

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4780204号  
(P4780204)

(45) 発行日 平成23年9月28日(2011.9.28)

(24) 登録日 平成23年7月15日(2011.7.15)

(51) Int.Cl. F I  
**GO 1 L 5/00 (2006.01)** GO 1 L 5/00 1 O 1 Z

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-39176 (P2009-39176)	(73) 特許権者	000001443
(22) 出願日	平成21年2月23日(2009.2.23)		カシオ計算機株式会社
(65) 公開番号	特開2010-197068 (P2010-197068A)		東京都渋谷区本町1丁目6番2号
(43) 公開日	平成22年9月9日(2010.9.9)	(74) 代理人	110001254
審査請求日	平成21年11月17日(2009.11.17)		特許業務法人光陽国際特許事務所
		(74) 代理人	100090033
			弁理士 荒船 博司
		(74) 代理人	100093045
			弁理士 荒船 良男
		(72) 発明者	代工 康宏
			東京都八王子市石川町2951番地5 カシオ計算機株式会社 八王子技術センター内
		審査官	公文代 康祐

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力センサ及び圧力センサの圧力測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、

前記基板に対向して設けられ、前記基板と対向した面に低反射領域と高反射領域とを備えた受圧板と、

前記基板と前記受圧板の間に設けられ、前記受圧板に力が作用されると前記基板と前記受圧板との距離を変化させる支持部と、

前記基板上の、前記受圧板の前記低反射領域と前記高反射領域の対向する位置にそれぞれ設けられた複数の受光素子と、

前記複数の受光素子によって取得された前記低反射領域及び前記高反射領域を含む取得画像のボケ具合を定量化して前記受圧板に対する圧力を求めるコントローラと、を備えることを特徴とする圧力センサ。

【請求項2】

前記コントローラは、前記取得画像の暗点の明るさ及び明点の明るさのコントラストから前記ボケ具合を定量化して前記受圧板に対する圧力を求めることを特徴とする請求項1記載の圧力センサ。

【請求項3】

前記受圧板は高反射部材からなり、前記低反射領域は低反射部材からなることを特徴とする請求項1又は2に記載の圧力センサ。

【請求項4】

10

20

前記受圧板は低反射部材からなり、前記高反射領域は高反射部材からなることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の圧力センサ。

【請求項 5】

前記基板の前記複数の受光素子が形成されていない面側に設けられ、前記複数の受光素子に向けて光を発する光源を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の圧力センサ。

【請求項 6】

前記基板は透光性の部材からなり、  
前記各受光素子が、  
前記基板上に形成された遮光性の第一電極と、  
前記第一電極上に形成された透明な第一絶縁膜と、  
前記第一電極に対向した状態で前記第一絶縁膜上に形成された半導体膜と、  
前記半導体膜に接し、互いに離れた 2 つの不純物半導体膜と、  
前記 2 つの不純物半導体膜のうち一方の上に形成された第二電極と、  
前記 2 つの不純物半導体膜のうち他方の上に形成された第三電極と、  
前記半導体膜、前記不純物半導体膜、前記第二電極及び前記第三電極を被覆した透明な第二絶縁膜と、  
前記半導体膜に対向した状態で前記第二絶縁膜の上に形成された第四電極と、を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の圧力センサ。

【請求項 7】

基板と、前記基板に対向して設けられ、前記基板に対向した面にそれぞれ低反射領域及び高反射領域を備えた受圧板と、前記基板と前記受圧板の間に設けられ、前記受圧板に力が作用されると前記基板と前記受圧板との距離を変化させる支持部と、前記基板上の、前記受圧板の前記低反射領域と前記高反射領域の対向する位置にそれぞれ設けられた複数の受光素子を備える圧力センサの前記受圧板に力を作用させ、前記基板と前記受圧板との距離の変化にしたがった、前記低反射領域に対向する前記受光素子の受光量及び前記高反射領域に対向する前記受光素子の受光量に基づいて得られる取得画像のボケ具合を定量化して前記受圧板に対する圧力を測定することを特徴とする圧力センサの圧力測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧力センサ及び圧力センサの圧力測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ロボット工学、メカトロシステムの発展に伴って、多くのセンサーシステムが開発されている。特に、人間の皮膚感覚に相当する触覚センサは重要な技術と考えられる。触覚センサは、感圧素子等の圧力センサをマトリクス状に配置したものである。このような触覚センサでは、何れかの圧力センサに圧力が作用すると、圧力が作用する位置とその圧力の大きさが検出される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 1 - 29129 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、光学的に圧力を検出することが望まれている。

そこで、本発明は、光学的に圧力を検出できる圧力センサ及び圧力センサの圧力測定方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

## 【0005】

以上の課題を解決するために、本発明によれば、圧力センサが、基板と、前記基板に対向して設けられ、前記基板と対向した面に低反射領域と高反射領域とを備えた受圧板と、前記基板と前記受圧板の間に設けられ、前記受圧板に力が作用されると前記基板と前記受圧板との距離を変化させる支持部と、前記基板上の、前記受圧板の前記低反射領域と前記高反射領域の対向する位置にそれぞれ設けられた複数の受光素子と、前記複数の受光素子によって取得された前記低反射領域及び前記高反射領域を含む取得画像のボケ具合を定量化して前記受圧板に対する圧力を求めるコントローラと、を備えることとした。

## 【0006】

好ましくは、前記受圧板は高反射部材からなり、前記低反射領域は低反射部材からなる。

10

好ましくは、前記受圧板は低反射部材からなり、前記高反射領域は高反射部材からなる。

好ましくは、前記基板の前記複数の受光素子が形成されていない面側に設けられ、前記複数の受光素子に向けて光を発する光源を更に備える。

好ましくは、前記基板は透光性の部材からなり、前記各受光素子が、前記基板上に形成された遮光性の第一電極と、前記第一電極上に形成された透明な第一絶縁膜と、前記第一電極に対向した状態で前記第一絶縁膜上に形成された半導体膜と、前記半導体膜に接し、互いに離れた2つの不純物半導体膜と、前記2つの不純物半導体膜のうち一方の上に形成された第二電極と、前記2つの不純物半導体膜のうち他方の上に形成された第三電極と、前記半導体膜、前記不純物半導体膜、前記第二電極及び前記第三電極を被覆した透明な第二絶縁膜と、前記半導体膜に対向した状態で前記第二絶縁膜の上に形成された第四電極と、を有する。

20

## 【0007】

以上の課題を解決するために、本発明によれば、圧力センサの測定方法は、基板と、前記基板に対向して設けられ、前記基板に対向した面にそれぞれ低反射領域及び高反射領域を備えた受圧板と、前記基板と前記受圧板の間に設けられ、受圧板に力が作用されると前記基板と前記受圧板との距離を変化させる支持部と、前記基板上の、前記受圧板の前記低反射領域と前記高反射領域の対向する位置にそれぞれ設けられた複数の受光素子を備える圧力センサの前記受圧板に力を作用させ、前記基板と前記受圧板との距離の変化にしたがった、前記低反射領域に対向する前記受光素子の受光量及び前記高反射領域に対向する前記受光素子の受光量に基づいて得られる取得画像のボケ具合を定量化して前記受圧板に対する圧力を測定する。

30

## 【発明の効果】

## 【0008】

本発明によれば、複数の受光素子で取得された画像のボケ具合に基づいて、受圧板に作用した圧力を検出することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】本発明の実施形態における光学的圧力センサの分解斜視図である。

40

【図2】同実施形態における光学的圧力センサの概略断面図である。

【図3】同実施形態における光学的圧力センサに備わる光センサの画素を示した平面図である。

【図4】IV - IV矢視断面図である。

【図5】同実施形態における光学的圧力センサに備わる受圧板の下面図である。

【図6】同実施形態における光学的圧力センサの概略断面図である。

【図7】同実施形態において、受圧板から光センサまでの距離と、その光センサで取得された画像との関係を示した図面である。

【図8】同実施形態において、光センサで取得された画像を示した図面である。

【図9】同実施形態において、コントラストと圧力の関係を示したグラフである。

50

【図 10】同実施形態における光学的圧力センサを用いた圧力測定装置の概略構成を示した図面である。

【図 11】同実施形態において、光センサを駆動するための信号の推移を示したタイミングチャートである。

【図 12】同実施形態において、圧力を定量化する算出フローを示したものである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、本発明を実施するための好ましい形態について図面を用いて説明する。但し、以下に述べる実施形態には、本発明を実施するために技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲を以下の実施形態及び図示例に限定するものではない。

10

【0011】

図 1 は光学的圧力センサ 1 の分解斜視図であり、図 2 は光学的圧力センサ 1 の断面図である。

図 1 に示すように、この光学的圧力センサ 1 は、光センサ 10、光源 50、支持部（以下、弾性支持部）61～64 及び受圧板 80 を有する。

【0012】

〔光源〕

光源 50 は、光センサ 10 の下面を照射するものである。具体的には、光源 50 は面発光する面発光デバイスである。即ち、光源 50 は複数の発光素子（例えば、LED）51 を有し、これら発光素子 51 がマトリクス状に配列されている。なお、光源 50 として、有機エレクトロルミネッセンス、無機エレクトロルミネッセンス素子といった面発光素子を用いても良い。また、発光素子及び導光板を有した面発光装置（例えば、液晶ディスプレイのバックライトとして用いられているもの）を光源 50 に用いてもよい。

20

【0013】

〔光センサ〕

図 1～図 4 を用いて光センサ 10 について説明する。図 3 は、光センサ 10 の 1 画素を示した平面図である。図 4 は、図 3 に示された IV-IV に沿った面の矢視断面図である。

【0014】

光センサ 10 は、透明基板 13 と、ボトムゲート絶縁膜 22 と、トップゲート絶縁膜 29 と、保護絶縁膜 32 と、表面電極 33 とを積層してなる。透明基板 13 は、ガラス基板（例えば、石英ガラス製の基板）、プラスチック基板（例えば、ポリカーボネート又は PMMA 製の基板）その他の絶縁性基板である。ボトムゲート絶縁膜 22、トップゲート絶縁膜 29 及び保護絶縁膜 32 は、絶縁性及び光透過性を有し、例えば窒化シリコン膜、酸化シリコン膜である。表面電極 33 は、導電性及び光透過性を有し、例えば酸化インジウム、酸化亜鉛若しくは酸化スズ又はこれらのうちの少なくとも一つを含む混合物（例えば、錫ドープ酸化インジウム（ITO）、亜鉛ドープ酸化インジウム）からなる。

30

【0015】

この光センサ 10 については、受光素子（光電変換素子）20 としてダブルゲートトランジスタが利用され、1 画素につき 1 つの受光素子 20 が設けられている。複数の受光素子 20, 20, ... が透明基板 13 上において二次元アレイ状に特にマトリクス状に配列されている。尚、上記に限らず、光センサ 10 は、受圧板 80 に設けられた低反射領域 81 と高反射領域に対向する位置にそれぞれ設けられていれば良い。これら受光素子 20, 20, ... が保護絶縁膜 32 によってまとめて被覆されている。

40

【0016】

また、この光センサ 10 については、受光素子 20 のアドレス指定をすべく、複数本のボトムゲートライン 41, 41, ...、複数本のソースライン 42, 42, ...、複数本のドレインライン 43, 43, ... 及び複数本のトップゲートライン 44, 44, ... が形成されている。ボトムゲートライン 41, 41, ... は、互いに平行となって横方向に延在するとともに、透明基板 13 とボトムゲート絶縁膜 22 との間に形成されている。ソースライン 42, 42, ... 及びドレインライン 43, 43, ... は、互いに平行となって縦方向に延在

50

するとともに、ボトムゲート絶縁膜 22 とトップゲート絶縁膜 29 との間に形成されている。ソースライン 42 とドレインライン 43 は交互に配列されている。トップゲートライン 44, 44, ... は、互いに平行となって横方向に延在するとともに、トップゲート絶縁膜 29 と保護絶縁膜 32 との間に形成されている。なお、図 2 において、ボトムゲートライン 41 は、トップゲートライン 44 によって隠れている。

【0017】

受光素子 20 は、ボトムゲート電極 21、半導体膜 23、チャネル保護膜 24、不純物半導体膜 25、不純物半導体膜 26、ソース電極 27、ドレイン電極 28 及びトップゲート電極 31 等を有する。

【0018】

ボトムゲート電極 21 は透明基板 13 とボトムゲート絶縁膜 22 との間に形成されている。半導体膜 23、チャネル保護膜 24、不純物半導体膜 25、不純物半導体膜 26、ソース電極 27 及びドレイン電極 28 はボトムゲート絶縁膜 22 とトップゲート絶縁膜 29 との間に形成されている。トップゲート電極 31 はトップゲート絶縁膜 29 と保護絶縁膜 32 との間に形成されている。

【0019】

ボトムゲート電極 21 は、受光素子 20 ごとに透明基板 13 上に形成されている。横方向に配列された同一の行の受光素子 20, 20, ... のボトムゲート電極 21 が共通のボトムゲートライン 41 と一体となって形成されている。ボトムゲート電極 21 及びボトムゲートライン 41 は、導電性及び遮光性を有し、例えばクロム、クロム合金、アルミ若しくはアルミ合金又はこれらの合金からなる。

【0020】

半導体膜 23 は、ボトムゲート電極 21 に対向した状態でボトムゲート絶縁膜 22 の上に形成されている。半導体膜 23 は、受光素子 20 ごとに独立して形成されている。半導体膜 23 は、アモルファスシリコンからなる。半導体膜 23 は、チャネル層となるものである。

【0021】

チャネル保護膜 24 は、半導体膜 23 の中央部上に形成されている。チャネル保護膜 24 は、受光素子 20 ごとに独立してパターニングされたものである。チャネル保護膜 24 は、絶縁性及び光透過性を有し、例えば窒化シリコン又は酸化シリコンからなる。チャネル保護膜 24 は、パターニングに用いられるエッチャントから半導体膜 23 を保護するものである。半導体膜 23 に光が入射すると、入射した光量に従った量の電子 - 正孔対がチャネル保護膜 24 と半導体膜 23 との界面付近を中心に発生する。

【0022】

不純物半導体膜 25, 26 は、受光素子 20 ごとに独立してパターニングされている。不純物半導体膜 25 は、半導体膜 23 の一部に重なるように形成されている。不純物半導体膜 25 の一部は、チャネル保護膜 24 に重なっている。不純物半導体膜 26 は、半導体膜 23 の別の部分に重なるように形成されている。不純物半導体膜 26 の一部は、チャネル保護膜 24 に重なっている。不純物半導体膜 25, 26 は互いに離れている。不純物半導体膜 25, 26 は、n 型の不純物を含むアモルファスシリコン (n<sup>+</sup>シリコン) からなる。

【0023】

ソース電極 27 は、不純物半導体膜 25 に重なっている。ドレイン電極 28 は、不純物半導体膜 26 に重なっている。ソース電極 27 及びドレイン電極 28 は受光素子 20 ごとに形成されている。縦方向に配列された同一の列の受光素子 20, 20, ... のソース電極 27 は共通のソースライン 42 と一体となって形成されており、縦方向に配列された同一の列の受光素子 20, 20, ... のドレイン電極 28 は共通のドレインライン 43 と一体となって形成されている。ソース電極 27、ドレイン電極 28、ソースライン 42 及びドレインライン 43 は、導電性及び遮光性を有しており、例えばクロム、クロム合金、アルミ若しくはアルミ合金又はこれらの合金からなる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 4 】

トップゲート電極 3 1 は、半導体膜 2 3 に対向した状態でトップゲート絶縁膜 2 9 の上に形成されている。トップゲート電極 3 1 は、受光素子 2 0 ごとにトップゲート絶縁膜 2 9 上に形成されている。横方向に配列された同一の行の受光素子 2 0 , 2 0 , ... のトップゲート電極 3 1 が共通のトップゲートライン 4 4 と一体となって形成されている。トップゲート電極 3 1 及びトップゲートライン 4 4 は、導電性及び光透過性を有し、例えば、酸化インジウム、酸化亜鉛若しくは酸化スズ又はこれらのうちの少なくとも一つを含む混合物（例えば、錫ドープ酸化インジウム（ITO）、亜鉛ドープ酸化インジウム）で形成されている。

## 【 0 0 2 5 】

トップゲート電極 3 1 の上に保護絶縁膜 3 2 が成膜され、保護絶縁膜 3 2 の上に表面電極 3 3 が成膜されている。表面電極 3 3 が接地されており、電荷が表面電極 3 3 によって放電されるから、静電破壊の防止が図られている。

## 【 0 0 2 6 】

以上のように構成された光センサ 1 0 は、受光素子 2 0 の間において光を透過させる光透過型のものである。つまり、透明基板 1 3、ボトムゲート絶縁膜 2 2、トップゲート絶縁膜 2 9、保護絶縁膜 3 2 及び表面電極 3 3 が透明であるため、光源 5 0 から発した光が透明基板 1 3 に入射しても、透明基板 1 3、ボトムゲート絶縁膜 2 2、トップゲート絶縁膜 2 9、保護絶縁膜 3 2 及び表面電極 3 3 を透過して、表面電極 3 3 の表面から上へ出射する。ここで、光源 5 0 から発して透明基板 1 3 に入射した光がボトムゲート電極 2 1 によって遮られるので、光が半導体膜 2 3 の下方から半導体膜 2 3 に直接入射しない。一方、表面電極 3 3、保護絶縁膜 3 2、トップゲート電極 3 1、トップゲート絶縁膜 2 9 及びチャネル保護膜 2 4 が透明であるから、光センサ 1 0 の上から表面電極 3 3 に入射した光が半導体膜 2 3 に入射する。

## 【 0 0 2 7 】

光センサ 1 0 が光透過型のものであるから、受圧板 8 0 が光センサ 1 0 に対向配置されていても、光源 5 0 の光により受圧板 8 0 の下面が照らされる。

## 【 0 0 2 8 】

## 〔 弾性支持部 〕

図 1 に示すように、弾性支持部 6 1 ~ 6 4 が光センサ 1 0 の上面（表面電極 3 3 の表面）の周辺部上に接合されている。これら弾性支持部 6 1 ~ 6 4 が矩形棒状に配置され、これら弾性支持部 6 1 ~ 6 4 によって光センサ 1 0 が囲われ、これら弾性支持部 6 1 ~ 6 4 の内側において複数の受光素子 2 0 , 2 0 , ... が配置されている。弾性支持部 6 1 ~ 6 4 は、ゴムやバネ等からなる。

## 【 0 0 2 9 】

なお、弾性支持部 6 1 ~ 6 4 が光センサ 1 0 の上面に設けられている必要はなく、例えば、光センサ 1 0 が光源 5 0 の上に搭載され、光センサ 1 0 よりも厚い弾性支持部 6 1 ~ 6 4 が光センサ 1 0 を囲うようにして光源 5 0 の上に設けられていてもよい。

## 【 0 0 3 0 】

## 〔 受圧板 〕

受圧板 8 0 は、光センサ 1 0 の上面に対向した状態で弾性支持部 6 1 ~ 6 4 の上に接合されている。受圧板 8 0 が弾性支持部 6 1 ~ 6 4 によって支持されることによって、受圧板 8 0 の下面と光センサ 1 0 の上面が離れている。受圧板 8 0 は金属などからなる剛体であり、受圧板 8 0 の弾性率は弾性支持部 6 1 ~ 6 4 の弾性率よりも十分に大きい。そのため、受圧板 8 0 の上面から下に圧力が作用することによって、受圧板 8 0 の曲げは殆ど生じず、弾性支持部 6 1 ~ 6 4 が圧縮され、透明基板 1 3 と受圧板 8 0 との距離が変化する。

## 【 0 0 3 1 】

図 5 は、受圧板 8 0 の下面図である。図 5 に示すように、受圧板 8 0 の下面の中央部には、薄膜状の低反射部材により低反射領域 8 1 が形成されている。低反射領域 8 1 は円形

10

20

30

40

50

状に設けられている。低反射領域 8 1 の反射率は、その低反射領域 8 1 の周囲（受圧板 8 0 の下面）の反射率よりも相対的に低い。例えば、受圧板 8 0 は白色の高反射部材からなり、低反射領域 8 1 は黒色の低反射部材からなる。なお、受圧板 8 0 が低反射部材からなり、低反射領域 8 1 の代わりに、受圧板 8 0 よりも相対的に反射率の高い高反射部材により高反射領域を設けてもよい。また、受圧板 8 0 の下面に、低反射部材からなる低反射部と、高反射部材からなる高反射部とを別々に設けてもよい。つまり、低反射領域と高反射領域の二値からなる像パターンが、受圧板 8 0 の下面に形成されていればよい。

#### 【 0 0 3 2 】

〔光学的圧力センサの圧力測定原理〕

光源 5 0 から発した光は上述のように光センサ 1 0 を透過し、受圧板 8 0 の下面で反射し、反射光が各受光素子 2 0 の半導体膜 2 3 に入射する。この際、光センサ 1 0 が駆動されると、受光素子 2 0 の半導体膜 2 3 において受光した光量が電気信号に変換される。これにより、光センサ 1 0 によって画像が取得される。光センサ 1 0 によって取得される画像は、受圧板 8 0 の下面の高反射領域と低反射領域 8 1 とからなる像である。なお、光センサ 1 0 の駆動回路及び駆動方法については、後述する。

10

#### 【 0 0 3 3 】

一方、図 6 に示すように、受圧板 8 0 の上面から下に圧力が作用すると、弾性支持部 6 1 ~ 6 4 が圧縮される。受圧板 8 0 に対する圧力が大きい程、弾性支持部 6 1 ~ 6 4 の圧縮量が大きく、受圧板 8 0 の下面と光センサ 1 0 の上面との距離が小さい。

#### 【 0 0 3 4 】

図 7 は、受圧板 8 0 の下面から光センサ 1 までの距離と、光センサ 1 0 によって取得された画像との関係を示したものである。図 7 から明らかなように、受圧板 8 0 の下面から光センサ 1 までの距離が大きい程、取得画像のボケが顕著である。つまり、受圧板 8 0 に対する圧力が大きい程、取得画像のボケが顕著であり、受圧板 8 0 に対する圧力が小さい程、取得画像がシャープである。従って、受圧板 8 0 に対する圧力が取得画像のボケ具合から定まり、取得画像のボケ具合から定量化することによって、受圧板 8 0 に対する圧力を定量化することができる。

20

#### 【 0 0 3 5 】

そこで、取得画像のボケ具合を定量化すべく、取得画像のコントラストを求める。つまり、図 8 に示すように、取得画像の暗点 A（暗点 A としては、例えば、取得画像のうち最も暗い画素や、取得画像の中心画素等を用いる。）の明るさと、取得画像の明点 B（明点 B としては、取得画像のうち最も明るい画素や、取得画像の中心画素から離れた所定の画素等を用いることができる。）の明るさの比コントラストを求め、その求めたコントラストから圧力を求めることができる。例えば、コントラストを明点 B の受光量 / 暗点 A の受光量とし、コントラストと圧力との関係を表した相関グラフ（例えば、図 9 参照）、相関式又は相関表を予め準備しておき、その相関グラフ、相関式又は相関表を利用してコントラストから圧力を求めることができる。

30

#### 【 0 0 3 6 】

〔光センサの駆動回路及び駆動方法〕

図 1 0 は、光学的圧力センサ 1 を用いた圧力測定装置の概略構成を示した図面である。図 1 0 では、光センサ 1 0 及びその駆動回路を示すとともに、光センサ 1 によって取得された画像のボケ具合を定量化して圧力を求めるコントローラ 7 7 等も示す。

40

#### 【 0 0 3 7 】

光センサ 1 0 のトップゲートライン 4 4 , 4 4 , ... がトップゲートドライバ 7 1 の端子に接続され、ボトムゲートライン 4 1 , 4 1 , ... がボトムゲートドライバ 7 2 の端子に接続され、ドレインライン 4 3 , 4 3 , ... がパラレル - シリアル変換回路 7 3 の端子に接続されている。また、光センサ 1 0 のソースライン 4 2 , 4 2 , ... が一定電圧源（V s s）に接続され、この例ではソースライン 4 2 , 4 2 , ... が接地されている。トップゲートドライバ 7 1 は、トップゲートライン 4 4 , 4 4 , ... を 1 行目から順に選択する第一の走査ドライバである。ボトムゲートドライバ 7 2 は、ボトムゲートライン 4 1 , 4 1 , ... を 1

50

行目から順に選択する第二の走査ドライバである。

【 0 0 3 8 】

図 1 1 は、光センサ 1 0 を駆動するための信号の推移を示したタイミングチャートである。

トップゲートドライバ 7 1 は、トップゲートライン 4 4 , 4 4 , ... にリセットパルスを実順次出力する。リセットパルスのレベルは + 1 5 [ V ] のハイレベルであり、リセットパルスが出力されていない時のレベルは、 - 1 5 [ V ] のローレベルである。トップゲートドライバ 7 1 としては、シフトレジスタを用いることができる。リセットパルスが出力されている期間をリセット期間という。

【 0 0 3 9 】

ボトムゲートドライバ 7 2 は、ボトムゲートライン 4 1 , 4 1 , ... にリードパルスを実順次出力する。リードパルスのレベルは + 1 5 [ V ] のハイレベルであり、リードパルスが出力されていない時のレベルは  $\pm 0$  [ V ] のローレベルである。ボトムゲートドライバ 7 2 としては、シフトレジスタを用いることができる。リードパルスが出力されている期間をリード期間という。

【 0 0 4 0 】

トップゲートドライバ 7 1 の水平走査周期（ある行にリセットパルスを実出力してから次の行にリセットパルスを実出力するまでの期間）と、ボトムゲートドライバ 7 2 の水平走査周期（ある行にリードパルスを実出力してから次の行にリードパルスを実出力するまでの期間）とが等しい。また、ボトムゲートドライバ 7 2 による走査の位相はトップゲートドライバ 7 1 による走査の位相に対して遅れている。つまり、各行では、リードパルスが出力されるタイミングは、リセットパルスが出力されるタイミングより遅れている。その遅れが、キャリア蓄積時間である。

【 0 0 4 1 】

具体的には、トップゲートドライバ 7 1 が何れかの行のトップゲートライン 4 4 にリセットパルスを実出力した後に、キャリア蓄積時間を経て、ボトムゲートドライバ 7 2 が同じ行のボトムゲートライン 4 1 にリードパルスを実出力するように、トップゲートドライバ 7 1 及びボトムゲートドライバ 7 2 が出力信号をシフトする。

【 0 0 4 2 】

パラレル - シリアル変換回路 7 3 は、ボトムゲートドライバ 7 2 によって選択された行の受光素子 2 0 , 2 0 ... の出力値（電圧）を読み込み、読み込んだ受光素子 2 0 , 2 0 ... の出力値を実順次出力するものである。具体的には、パラレル - シリアル変換回路 7 3 は、リセットパルスが出力されてからリードパルスが出力されるまでの間に、全てのドレインライン 4 3 , 4 3 , ... にパラレルでプリチャージパルスを実出力するようになっている。プリチャージパルスのレベルは + 1 0 [ V ] のハイレベルであり、プリチャージパルスが出力されていない時のレベルは  $\pm 0$  [ V ] のローレベルである。プリチャージパルスが出力されている期間をプリチャージ期間という。

【 0 0 4 3 】

また、パラレル - シリアル変換回路 7 3 は、プリチャージパルスの出力後にリードパルスが出力されている時に、ボトムゲートドライバ 7 2 によって選択された行の受光素子 2 0 , 2 0 ... の出力値（電圧）を実パラレルで入力する。そして、パラレル - シリアル変換回路 7 3 は、パラレルで入力した出力値を実シリアルで順次出力する。これにより、光センサ 1 0 により画像入力となされる。

【 0 0 4 4 】

トップゲートドライバ 7 1 及びボトムゲートドライバ 7 2 によって選択された何れかの行（以下、 $i$  行目という）の各受光素子 2 0 の動作について詳細に説明する。

トップゲートドライバ 7 1 が  $i$  行目のトップゲートライン 4 4 にリセットパルスを実出力すると、 $i$  行目のトップゲートライン 4 4 がハイレベルになる。 $i$  行目のトップゲートライン 4 4 がハイレベルになっているリセット期間では、 $i$  行目の各受光素子 2 0 について、半導体膜 2 3 内や半導体膜 2 3 とチャンネル保護膜 2 4 との界面近傍に蓄積されたキャリ

10

20

30

40

50

ア（ここでは、正孔である。）が、トップゲート電極 31 の電圧により反発して吐出される。

【0045】

そして、トップゲートドライバ 71 は、 $i$  行目のトップゲートライン 44 にリセットパルスを出した後、半導体膜 23 に光が入射することによって半導体膜 23 内に生成された電子 - 正孔対のうちの正孔を電氣的に捕捉するための負電位（ $-15$  [V]）をその  $i$  行目のトップゲートライン 44 に印加する。 $i$  行目の各受光素子 20 のトップゲート電極 31 に負電位が印加されていると、半導体膜 23 に入射した光量に従って半導体膜 23 内に生成された電子 - 正孔対のうちの正孔がトップゲート電極 31 の電界によって半導体膜 23 内や半導体膜 23 とチャンネル保護膜 24 との界面近傍に蓄積される。

10

【0046】

キャリア蓄積時間中に、パラレル - シリアル変換回路 73 が全てのドレインライン 43, 43, ... にプリチャージパルスを出力する。プリチャージパルスが出力されているプリチャージ期間では、 $i$  行目の各受光素子 20 においては、トップゲート電極 31 に印加されている電位が負電位（ $-15$  [V]）である。そうすると、この負電界によって半導体膜 23 内や半導体膜 23 とチャンネル保護膜 24 との界面近傍に蓄積された正孔による電界は、必然的に負電界を完全に相殺して半導体膜 23 のチャンネル領域に  $n$  チャンネルを形成する程度の正電界には成り得ない。そうすると、ボトムゲート電極 21 に印加されている電位が  $\pm 0$  [V] であるため、ドレイン電極 28 とソース電極 27 との間にプリチャージパルスの電位差が生じて半導体膜 23 にはチャンネルが形成されず、ドレイン電極 28 と

20

【0047】

パラレル - シリアル変換回路 73 がプリチャージパルスの出力を終了するとともに、ボトムゲートドライバ 72 が  $i$  行目のボトムゲートライン 41 にリードパルスを出力する。ボトムゲートドライバ 72 が  $i$  行目のボトムゲートライン 41 にリードパルスを出力しているリード期間では、 $i$  行目の各受光素子 20 のボトムゲート電極 21 にハイレベルの電位が印加されているため、 $i$  行目の各受光素子 20 がオン状態になる。

30

【0048】

リード期間においては、キャリア蓄積時間において蓄積されたキャリアがトップゲート電極 31 の負電界を緩和するように働く。そのため、入射される光量が十分であってキャリアの量が十分であれば、ボトムゲート電極 21 の正電界とあわせて半導体膜 23 に  $n$  チャンネルが形成されて、ドレイン電極 28 からソース電極 27 に電流が流れるようになり、ドレイン電極 28 の電荷が減少する。従って、リード期間では、ドレインライン 43, 43, ... の電圧は、ドレイン - ソース間電流によって時間の経過とともに徐々に低下する傾向を示す。

【0049】

キャリア蓄積時間において半導体膜 23 に入射した光量が多くなるにつれて、蓄積されるキャリアも多くなり、蓄積されるキャリアが多くなるにつれて、リード期間におけるドレイン電極 28 の電荷減少レートが大きくなるとともに、リード期間においてドレイン電極 28 からソース電極 27 に流れる電流のレベルも大きくなる。従って、リード期間におけるドレインライン 43, 43, ... の電圧の減少傾向は、キャリア蓄積時間で半導体膜 23 に入射した光量に深く関連する。

40

【0050】

そして、 $i$  行目のリード期間から次の ( $i + 1$ ) 行目のプリチャージ期間までの間に、リード期間が開始してから所定の時間経過後のドレインライン 43, 43, ... の電圧（出力値）がパラレル - シリアル変換回路 73 によって検出される。パラレル - シリアル変換回路 73 は、ドレインライン 43, 43, ... の電圧（出力値）を  $V_{out}$  として列順次に出

50

力する。

【 0 0 5 1 】

そして、パラレル - シリアル変換回路 7 3 から順次出力された出力値 ( 電圧 ) が、増幅器 7 4 に増幅され、A / D 変換器 7 5 によって量子化されて、メモリ 7 6 に記録される。これにより、各受光素子 2 0 の出力値が、受光量としてメモリ 7 6 に記録される。

【 0 0 5 2 】

〔コントローラの機能〕

図 1 2 は、コントローラ 7 7 によって圧力を定量化する算出フローを示したものである。

図 1 2 に示すように、受圧板 8 0 が加圧されて ( ステップ S 1 )、トップゲートドライバ 7 1、ボトムゲートドライバ 7 2 及びパラレル - シリアル変換回路 7 3 によって光センサ 1 0 が駆動されると、各受光素子 2 0 において受光量が測定され、その受光量がメモリ 7 6 に記録される ( ステップ S 2 )。コントローラ 7 7 は、取得受光量と参照受光量を比較し ( ステップ S 3 )、圧力を数値化し ( ステップ S 4 )、数値化された圧力を表示部 7 8 に表示する ( ステップ S 5 )。

【 0 0 5 3 】

更に具体的に説明する。

コントローラ 7 7 は CPU 及び ROM を有する。コントローラ 7 7 の ROM には、コントラストと圧力との関係を表した相関関係 ( 例えば、図 9 に示す相関グラフ ) が予め記録されている。そして、コントローラ 7 7 は、CPU によって次のような処理を行う。

【 0 0 5 4 】

つまり、コントローラ 7 7 は、メモリ 7 6 に記録された受光量の中から暗点 A 及び明点 B を検索し、その暗点 A 及び明点 B の明るさ ( 受光量 ) の比からコントラストを求める。つまり、明点 B の受光量 / 暗点 A の受光量をコントラストとして求める。このような処理が、図 1 2 に示されたステップ S 3 に相当する。なお、コントローラ 7 7 は、メモリ 7 6 に記録された各受光素子 2 0 における受光量の値の中から中心画素の受光量又は最も暗い画素の受光量を暗点 A の受光量として検索し、中心画素から離れた所定の画素の受光量又は最も明るい画素の受光量を明点 B の受光量として検索する。

【 0 0 5 5 】

そして、コントローラ 7 7 は、ROM に記録された相関関係を参照し、求めたコントラストに対応する圧力を求める。このような処理が、図 1 2 に示されたステップ S 4 に相当する。

【 0 0 5 6 】

そして、コントローラ 7 7 は、求めた圧力を表示部 7 8 に表示する。このような処理が、図 1 2 に示されたステップ S 5 に相当する。

【 0 0 5 7 】

本実施形態においては、コントラストを求める際、暗点 A の受光量と明点 B の受光量の比を用いたが、暗点 A の受光量と明点 B の受光量の差分値を用いても一義的に圧力を定量化することができる。

【符号の説明】

【 0 0 5 8 】

- 1 光学的圧力センサ
- 1 0 光センサ
- 1 3 透明基板
- 2 0 受光素子
- 2 1 ボトムゲート電極
- 2 2 ボトムゲート絶縁膜
- 2 3 半導体膜
- 2 4 チャネル保護膜
- 2 5 , 2 6 不純物半導体膜

10

20

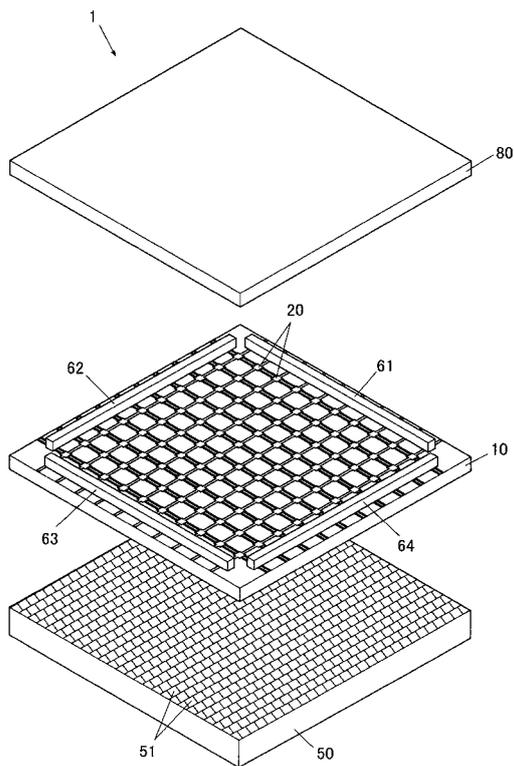
30

40

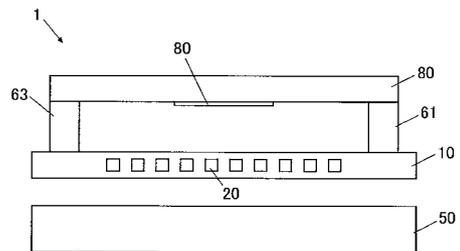
50

- 2 7 ソース電極
- 2 8 ドレイン電極
- 2 9 トップゲート絶縁膜
- 3 1 トップゲート電極
- 3 2 保護絶縁膜
- 4 1 ボトムゲートライン
- 4 2 ソースライン
- 4 3 ドレインライン
- 4 4 トップゲートライン
- 5 0 光源
- 6 1 ~ 6 4 弾性支持部
- 8 0 受圧板
- 8 1 低反射領域

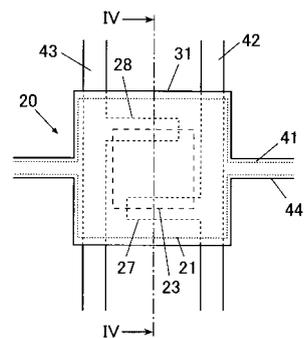
【図1】



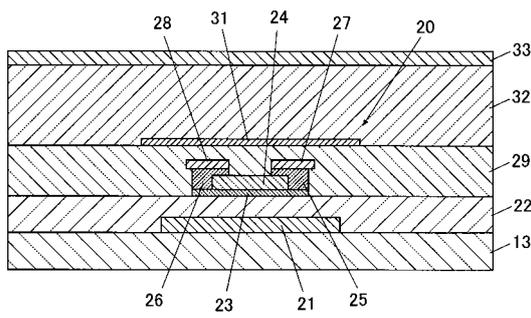
【図2】



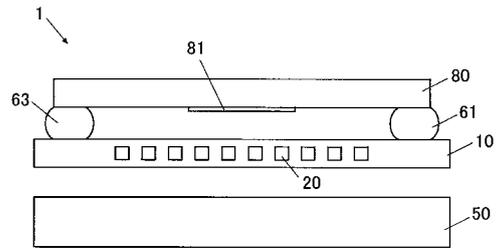
【図3】



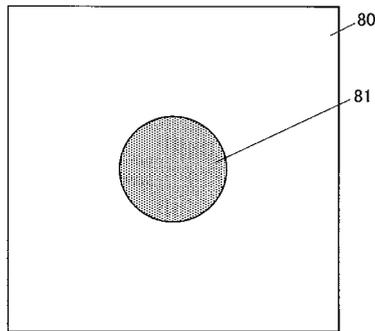
【図4】



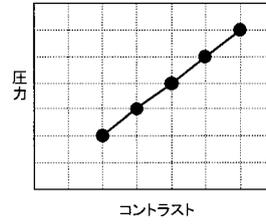
【図6】



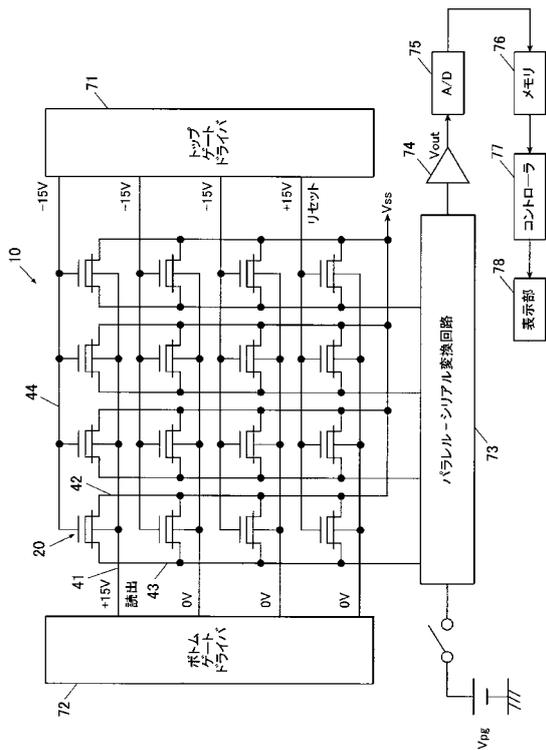
【図5】



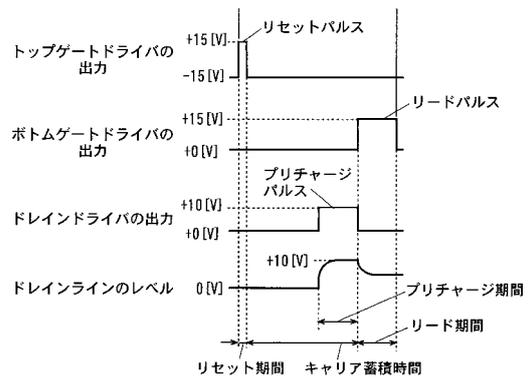
【図9】



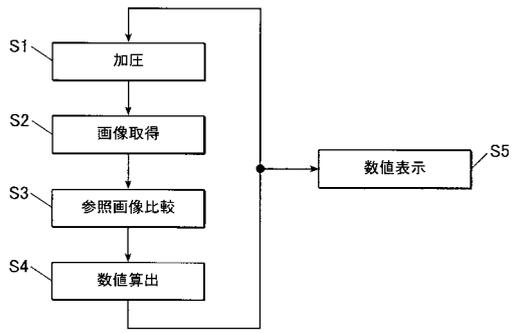
【図10】



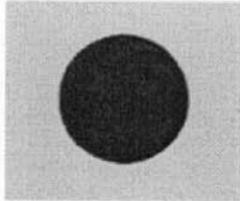
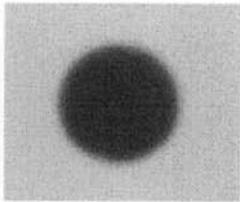
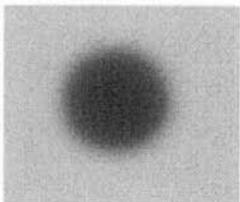
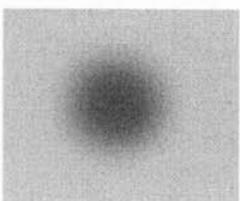
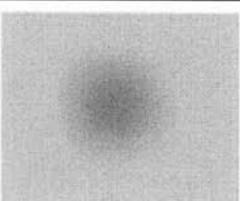
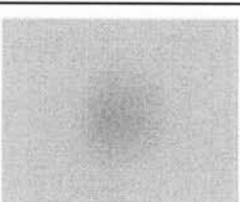
【図11】



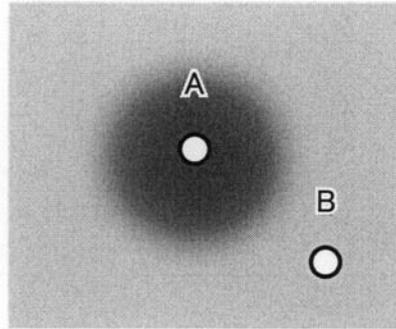
【図 12】



【図7】

距離 (mm)	取得画像
0	
0.5	
1.0	
1.5	
2.0	
2.5	
3.0	

【 8 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭62-085818(JP,A)  
特開昭61-041938(JP,A)  
特開2004-272322(JP,A)  
特開2007-071564(JP,A)  
実開昭60-031639(JP,U)  
特開平06-018216(JP,A)  
特開2000-227371(JP,A)  
特開2000-076425(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L	1/00
G01L	1/24
G01L	5/00
G01L	9/00
G01B	9/00
G01B	11/00
G01D	5/26