u = v = 1$ が設定された場合を示している。ブロック B_{io} はその領域が4個の撮像素子 131 $a \sim d$ のそれぞれを一部分ずつ含む大きさを有している。この場合に、演算部 106 は、撮像素子 131 a とブロック B_{io} とが重複する領域が、撮像素子 131 a の全領域に対して占有する割合（以下、占有率）を計算する。画像処理部 105 は、演算部 106 により算出された占有率を撮像素子 131 a から出力された画像信号に積算する。以上の処理をブロ

ック B 1 o に含まれる撮像素 1 3 1 b ~ 1 3 1 d について行い、画像処理部 1 0 5 は、算出されたそれぞれの画像信号を加算してブロック B 1 o のブロック信号 I b として算出する。

[0084] 図 1 3 (b) には、ブロック B 1 o の大きさを $u \times v$ として一般化した場合を示す。ブロック B 1 o には、1 4 個の撮像素 1 3 1 a ~ 1 3 1 n のそれぞれを一部ずつと、6 個の撮像素 1 3 1 o ~ 1 3 1 t の全領域とが含まれる。この場合、図 1 3 (a) の場合と同様にして、画像処理部 1 0 5 は、演算部 1 0 6 により算出された占有率を、対応する撮像素 1 3 1 a ~ 1 3 1 n のそれぞれからの画像信号に積算して補間信号として算出する。そして、画像処理部 1 0 5 は、算出した撮像素 1 3 1 a ~ 1 3 1 n のそれぞれの補間信号と、撮像素 1 3 1 o ~ 1 3 1 t のそれぞれから出力された画像信号とを加算して、ブロック信号 I b を算出する。すなわち、画像処理部 1 0 5 は、画像信号に対して占有率に応じた重み付けを行ってブロック信号 I b を算出する。以下、詳細に説明する。

[0085] 演算部 1 0 6 は、まず $(m, n) = (0, 0)$ の位置に設けられたマイクロレンズ 1 2 0 の中心位置 (X_0, Y_0) を以下の式 (5) を用いて算出する。なお、係数 p は上述したようにマイクロレンズ 1 2 0 の x 軸方向の配列ピッチを示す固定パラメータであり、係数 q はマイクロレンズ 1 2 0 の y 軸方向の配列ピッチを示す固定パラメータである。

$$X_0 = m p + p / 2$$

$$Y_0 = n q + q / 2 \quad \dots (5)$$

[0086] 次に、演算部 1 0 6 は、マイクロレンズ 1 2 0 におけるブロック B 1 o の初期位置 (左下端) (X, Y) を、以下の式 (6) を用いて算出する。係数 s は上述したように撮像素 1 3 1 の x 軸方向の配列ピッチを示す固定パラメータであり、係数 t は撮像素 1 3 1 の y 軸方向の配列ピッチを示す固定パラメータである。係数 N_x は、 x 軸方向に生成する視点画像データ I_m の個数を示すパラメータであり、 $0 \leq N_x < K_x$ である。係数 N_y は、 y 軸方向に生成する視点画像データ I_m の個数を示すパラメータであり、 $0 \leq N_y$

$< K_y$ である。

$$X = X_0 + U_0 - u / 2 + s \cdot N_x \cdot S_x$$

$$Y = Y_0 + V_0 - v / 2 + t \cdot N_y \cdot S_y \quad \dots (6)$$

[0087] 演算部 106 は、式 (6) を用いて算出したブロック B10 の初期位置 (X, Y) を撮像素子 13 の座標系 (i, j) に換算する。すなわちブロック B10 の初期位置を撮像素子 13 の座標系 (i, j) における整数部分と端数で生じた小数部分とを用いて表記する。このとき、演算部 106 は、以下の式 (7) を用いる。

$$i + a = X / s$$

$$j + b = Y / t \quad \dots (7)$$

[0088] 式 (7) で示す a、b の値は、図 13 (b) に示すブロック B10 の左下端部が撮像素子 13 の左下端部から、それぞれ x 軸方向および y 軸方向にずれている量を示している。換言すると、この a、b の値が上述した占有率を示す。

[0089] 画像処理部 105 は、上記の式 (7) にて算出されたブロック B10 の初期位置を用いて、画像信号 I を抽出する。すなわち、画像処理部 105 は、式 (7) で算出された初期位置 (i, j) に対応する画像信号を基準として、ブロック B10 内に含まれる画像信号の和 (ブロック信号 I_b(i, j)) を算出する。この場合、画像処理部 105 は、以下の式 (8) を用いてブロック信号 I_b(i, j) を算出する。

$$\begin{aligned} I_b(i, j) = & (1-a) \cdot (1-b) \cdot I(i, j) + (1-a) \cdot b \cdot I(i+u, j) \\ & + a \cdot b \cdot I(i+u, j+v) \\ & + (1-a) \cdot \{I(i, j+1) + \dots + I(i, j+v-1)\} \\ & + a \cdot \{I(i+u, j+1) + \dots + I(i+u, j+v-1)\} \\ & + (1-b) \cdot \{I(i+1, j) + \dots + I(i+u-1, j)\} \\ & + b \cdot \{I(i+1, j) + \dots + I(i+u-1, j)\} \\ & + I(i+1, j+1) + \dots + I(i+u-1, j+1) \end{aligned}$$

$$+ I(i+1, j+v-1) + \dots + I(i+u-1, j+v-1) \quad \cdot \\ \cdot \cdot (8)$$

[0090] 図13(a)に示すブロックB10のブロック信号Ib(i, j)は以下の式(8)'で示す値となる。

$$Ib(i, j) = \\ (1-a) \cdot (1-b) \cdot I(i, j) + (1-a) \cdot b \cdot I(i, j+1) \\ + a \cdot (1-b) \cdot I(i+1, j) + a \cdot b \cdot I(i+1, j+1) \quad \cdot \\ \cdot \cdot (8)'$$

[0091] 以上のようにしてブロック信号Ibが算出されると、第1の実施の形態の場合と同様にして、画像処理部105は、ブロックB10を設定された移動量Sx、Syだけ移動した位置でブロック信号Ibを算出する。図13(c)には、演算部106の演算結果に応じてブロックB10が移動する様子を示している。なお、第2の実施の形態においてはマイクロレンズ120の直径が撮像素子131の大きさの整数倍ではない場合であっても画像処理部105がブロック信号Ibを算出可能な構成としている。したがって、ブロックB10の移動量Sx、Syが整数倍ではない場合であっても、画像処理部105は移動後のブロックB10の位置でブロック信号Ibを算出できる。換言すると、ブロックB10の移動量をユーザが所望する任意の実数値に設定することができる。

[0092] 図14のフローチャートを用いて、以上で説明した第2の実施の形態によるデジタルカメラ1の多視点画像生成処理について説明する。図14に示す各処理は、制御回路101内の図示しないメモリに記録され、多視点画像生成モードが設定された状態で撮影処理により取得された画像信号がメモリ103内に格納されると、制御回路101により起動され、実行される。

ステップS201では、視点画像を生成する個数(Nx, Ny)の値を初期値である0に設定してステップS202へ進む。ステップS202では、マイクロレンズ120の初期位置としてm, nの値を0に設定してステップ

S 2 0 3 へ進む。

[0093] ステップS 2 0 3では、式(5)を用いて対象となるマイクロレンズ120の中心位置を算出してステップS 2 0 4へ進む。ステップS 2 0 4では、式(6)を用いて、マイクロレンズ120の座標系におけるブロックB10の初期位置、すなわち左下端部の座標を算出してステップS 2 0 5へ進む。ステップS 2 0 5では、ステップS 2 0 4で算出した座標値を、式(7)を用いて撮像素子13の座標系(i, j)に換算してステップS 2 0 6へ進む。

[0094] ステップS 2 0 6では、式(8)を用いて、ブロックB10に含まれる撮像画素131から出力された画像信号を加算し、ブロック信号Ibを生成してステップS 2 0 7へ進む。ステップS 2 0 7(次のマイクロレンズへ移動)からステップS 2 1 2(多視点画像ファイルの生成、記録)までの各処理は、図14に示すステップS 1 0 7(次のマイクロレンズへ移動)からステップS 1 1 2(多視点画像ファイルの生成、記録)までの各処理と同様である。

[0095] 以上で説明した第2の実施の形態によれば、第1の実施の形態により得られる作用効果に加えて、以下の作用効果が得られる。

画像処理部105は、演算部106により算出されたブロックB10が1つの撮像画素131のうちの一部と重複する場合には、重複する撮像画素131から出力された画像信号に対して重複する度合に応じて決まる重み付けを行ってブロック信号Ibを抽出するようにした。したがって、撮像画素131とマイクロレンズ120との据付精度が低い場合であってもユーザが所望する立体画像を生成することができる。さらには、ブロックB10の大きさや移動量等が撮像画素131によって規制されることがなくなるので、ユーザが所望する視点条件を実現することができる。

[0096] 一第3の実施の形態一

図面を参照して、本発明による第3の実施の形態におけるデジタルカメラを説明する。以下の説明では、第1および第2の実施の形態と同じ構成要素

には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第1または第2の実施の形態と同じである。本実施の形態では、ユーザがデジタルカメラを縦位置に構えて画像撮影を行った場合であっても多視点（多視差）画像を生成可能に構成されている点で、第1および第2の実施の形態と異なる。

[0097] 図15に第3の実施の形態によれるデジタルカメラ1の制御系のブロック図を示す。姿勢センサ300はたとえば傾斜センサやジャイロセンサ等により構成され、デジタルカメラ1の重力方向を検出し、検出信号を制御回路101へ出力する。制御回路101は、入力した検出信号に基づいて、デジタルカメラ1の姿勢、すなわちデジタルカメラ1の横位置姿勢または縦位置姿勢を判定する。画像データ取得時に姿勢センサ300からの検出信号により判定されたデジタルカメラ1の姿勢は、姿勢情報として画像データと関連付けられてメモリ103に格納される。

[0098] 多視点画像生成モードが設定された場合、制御回路101は対象となる画像データと関連付けられメモリ103に格納された姿勢情報を参照する。姿勢情報が縦位置姿勢を示している場合は、演算部106は、x軸方向の固定パラメータ（ M , C_x , p , s ）および可変パラメータ（ U_0 , K_x , S_x , u ）をy軸方向の設定値と見なし、y軸方向の固定パラメータ（ N , C_y , q , t ）および可変パラメータ（ V_0 , K_y , S_y , v ）をx軸方向の設定値とみなして、第1および第2の実施の形態にて説明した演算処理を行う。そして、画像処理部105はy軸方向に視点数が異なる視点画像データ I_m を生成する。

[0099] 以上で説明した第3の実施の形態によれば、第1の実施の形態または第2の実施の形態により得られる作用効果に加えて、以下の作用効果が得られる。

姿勢センサ300はデジタルカメラ1の姿勢を検出するようにした。演算部106は、姿勢センサ300により検出された姿勢が縦位置撮影である場合には、視点の位置が撮像素子13上でy軸方向となるように、すなわち横

位置撮影とは異なるようにブロック B I o の移動方向を設定する。そして、画像処理部 105 は、設定された方向、すなわち y 軸方向に沿ってブロック信号 I b を抽出して視点画像データ I m を生成するようにした。したがって、1 台のカメラで縦位置撮影および横位置撮影のいずれの場合であっても立体画像を生成できるので、利便性が向上する。

[0100] 以上で説明した第 1 ～第 3 の実施の形態のデジタルカメラ 1 を以下のように変形できる。

(1) 多視点画像データを用いて画像処理部 105 により生成された表示用画像データ I d に対応する画像を表示器 109 に立体表示させるものに代えて、デジタルカメラ 1 とは異なる外部の表示装置（たとえばパーソナルコンピュータ、テレビ等）が備えるモニタに表示させてもよい。この場合、外部の表示装置は、デジタルカメラ 1 で生成され、メモリカード 107 a に記録された多視点画像ファイルを読み込む。そして、表示装置は、読み込んだ多視点画像ファイル内の視点画像データ I m を用いて、画像処理部 105 と同様の処理を行って表示用画像データ I d を生成し、モニタに出力する。

[0101] なお、表示装置が備えるモニタも、実施の形態の表示器 109 と同様に、レンチキュラー方式やパララックスバリア方式等により立体画像が表示可能に構成されている必要がある。また、表示装置がデジタルカメラ 1 から多視点画像ファイルを読み込む際には、たとえば LAN ケーブルや無線通信等のインタフェースを用いるものでもよい。さらには、デジタルカメラ 1 で生成した画像データを外部の表示装置が読み込んで、表示装置が画像処理部 105 と同様の処理を行って、視点画像データ I m を生成するようにしてもよい。

[0102] (2) メモリ 103 に格納された画像信号から固定パラメータおよび可変パラメータを用いて複数の視点画像データ I m を生成するものに代えて、予め所定の視点数の視点画像データ I m を生成するものであってもよい。この場合、画像処理部 105 は、メモリ 103 に格納された画像信号を用いて、たとえば 100 視点の視点画像が得られるように 100 個の視点画像データ I

mを生成し、メモリ103に格納する。そして、画像処理部105は、メモリ103に格納されて100個の視点画像データI_mの中から設定された可変パラメータに従って、ユーザにより選択された視点数と同数の視点画像データI_mを選択し、多視点画像ファイルを生成してメモリカード107aに記録する。

[0103] また、本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。説明に用いた実施の形態および変形例は、それぞれを適宜組合わせて構成しても構わない。

[0104] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願2010年第046733号（2010年3月3日出願）

請求の範囲

[請求項1]

撮像装置であって、

撮影光学系の焦点面近傍に二次元状に配置された複数のマイクロレンズと、

前記撮影光学系を通過した被写体からの光束を前記マイクロレンズを介して受光して画像信号を出力する複数の光電変換素子を含む複数の素子群が、前記マイクロレンズにそれぞれ対応して二次元状に配置された撮像素子と、

前記複数の素子群のそれぞれに含まれる前記複数の光電変換素子から出力された前記画像信号から、前記撮影光学系の瞳面上の複数の異なる部分領域のそれぞれに対応する複数の領域画像信号を抽出し、前記領域画像信号に基づいて前記部分領域のそれぞれに対応する複数の画像データを、視点位置がそれぞれ異なる複数の視点画像データとして生成する生成部と、

視点数を選択する視点数選択操作を受け付ける受付部とを備え、

前記生成部は、前記視点数選択操作によって選択された前記視点数と同数の前記領域画像信号を抽出して、前記視点画像データを生成する撮像装置。

[請求項2]

請求項 1 に記載の撮像装置において、

前記生成部は、前記複数の素子群のそれぞれから抽出した複数の前記領域画像信号のうち、異なる前記素子群から抽出された前記領域画像信号であって、同一の前記部分領域に対応する前記領域画像信号を合成して 1 つの前記視点画像データを生成する撮像装置。

[請求項3]

請求項 1 または 2 に記載の撮像装置において、

前記領域画像信号を抽出するための抽出領域を設定する設定部を備え、

前記設定部は、前記選択された前記視点数と同数の前記抽出領域を、前記素子群の異なる位置に設定し、

前記生成部は、前記設定部により設定された前記抽出領域ごとに前記領域画像信号を抽出する撮像装置。

[請求項4]

請求項3に記載の撮像装置において、

前記受付部は、前記複数の視点画像データ間における視点の変化量を示す視差を選択する視差選択操作を受け付け、

前記設定部は、前記視差選択操作によって選択された前記視差に応じた位置間隔で前記抽出領域を設定し、

前記生成部は、前記位置間隔ごとに前記抽出領域から前記領域画像信号を抽出して、前記視点画像データを生成する撮像装置。

[請求項5]

請求項3または4に記載の撮像装置において、

前記受付部は、画像の被写界深度を選択する深度選択操作を受け付け、

前記設定部は、前記深度選択操作によって選択された前記被写界深度に応じて前記抽出領域の大きさを設定し、

前記生成部は、前記設定された前記抽出領域の大きさに応じて、複数の前記画像信号を合成して1つの領域画像信号として抽出し、前記視点画像データを生成する撮像装置。

[請求項6]

請求項3乃至5のいずれか一項に記載の撮像装置において、

前記受付部は、前記視点の位置を二次元方向に異ならせる視点位置選択操作をさらに受け付け、

前記設定部は、前記視点位置選択操作に応じて前記視点数と同数の前記抽出領域を抽出する方向を設定し、

前記生成部は、前記設定部により設定された方向に沿って前記領域画像信号を抽出して前記視点画像データを生成する撮像装置。

[請求項7]

請求項3乃至6のいずれか一項に記載の撮像装置において、

前記生成部は、前記設定部により設定された前記抽出領域が1つの前記光電変換素子のうちの一部と重複する場合には、前記重複する光電変換素子から出力された画像信号に対して重複する割合に応じて決

まる重み付けを行って前記領域画像信号として抽出する撮像装置。

[請求項8]

請求項3乃至7のいずれか一項に記載の撮像装置において、

前記撮像装置の姿勢を検出する姿勢検出部を備え、

前記設定部は、前記姿勢検出部により検出された姿勢に応じて前記視点の位置が異なるように前記視点数と同数の前記抽出領域を抽出する方向を設定し、

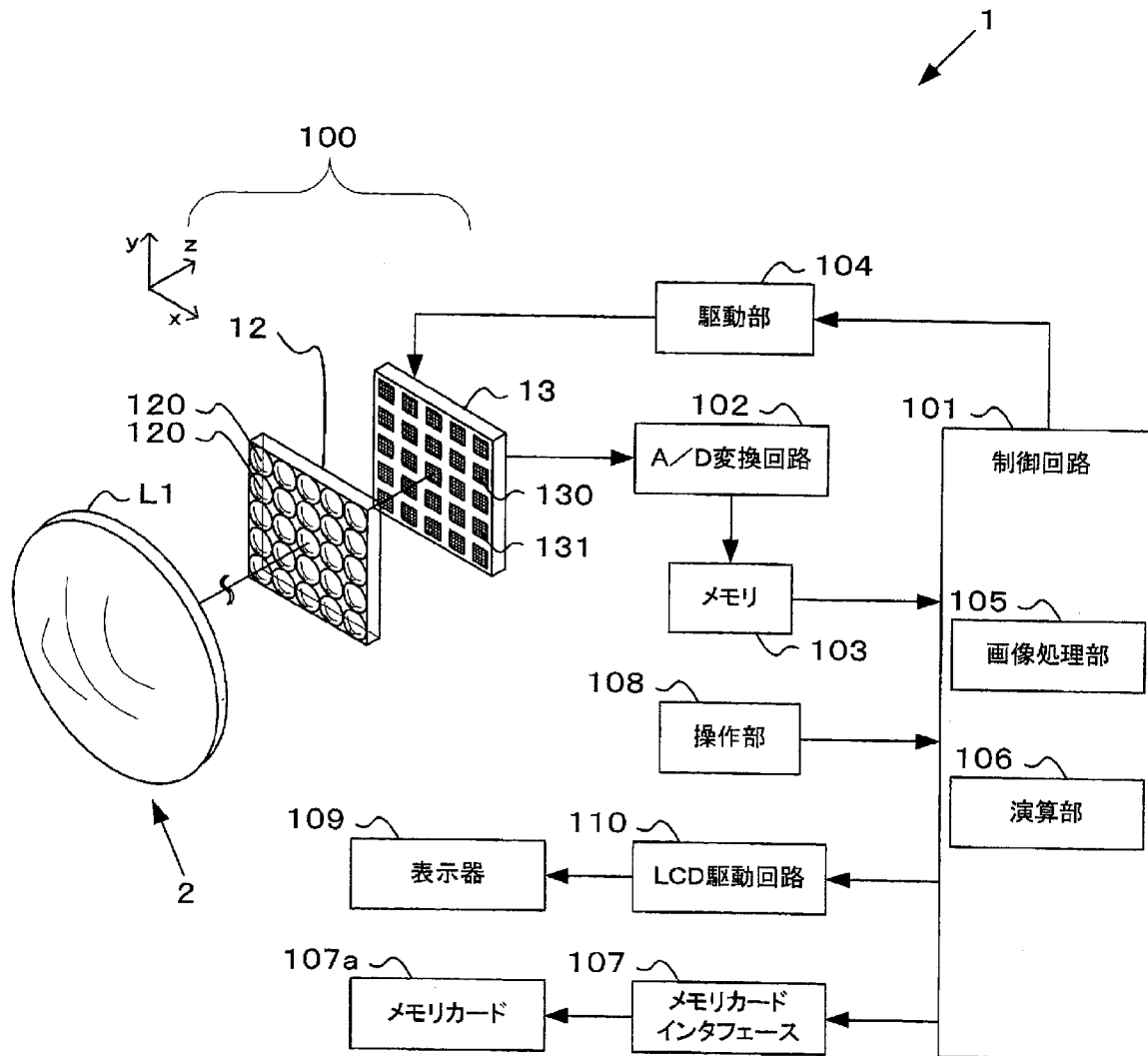
前記生成部は、前記設定部により設定された方向に沿って前記領域画像信号を抽出して前記視点画像データを生成する撮像装置。

[請求項9]

請求項1乃至8のいずれか一項に記載の撮像装置において、

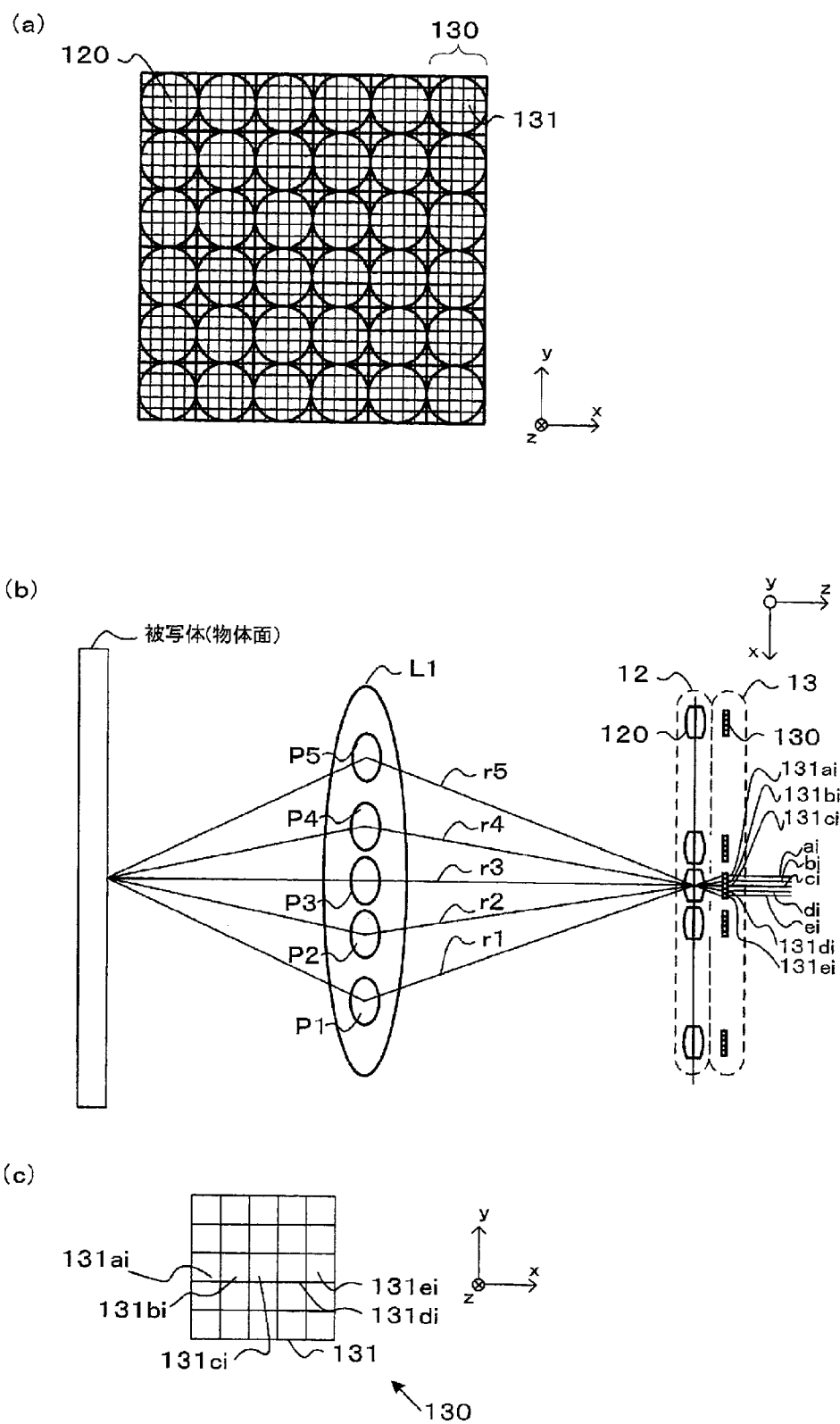
前記生成部により生成された複数の前記視点画像データに基づいて表示用画像データを生成し、前記表示用画像データに対応する画像を立体画像として表示器に表示させる表示制御部をさらに備える撮像装置。

【圖1】



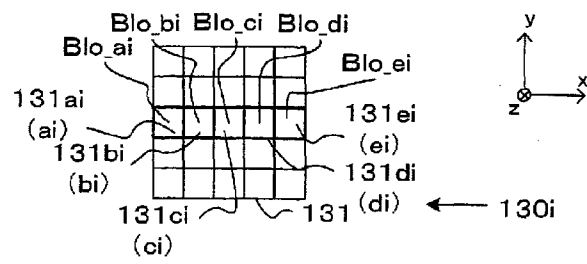
[図2]

【図2】

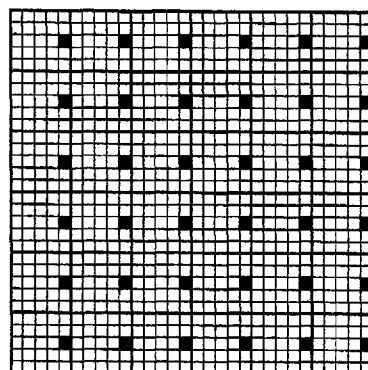
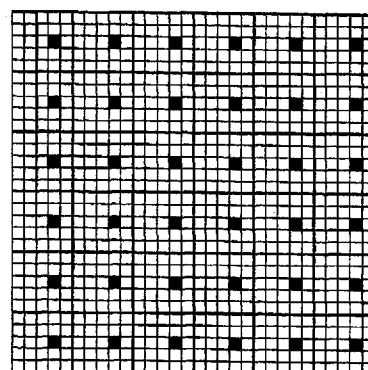
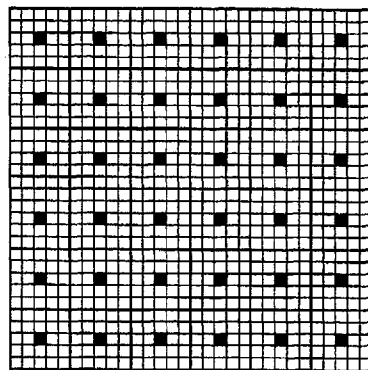
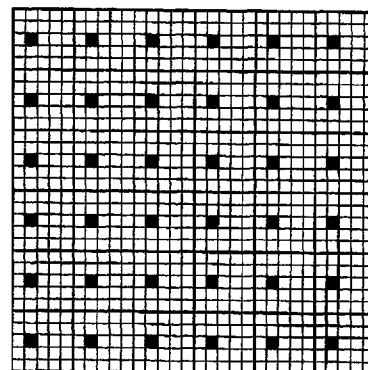
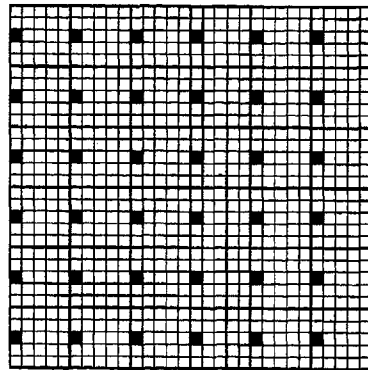


[図3]

【図3】 (a)



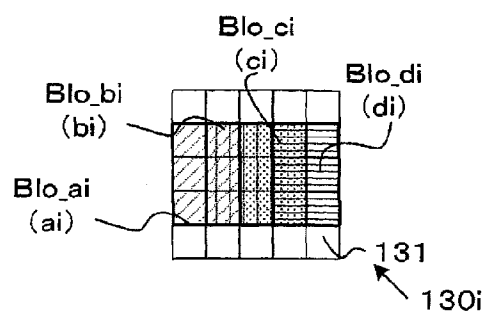
(b)



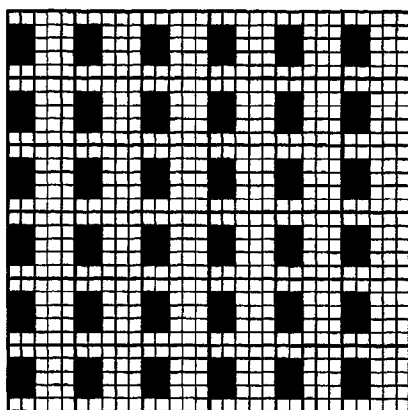
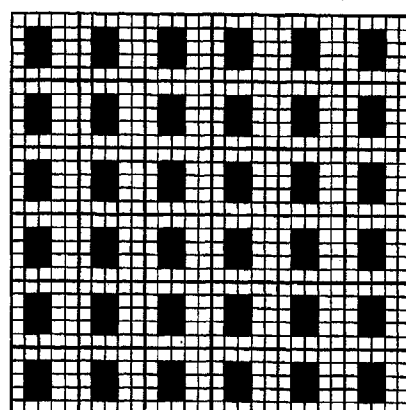
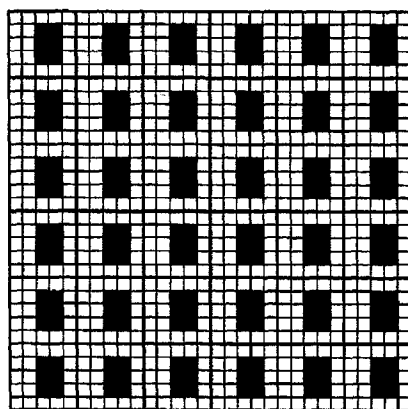
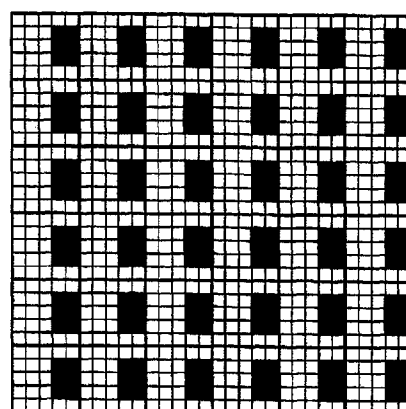
【図4】

【図4】

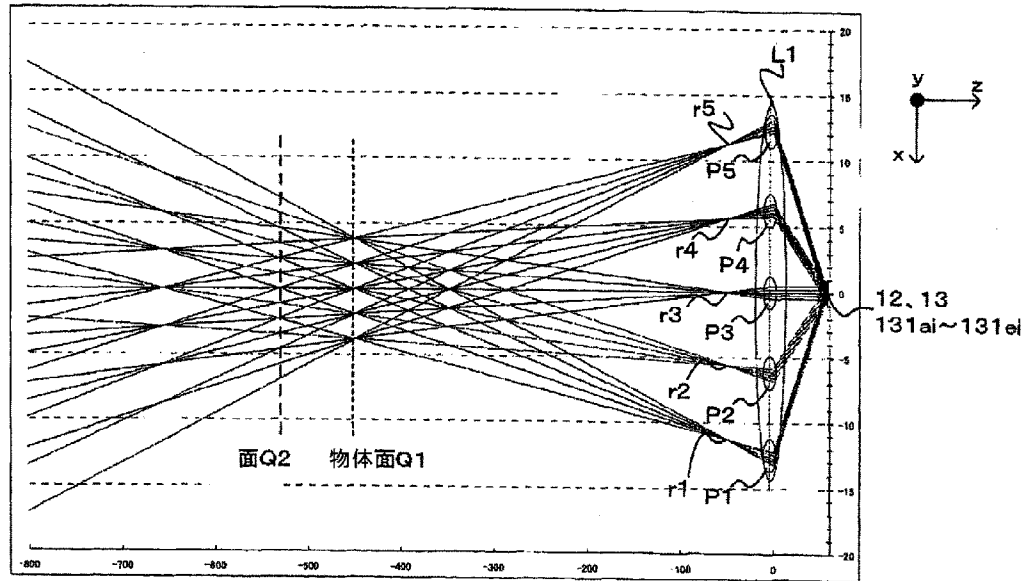
(a)



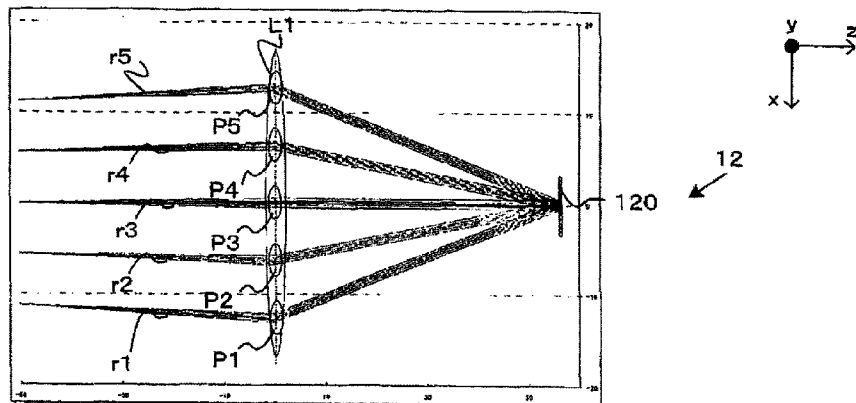
(b)

画像データ Im_a 画像データ Im_b 画像データ Im_c 画像データ Im_d

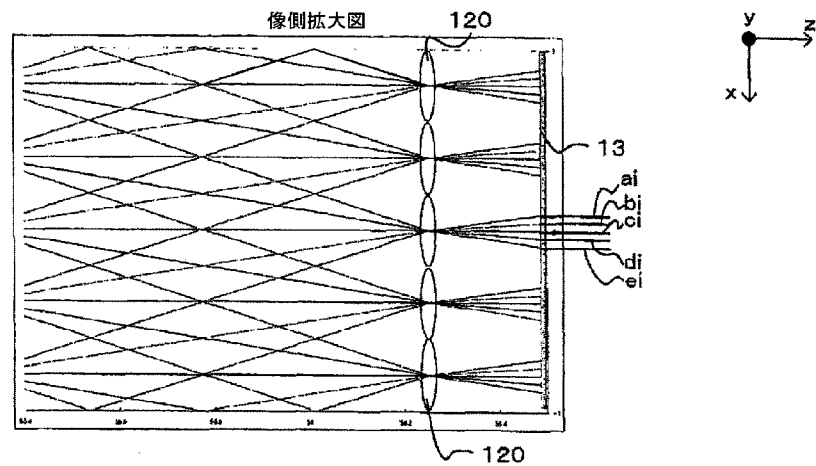
【図5】

【図5】
(a)

(b)



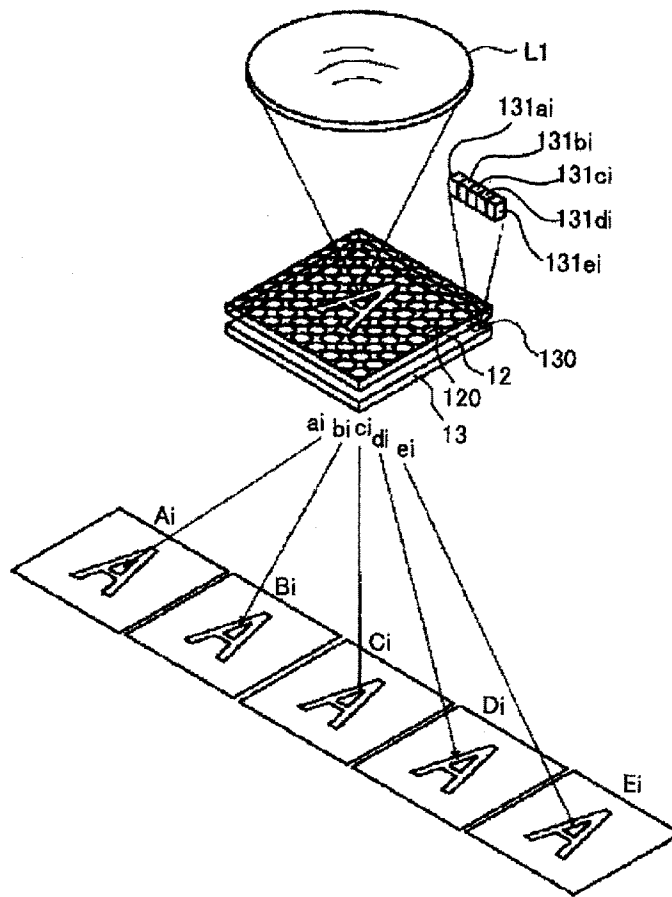
(c)



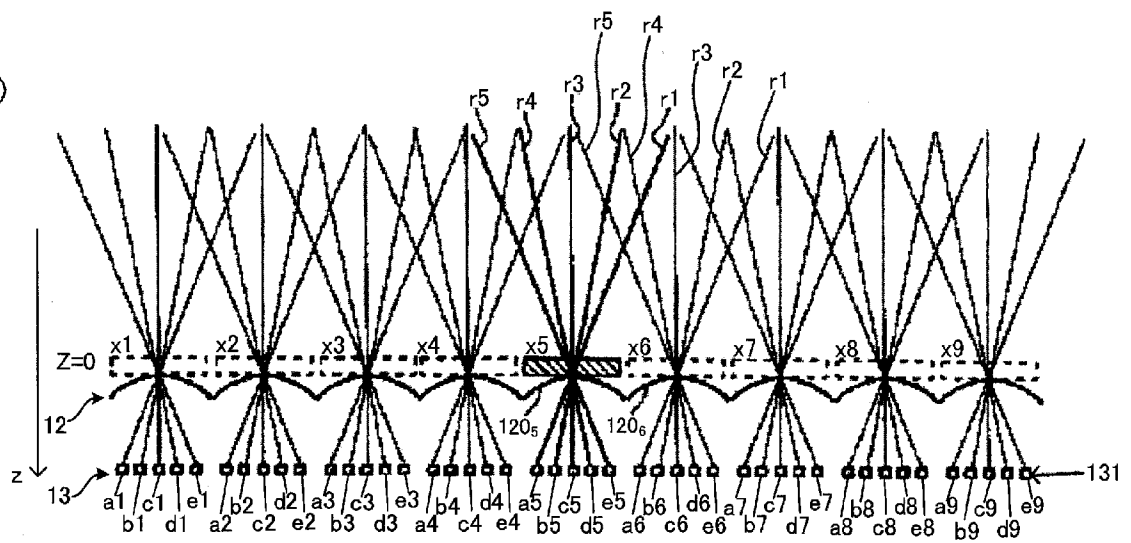
[図6]

【図6】

(a)

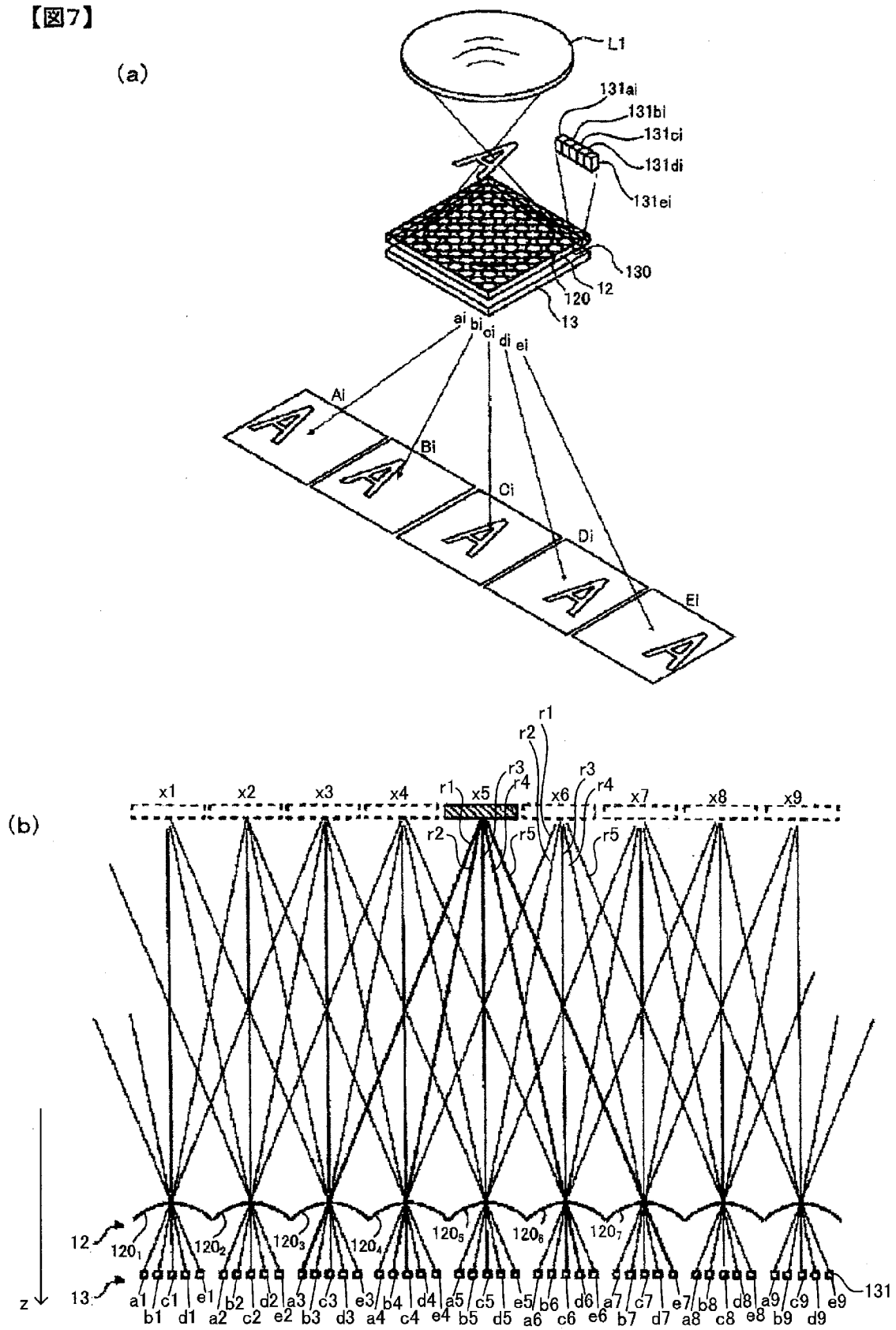


(b)



[図7]

【図7】



[図8]

【図8】

(a)

可変パラメータ	記号	制御する特性
マイクロレンズ内のブロックの初期位置	U_0, V_0 (実数ベクトル)	視点画像の視点の初期位置
ブロックの移動回数	K_x, K_y (正数)	視点画像の視点数
ブロックの移動量	S_x, S_y (実数ベクトル)	視点画像間の視点の変化量 (視差)
ブロックの移動方向	$\text{Arctan}(S_y/S_x)$ (実数)	視点画像の視点変化の方向
ブロック内の画素数	u, v (正数)	視点画像の被写界深度 (F値)

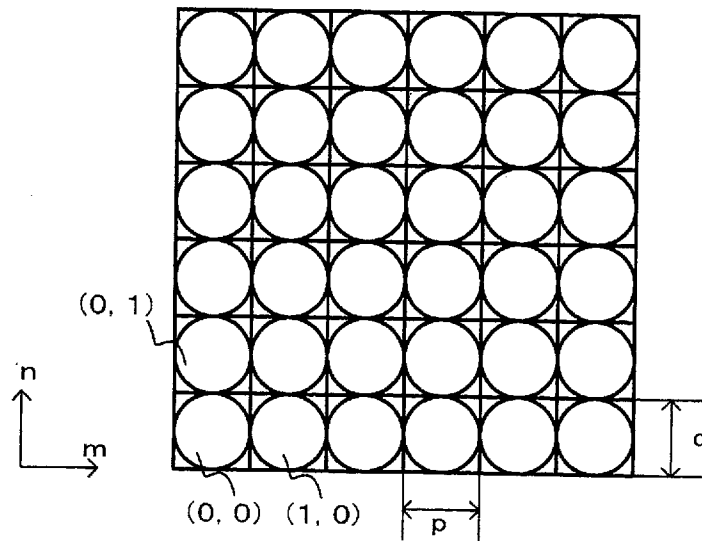
(b)

固定パラメータ	記号
マイクロレンズの配列数、配列ピッチ	x軸方向配列数:M, y軸方向配列数:N x軸方向ピッチ:p, y軸方向ピッチ:q
撮像素子の画素数、配列ピッチ	x軸方向画素数:Cx, y軸方向画素数:Cy x軸方向ピッチ:s, y軸方向ピッチ:t
生成画像の解像度	x軸方向:M, y軸方向:N

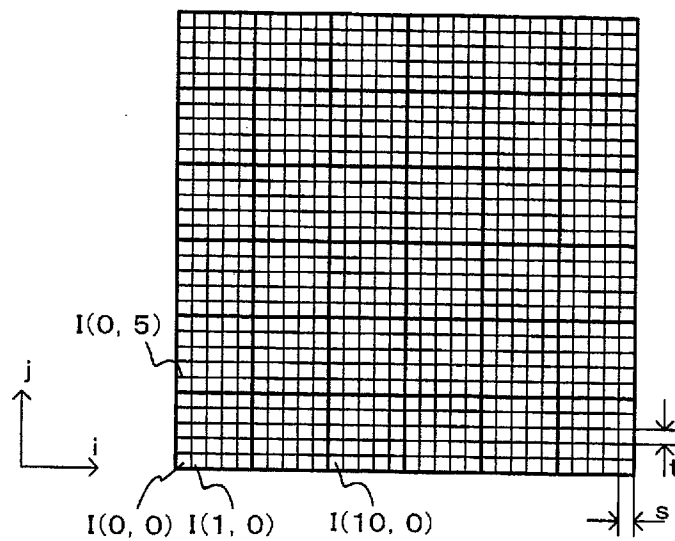
[図9]

【図9】

(a)

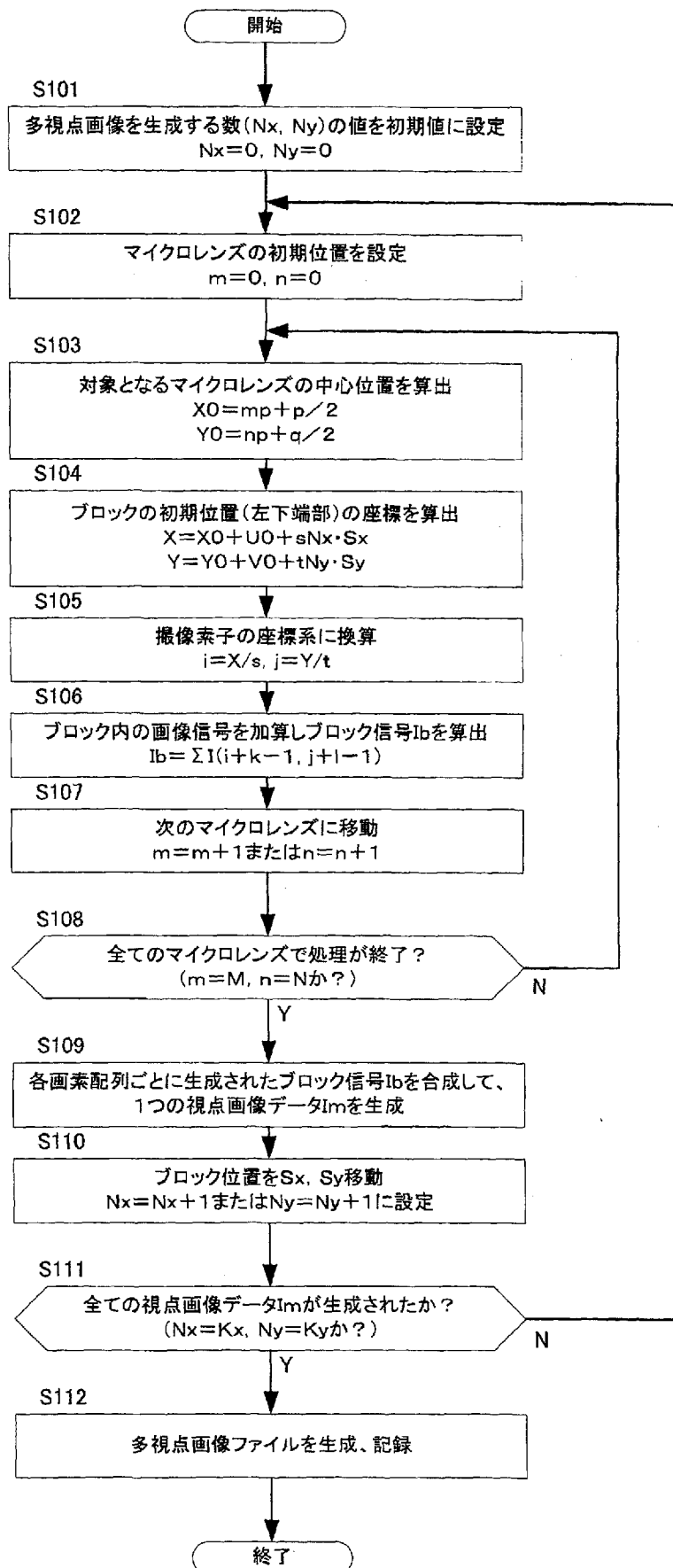


(b)



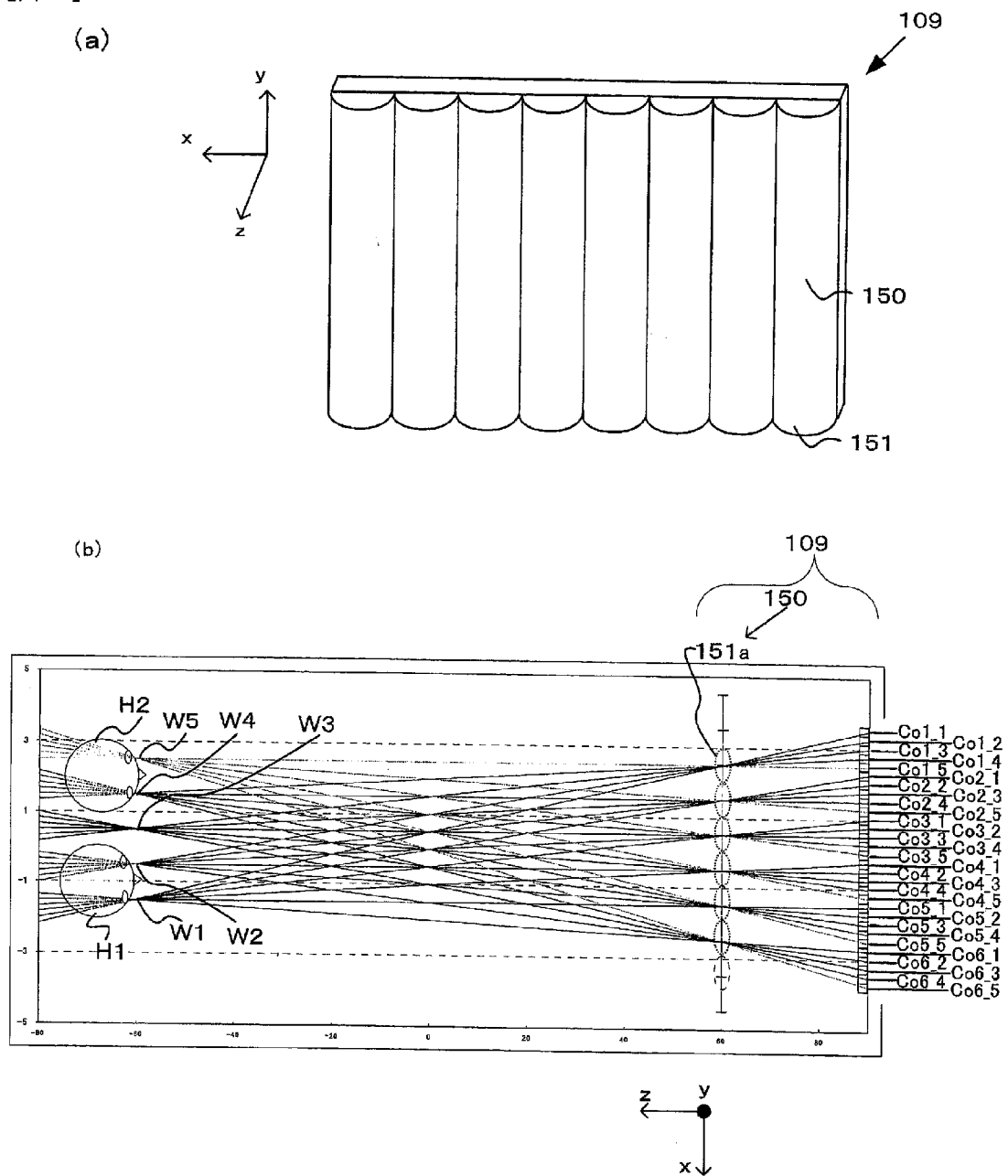
[図10]

【図10】



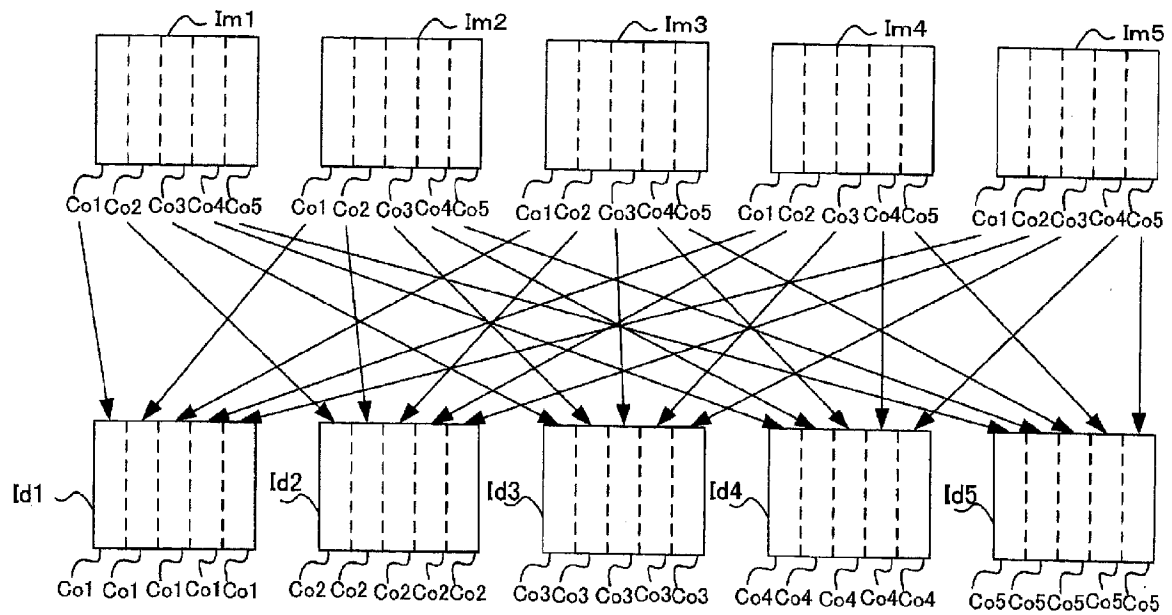
[図11]

【図11】

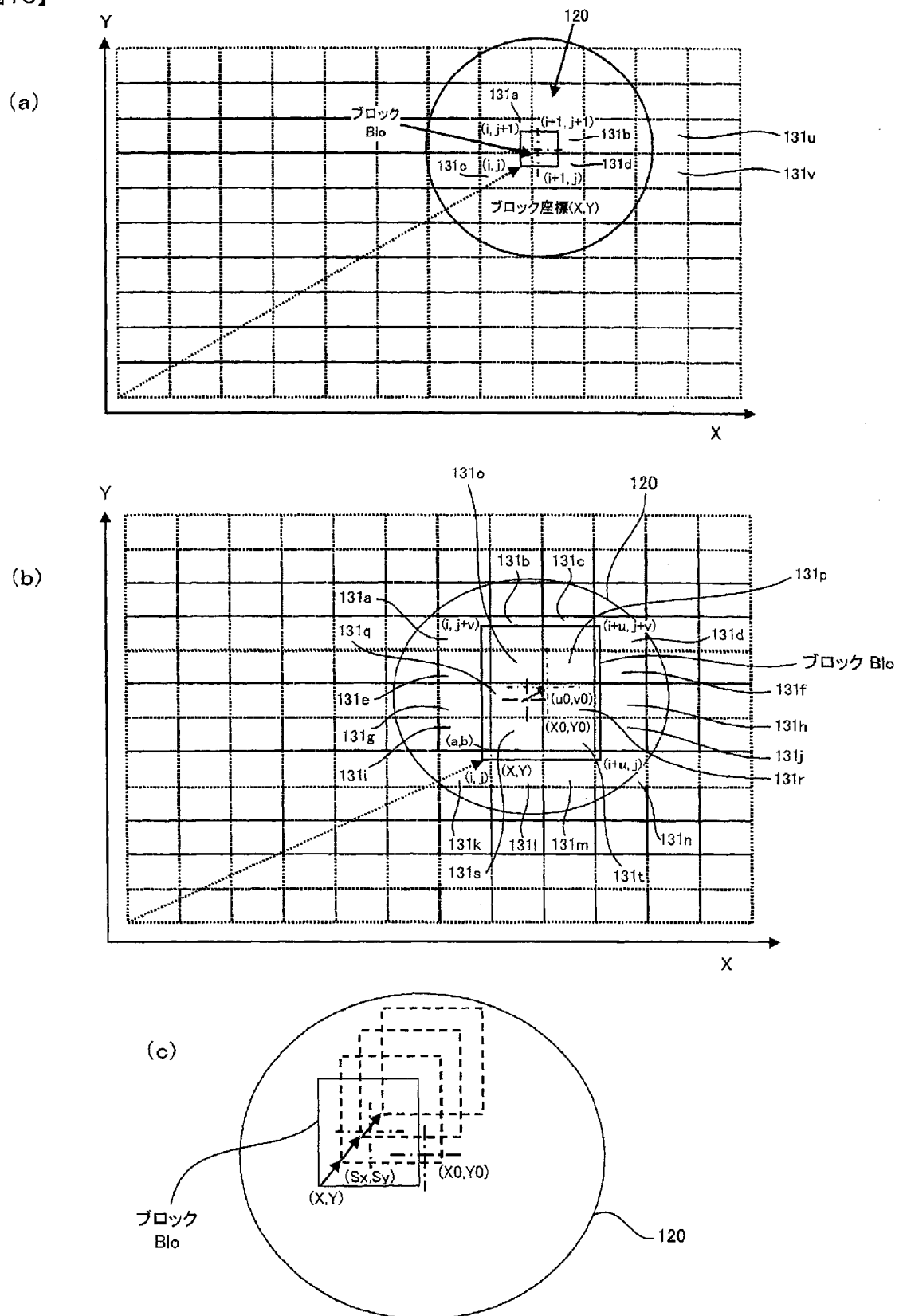


[図12]

【図12】

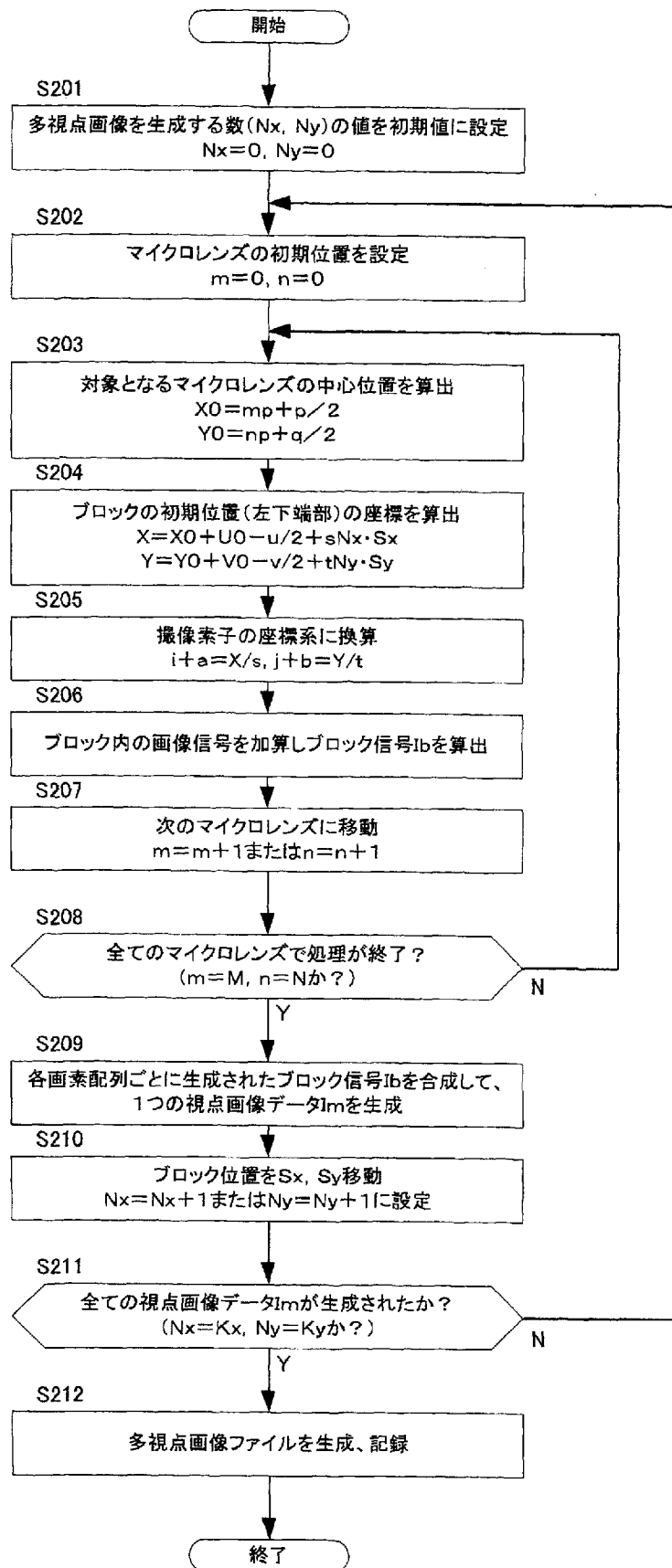


【图13】



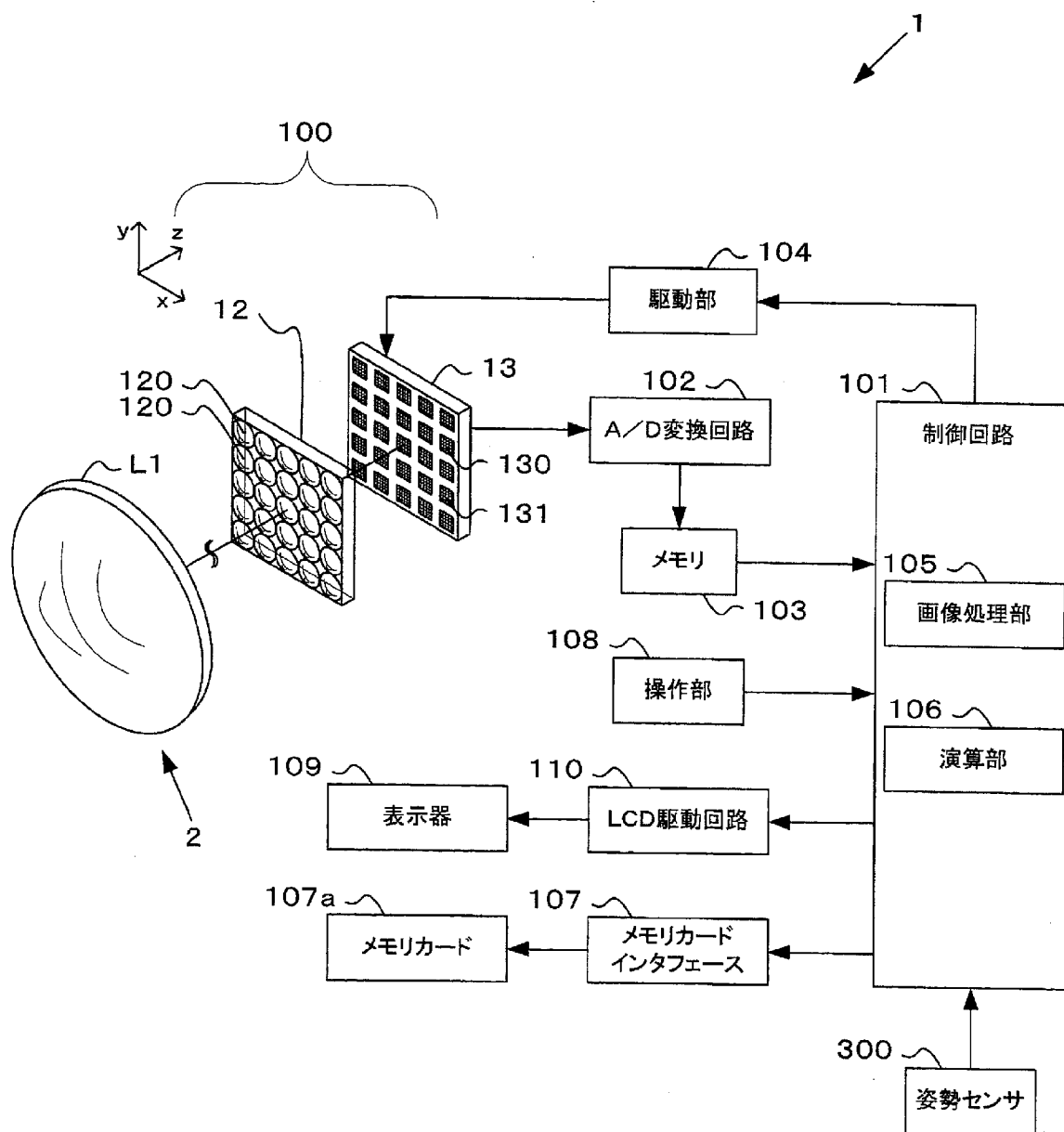
[図14]

【図14】



[図15]

【図15】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/054774

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N13/02 (2006.01) i, G03B35/08 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N13/02, G03B35/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	EP 2157801 A2 (Sony Corp.), 24 February 2010 (24.02.2010), paragraphs [0033] to [0037]; fig. 1, 2, 5 & JP 2010-50707 A & US 2010/0045844 A1 & CN 101656835 A	1-3, 9 4-8
Y A	JP 2010-26332 A (National Institute of Information and Communications Technology), 04 February 2010 (04.02.2010), paragraphs [0027] to [0031]; fig. 1 (Family: none)	1-3, 9 4-8
P, X	JP 2010-263572 A (Sony Corp.), 18 November 2010 (18.11.2010), paragraphs [0033], [0041], [0047], [0049]; fig. 5 (Family: none)	1-3, 9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 May, 2011 (09.05.11)

Date of mailing of the international search report
17 May, 2011 (17.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04N13/02 (2006.01)i, G03B35/08 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04N13/02, G03B35/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	EP 2157801 A2 (Sony Corporation) 2010.02.24, 段落【0033】 — 【0037】, 図1, 2, 5 & JP 2010-50707 A & US 2010/0045844 A1 & CN 101656835 A	1-3, 9 4-8
Y A	JP 2010-26332 A (独立行政法人情報通信研究機構) 2010.02.04, 段落【0027】 — 【0031】, 図1 (ファミリーなし)	1-3, 9 4-8
P, X	JP 2010-263572 A (ソニー株式会社) 2010.11.18, 段落【0033】【0041】【0047】【0049】, 図5 (ファミリーなし)	1-3, 9

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

伊東 和重

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 8 1

5 P

8 8 3 9