

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6519210号
(P6519210)

(45) 発行日 令和1年5月29日(2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日(2019.5.10)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4N	1/028	(2006.01)	HO4N	1/028	Z
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	420H
HO1L	27/146	(2006.01)	HO1L	27/146	A

請求項の数 10 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2015-20474 (P2015-20474)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成27年2月4日(2015.2.4)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2016-144145 (P2016-144145A)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(43) 公開日	平成28年8月8日(2016.8.8)	(74) 代理人	100082670
審査請求日	平成30年1月19日(2018.1.19)		弁理士 西脇 民雄
		(72) 発明者	田村 麻人
			東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
			会社リコー内
		審査官	橋爪 正樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像ユニット、画像読取装置および画像形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像面と平行な面に沿って長尺な撮像素子と、
前記撮像素子を駆動する回路を形成する回路基板と、
前記撮像素子と前記回路基板とを固定する固定部材と、を備え、
前記回路基板では、複数の前記固定部材が位置する前記撮像素子の長尺方向に伸びる同一の直線上に、前記長尺方向に直交しつつ前記回路基板を貫通する貫通穴を少なくとも1つ設け、
前記貫通穴は、前記直線上における2つの前記固定部材の間に位置し、前記撮像面と平行な面に沿いつつ前記長尺方向に直交する短尺方向で見た前記撮像素子の寸法よりも小さいことを特徴とする撮像ユニット。

10

【請求項2】

前記各固定部材は、前記直線上における少なくとも2つが、前記撮像素子と前記回路基板とを電気的に接続する接続ピンであり、
前記貫通穴は、前記直線上における2つの前記接続ピンの間に位置することを特徴とする請求項1に記載の撮像ユニット。

【請求項3】

撮像面と平行な面に沿って長尺な撮像素子と、
前記撮像素子を駆動する回路を形成する回路基板と、
前記撮像素子と前記回路基板とを固定する固定部材と、を備え、

20

前記回路基板では、複数の前記固定部材が位置する前記撮像素子の長尺方向に伸びる同一の直線上に、前記長尺方向に直交しつつ前記回路基板を貫通する貫通穴を少なくとも1つ設け、

前記各固定部材は、前記直線上における少なくとも2つが、前記撮像素子と前記回路基板とを電氣的に接続する接続ピンであり、

前記貫通穴は、前記直線上における2つの前記固定部材の間であって、前記直線上における2つの前記接続ピンの間に位置することを特徴とする撮像ユニット。

【請求項4】

前記貫通穴は、前記直線上において、2つの前記接続ピンに挟まれる全ての位置に設けられることを特徴とする請求項2または請求項3に記載の撮像ユニット。

10

【請求項5】

前記貫通穴は、前記固定部材との最短距離が、前記撮像面と平行な面に沿いつつ前記長尺方向に直交する短尺方向で見た前記撮像素子の寸法の半分の値よりも小さくなる位置に設けられることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の撮像ユニット

【請求項6】

前記貫通穴は、少なくとも1つが、前記撮像面と平行な面に沿いつつ前記長尺方向に直交する短尺方向で見た寸法が、前記短尺方向で見た前記固定部材の寸法の半分の値よりも大きいことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の撮像ユニット。

【請求項7】

前記貫通穴は、前記直線上において、2つの前記固定部材に挟まれる全ての位置に設けられることを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の撮像ユニット。

20

【請求項8】

前記貫通穴には、前記回路基板よりも剛性の低い材料が内方に設けられていることを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の撮像ユニット。

【請求項9】

請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の撮像ユニットを備え、
原稿で反射された光を前記撮像ユニットに結像することで、前記原稿を画像情報として読み取ることが特徴とする画像読取装置。

【請求項10】

請求項9に記載の画像読取装置を備え、
前記画像読取装置から出力される前記画像情報に基づいて画像を形成することを特徴とする画像形成装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像ユニット、画像読取装置および画像形成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラやスキャナ等に使用される撮像ユニットでは、回路基板に、CCDやCMOSに代表される撮像素子や様々なICが実装されて構成するものが知られている。このような撮像ユニットは、通電されると発熱が生じる。

40

【0003】

ここで、撮像ユニットでは、撮像素子と回路基板との線膨張係数が異なる場合が多く、例えば、撮像素子の膨張量が回路基板の膨張量よりも小さい等のように撮像素子と回路基板との間に膨張量の差異が生じる。この撮像ユニットでは、上記した発熱等による温度変化に起因して撮像素子と回路基板とが異なる膨張量で膨張すると、撮像素子に応力がかかり当該撮像素子が撓む虞がある。すると、撮像ユニットでは、撮像面が撓むことから、例えば光路長の変化等により光学性能の劣化が生じる虞がある。

【0004】

50

このため、撮像ユニットでは、回路基板における撮像素子を実装した側とは反対側に熱膨張量の小さい低熱膨張部材を設けることが考えられている（例えば、特許文献1参照）。この撮像ユニットでは、撮像素子の実装のための加熱処理の際、回路基板の膨張量よりも低熱膨張部材の膨張量が小さいことにより、回路基板の熱膨張に起因する応力を低熱膨張部材で十分に吸収することができる。このため、撮像ユニットでは、温度変化に起因する回路基板の応力により撮像素子が撓むことを抑制することができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記した従来の撮像ユニットでは、撮像素子の撓みを抑制するために低熱膨張部材を設ける必要があり、部材の追加に起因してコストの上昇を招いてしまう。

【0006】

本発明は、上記の事情に鑑みて為されたもので、部材を追加することなく温度変化に起因する撮像素子の撓みを抑制することのできる撮像ユニットを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る撮像ユニットは、撮像面と平行な面に沿って長尺な撮像素子と、前記撮像素子を駆動する回路を形成する回路基板と、前記撮像素子と前記回路基板とを固定する固定部材と、を備え、前記回路基板では、複数の前記固定部材が位置する前記撮像素子の長尺方向に伸びる同一の直線上に、前記長尺方向に直交しつつ前記回路基板を貫通する貫通穴を少なくとも1つ設け、前記貫通穴は、前記直線上における2つの前記固定部材の間に位置する。

【発明の効果】

【0008】

本発明に係る撮像ユニットでは、部材を追加することなく温度変化に起因する撮像素子の撓みを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の撮像ユニットの一実施形態に係る実施例1の撮像ユニット10を搭載した画像形成装置100の構成を模式的に示す説明図である。

【図2】画像形成装置100に搭載された画像読取部102の構成を模式的な斜視図で示す説明図である。

【図3】画像読取部102の各構成を分解した模式的な斜視図で示す説明図である。

【図4】撮像ユニット10の構成を模式的な斜視図で示す説明図である。

【図5】撮像ユニット10の構成を側方から見た様子で示す説明図である。

【図6】回路基板12に貫通穴15を設けた本発明の撮像ユニットの一実施形態に係る実施例1の撮像ユニット10を、回路基板12側から見た様子を示す説明図である。

【図7】貫通穴15が設けられた回路基板12（撮像ユニット10）の構成を説明すべく図6のI-I線に沿って得られた断面で示す説明図である。

【図8】回路基板12に実装された撮像素子11が撓む様子を示す説明図である。

【図9】2つの異なる線膨張係数を有する第1板状部材52と第2板状部材53とが接着された試験片51が撓む様子を示す説明図である。

【図10】試験片51が撓む様子を示すグラフであり、縦軸を撓み量で示し、横軸を第1板状部材52の第2板状部材53に対するヤング率比 E' で示す。

【図11】検証1での回路基板12における各穴候補位置Pを示す図6と同様の説明図である。

【図12】検証1で得られた撮像素子11が撓む様子を示すグラフであり、縦軸を撓み量で示し、横軸を穴の数で示す。

10

20

30

40

50

【図 1 3】検証 2 での回路基板 1 2 における各穴候補位置 P 2 を示す図 6 と同様の説明図である。

【図 1 4】検証 2 で得られた撮像素子 1 1 が撓む様子を示すグラフであり、縦軸を撓み量で示し、横軸を穴の数で示す。

【図 1 5】検証 1 および検証 2 から得られた撓み抑制効率を示すグラフであり、縦軸を撓み抑制効率で示し、横軸を穴の数で示す。

【図 1 6】検証 3 での回路基板 1 2 における各穴候補位置 P 3 を示す図 6 と同様の説明図である。

【図 1 7】検証 3 で得られた撮像素子 1 1 が撓む様子を示すグラフであり、縦軸を撓み量で示し、横軸を中心位置 C からの位置で示す。

10

【図 1 8】検証 4 での回路基板 1 2 における各穴候補位置 P 4 を示す図 6 と同様の説明図である。

【図 1 9】検証 4 で得られた撮像素子 1 1 が撓む様子を示すグラフであり、縦軸を撓み量で示し、横軸を穴の数で示す。

【図 2 0】検証 4 から得られた撓み抑制効率を示すグラフであり、縦軸を撓み抑制効率で示し、横軸を穴の数で示す。

【図 2 1】検証 5 での回路基板 1 2 における各貫通穴 1 5 の寸法を変化させる様子を示す説明図であり、(a) は貫通穴 1 5 a を示し、(b) は貫通穴 1 5 b を示し、(c) は貫通穴 1 5 c を示し、(d) は貫通穴 1 5 d を示し、(e) は貫通穴 1 5 e を示す。

【図 2 2】検証 5 から得られた長尺方向 D l での貫通穴 1 5 の寸法の変化に対する撮像素子 1 1 の撓み量を示すグラフであり、縦軸を撓み量で示し、横軸を長尺方向 D l での貫通穴 1 5 の寸法で示す。

20

【図 2 3】検証 5 から得られた短尺方向 D s での貫通穴 1 5 の寸法の変化に対する撮像素子 1 1 の撓み量を示すグラフであり、縦軸を撓み量で示し、横軸を短尺方向 D s での貫通穴 1 5 の寸法で示す。

【図 2 4】条件式 (3) を満たす領域を示す図 6 と同様の説明図である。

【図 2 5】条件式 (4) における各寸法を示す図 2 1 と同様の説明図である。

【図 2 6】回路基板 1 2 A に貫通穴 1 5 A を設けた本発明の撮像ユニットの一実施形態に係る実施例 2 の撮像ユニット 1 0 A を示す説明図である。

【図 2 7】回路基板 1 2 B に貫通穴 1 5 B を設けた本発明の撮像ユニットの一実施形態に係る実施例 3 の撮像ユニット 1 0 B を示す説明図である。

30

【図 2 8】回路基板 1 2 C に貫通穴 1 5 C を設けた本発明の撮像ユニットの一実施形態に係る実施例 4 の撮像ユニット 1 0 C を示す説明図である。

【図 2 9】回路基板 1 2 D に貫通穴 1 5 D を設けた本発明の撮像ユニットの一実施形態に係る実施例 5 の撮像ユニット 1 0 D を示す説明図である。

【図 3 0】回路基板 1 2 E に貫通穴 1 5 E を設けた本発明の撮像ユニットの一実施形態に係る実施例 6 の撮像ユニット 1 0 E を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下に、本発明に係る撮像ユニット、それを備える画像読取装置およびそれを備える画像形成装置の各実施例について図面を参照しつつ説明する。

40

【実施例 1】

【 0 0 1 1 】

本発明に係る撮像ユニットの一例としての実施例 1 の撮像ユニット 1 0 を、図 1 から図 2 5 を用いて説明する。併せて、その一例としての撮像ユニット 1 0 を備える画像読取装置の一例としての実施例 1 の画像読取部 1 0 2、およびそれを備える画像形成装置の一例としての実施例 1 の画像形成装置 1 0 0 について説明する。

【 0 0 1 2 】

なお、図 1 では、画像形成装置 1 0 0 の構成の理解を容易なものとするために模式的に示している。また、図 6、図 7、図 8、図 1 1、図 1 3、図 1 6、図 1 8、図 2 1、図 2

50

4、図25では、撮像ユニット10の構成の理解を容易なものとするために、透光性部材13を省略して示している。さらに、図8では、理解を容易なものとするために撮像素子11および回路基板12が撓む様子を強調して示している。図10では、縦軸において、最大値に近い値を基準として規格化した撓み量で示している。図12、図14、図17、図19、図22、図23では、縦軸において、貫通穴15を設けていない際の撓みの量を基準として規格化した撓み量で示している。図15、図20では、縦軸において、最大値に近い値を基準として規格化した撓み量の貫通穴15の面積に対する比で示している。

【0013】

画像形成装置としては、例えば、複写機、ファクシミリ、印刷装置等が挙げられる。実施例1の画像形成装置100は、図1に示すように、画像形成部101と、用紙供給装置40と、原稿搬送読取ユニット104と、それらの各部の動作を制御する制御部と、を備える。その制御部は、画像形成装置100全体を制御するCPU(Central Processing Unit)、各種データや各種プログラムを記憶するROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)およびHDD(Hard Disk Drive)等からなる記憶部等を備える。制御部では、CPUが記憶部に格納されたプログラムを読み出して実行することで、画像形成装置100における各種の処理を実行する。

【0014】

原稿搬送読取ユニット104は、画像形成部101の上に固定された画像読取部102と、それに支持される原稿搬送装置としての自動原稿給送ユニット(Auto Document Feeder(以下では「ADF」という))103と、を有する。

【0015】

用紙供給装置40は、ペーパーバンク41内に多段に設けられた2つの給紙カセット42、給紙カセット42から記録媒体としての用紙を送り出す送出口ローラ43、および送り出された用紙を分離して第1給紙路44に供給する分離ローラ45等を有する。また、用紙供給装置40は、画像形成装置100の第2給紙路37に用紙を搬送する複数の搬送ローラ46等も有する。この用紙供給装置40は、給紙カセット42内の用紙を画像形成装置100内の第2給紙路37内に給紙する。

【0016】

画像形成部101は、後述するように画像読取部102で読み取った画像情報または入力された画像情報に基づいて、記録媒体上に画像を形成する。この画像形成部101は、光書込装置2と、K、Y、M、C色のトナー像を形成する4つのプロセスユニット3K、3Y、3M、3Cと、を備える。また、画像形成部101は、中間転写ベルト25を有する転写ユニット24、紙搬送ユニット28、レジストローラ対33、定着装置34、排紙ローラ対35、スイッチバック装置36、第2給紙路37等を備える。この画像形成部101は、光書込装置2内に設けられたレーザダイオードやLED等の光源を駆動して、プロセスユニット3K、3Y、3M、3Cに設けられた感光体4K、4Y、4M、4Cに向けてレーザ光を照射する。その感光体4K、4Y、4M、4Cでは、レーザ光の照射により、ドラム状の表面に静電潜像が形成され、この静電潜像が所定の現像プロセスを経由することでトナー像に現像される。なお、この明細書および図面の中のK、Y、M、Cの記号は、ブラック、イエロー、マゼンタ、シアンを示し、符号の後にK、Y、M、Cの記号を付した部材は、それぞれブラック、イエロー、マゼンタ、シアン用の仕様であることを示す。

【0017】

この画像形成装置100では、各感光体4K、4Y、4M、4Cの表面に形成したトナー像を、図1を正面視して時計回り方向に切れ目なく回転移動する中間転写ベルト25に順次重ね合わせて1次転写する。中間転写ベルト25には、この1次転写により、4色が重ね合わせられたカラートナー像が形成される。また、画像形成装置100では、用紙供給装置40から供給した用紙を、レジストローラ対33により所定のタイミングで、紙搬

10

20

30

40

50

送ユニット 28 と中間転写ベルト 25 との間で形成した 2 次転写ニップに送り出す。これにより、画像形成装置 100 では、中間転写ベルト 25 上のカラートナー像を用紙に、一括して 2 次転写する。画像形成装置 100 では、2 次転写ニップを通過した用紙を、中間転写ベルト 25 から離間して定着装置 34 へ搬送する。そして、画像形成装置 100 では、定着装置 34 に搬送した用紙を、定着装置 34 内における加圧や加熱によりフルカラー画像を定着させた後、定着装置 34 から排紙ローラ対 35 に送り機外へと排出する。なお、画像形成部 101 は、図 1 に示すような電子写真方式の構成に限定されるものではなく、インクジェット記録方式等の構成であってもよい。

【0018】

画像形成部 101 の上に設けた画像読取部 102 は、図 2 および図 3 に示すように、収容部（筐体）として、画像読取部 102 の上面を構成するスキャナカバー部 201 と、画像読取部 102 の側面および下面を構成するスキャナフレーム部 202 と、を備える。スキャナカバー部 201 には、原稿台すなわち原稿 Ma が載せられる箇所または原稿 Ma が通過する箇所を構成すべく、原稿 Ma に接触するように固定されてコンタクトガラス 203 が設けられる。

10

【0019】

画像読取部 102 の内部には、図 3 に示すように、原稿 Ma に光を照射して反射光を読み取る一体型走査光学ユニット 301 と、この一体型走査光学ユニット 301 を副走査方向に移動するためのガイドロッド 302 およびレール 303 と、が設けられる。その一体型走査光学ユニット 301 は、図 1 に示すように、コンタクトガラス 203 の直下に、副走査方向（図 1 を正面視して左右方向）に移動可能に設けられる。一体型走査光学ユニット 301 は、光源、反射ミラー、結像レンズ、CCD 等のイメージセンサを 1 つのユニットに一体化して構成し、コンタクトガラス 203 上の原稿 Ma の画像情報を読み取る。この一体型走査光学ユニット 301 では、光源が原稿 Ma に光を照射し、その原稿 Ma で反射された光を反射ミラーで反射し、その反射された光を結像レンズでイメージセンサに結像することにより、原稿 Ma を画像情報（データ）として読み取る。

20

【0020】

この一体型走査光学ユニット 301 は、ADF 103 により搬送される原稿 Ma の画像を読み取る場合には、図 1 に符号 A で示す位置に移動して停止する。一体型走査光学ユニット 301 は、この状態で、ADF 103 により搬送される原稿 Ma がコンタクトガラス 203 上を通過する際に光源から光を発する。そして、一体型走査光学ユニット 301 は、その光を原稿 Ma で順次反射させながら、複数の反射ミラーや結像レンズを経由させて、撮像手段としてのイメージセンサで原稿 Ma を画像情報（データ）として読み取る。

30

【0021】

また、一体型走査光学ユニット 301 は、後述するコンタクトガラス 203 上に載せられた原稿 Ma の画像を読み取る場合には、図 1 を正面視して符号 A で示す位置から右側（副走査方向）に移動される。一体型走査光学ユニット 301 は、副走査方向に移動しつつ光源からコンタクトガラス 203 上の原稿 Ma に向けて光を発する。そして、一体型走査光学ユニット 301 は、その光を原稿 Ma で反射させ、複数の反射ミラーや結像レンズを経由させて、撮像手段としてのイメージセンサで原稿 Ma を画像情報として読み取る。

40

【0022】

このように、画像読取部 102 は、一体型走査光学ユニット 301 を用いて原稿 Ma を画像情報として読み取ることができ、本発明の一例としての画像読取装置として機能する。画像読取部 102 は、読み取った画像情報を画像形成部 101 に送る。その画像形成部 101 は、上述したように画像読取部 102 で読み取った画像情報に基づいて、記録媒体（用紙）上に画像を形成することができる。画像形成装置 100 では、画像読取部 102 の一体型走査光学ユニット 301 におけるイメージセンサ（撮像手段）として、本発明に係る撮像ユニットの一例としての実施例 1 の撮像ユニット 10（図 4 および図 5 参照）を備える。

【0023】

50

その撮像ユニット10は、図4および図5に示すように、撮像素子11を回路基板12に実装し、その撮像素子11に透光性部材13を設けて構成される。その撮像素子11は、撮像面11aに結像された被写体像を電気信号(画像情報)に変換して出力する固体撮像素子であり、文書や図面等の情報が記載された原稿Ma(図1参照)の画像を読み取り可能とする。撮像素子11は、例えば、CCDイメージセンサやCMOSイメージセンサを用いることができる。この撮像素子11は、実施例1では、撮像面11aと平行な面に沿う長尺な板状(薄い直方体形状)を呈し、撮像面11aが長方形形状を呈する。以下では、撮像素子11において、長手方向を長尺方向Dlとし、撮像面11aに直交する方向を厚さ方向Dtとし、その長尺方向Dlおよび厚さ方向Dtに直交する方向を短尺方向Dsとする。この撮像素子11は、撮像面11aとは反対側の面が回路基板12に固定されて設けられる。

10

【0024】

その回路基板12は、撮像素子11を適宜駆動(画像の取得および読み取った画像情報の出力)させるための回路および素子や、撮像素子11へと電力を供給するためのコネクタ等が設けられる。回路基板12は、撮像素子11よりも面積が大きい直方体の平面を有する平板状を呈する。この回路基板12では、後述する固定部材14により撮像素子11が固定される。

【0025】

透光性部材13は、撮像素子11の撮像面11aを覆うように当該撮像素子11に取り付けられる。その透光性部材13は、撮像素子11内への塵埃等の侵入を防止するものであり、塵埃等の付着に起因して画像情報として読み取る性能が劣化することを防止する。透光性部材13は、透過性を有する材料で形成された長尺な板状を呈し、実施例1では長尺な板状のガラス板を用いる。

20

【0026】

固定部材14は、撮像素子11を回路基板12に固定するものであり、接着剤や半田やネジ部材等を用いることができる。その固定部材14は、実施例1では、一例として、撮像素子11において撮像面11aとは反対側の面の電極に設けた金属突起であるバンプが溶融されて形成され、互いの形状と寸法とが略等しくされている。固定部材14は、実施例1では、図6に示すように、短尺方向Dsで見た縁部となる撮像素子11の両長辺に沿って長尺方向Dlで見た中央を中心として6つずつ設けるとともに、長尺方向Dlで見た縁部となる撮像素子11の両短辺に1つずつ設けている。以下では、撮像素子11の両長辺に沿う固定部材14は、個別に示す際には固定部材14aと記載し、撮像素子11の両短辺に沿う固定部材14は、個別に示す際には固定部材14bと記載する。その各固定部材14aは、実施例1では、撮像素子11と回路基板12(そこに設けられた回路)とを電氣的に接続しつつ撮像素子11を回路基板12に固定しており、以下では接続ピンとも言う。また、各固定部材14bは、実施例1では、電氣的に接続する機能を有するものではなく撮像素子11を回路基板12に補助的に固定しており、以下では捨てピンとも言う。

30

【0027】

図6を正面視して上側の撮像素子11の長辺に沿う6つの固定部材14aは、長尺方向Dlに伸びる同一の直線上で整列(短尺方向Dsで見た位置が等しい)して設けられ、この直線(整列する位置)を第1行r1とする。また、撮像素子11の両短辺に沿う2つの固定部材14bは、長尺方向Dlに伸びる同一の直線上で整列して設けられ、この直線(整列する位置)を第2行r2とする。さらに、図6を正面視して下側の撮像素子11の長辺に沿う6つの固定部材14aは、長尺方向Dlに伸びる同一の直線上で整列して設けられ、この直線(整列する位置)を第3行r3とする。

40

【0028】

この撮像ユニット10では、回路基板12に貫通穴15(図6および図7参照)を設けている。その貫通穴15は、図7に示すように、回路基板12を厚さ方向Dtに貫通して形成している。各貫通穴15は、図6に示すように、厚さ方向Dtに直交する方向で見た

50

断面が互いに略等しい大きさの矩形状としており、その厚さ方向 D t で見て各固定部材 14 よりも一回り小さな寸法としている。そして、貫通穴 15 は、実施例 1 では、第 1 行 r 1 において、6 つの固定部材 14 a のうちの真ん中の 2 つの間に 1 つ設け、第 2 行 r 2 において、2 つの固定部材 14 b の中央に 1 つ設けている。加えて、貫通穴 15 は、実施例 1 では、第 3 行 r 3 において、6 つの固定部材 14 a のうちの図 6 を正面視して左端の 2 つの間に 1 つ設けている。このため、実施例 1 の撮像ユニット 10 では、複数の固定部材 14 が位置する長尺方向 D l に伸びる各直線（各行 r 1、r 2、r 3）上に、それぞれ 1 つの貫通穴 15 を設けている。また、実施例 1 の撮像ユニット 10 では、各直線（各行 r 1、r 2、r 3）上において、2 つの固定部材 14 に挟まれる位置に貫通穴 15 を設けている。そして、回路基板 12 では、各貫通穴 15 を上記した寸法とすることで、その各貫通穴 15 と各固定部材 14 との間に、所定の隙間を形成している。

10

【0029】

ここで、撮像ユニット 10 では、撮像素子 11 の線膨張係数と、回路基板 12 の線膨張係数とが異なることにより、撮像素子 11 と回路基板 12 とで熱に起因する膨張量に差異が生じる。このため、撮像ユニット 10 では、例えば、撮像素子 11 の膨張量（線膨張係数）が回路基板 12 の膨張量（線膨張係数）よりも小さい場合には、それらが異なる膨張量で膨張することにより、図 8 に示すように、撮像素子 11 に応力がかかり、当該撮像素子 11 が撓む虞がある。すると、撮像ユニット 10 では、撮像素子 11 の撮像面 11 a も撓むことから、結像レンズから撮像面 11 a における中心までと端部までとの距離が変化する等のように光路長が変化して光学性能の劣化が生じる虞がある。本発明の一実施例としての撮像ユニット 10 では、このような撮像素子 11 の撓みを抑制するために、回路基板 12 に各貫通穴 15（図 6 および図 7 参照）を設けている。このことについて、図 9 から図 25 を用いて説明する。

20

【0030】

先ず、図 9 に示すように、上記したように互いに固定された 2 つの線膨張係数の異なる部材として、第 1 板状部材 52 と第 2 板状部材 53 とから為る試験片 51 を用意した。第 1 板状部材 52 と第 2 板状部材 53 とは、互いに長さ寸法、幅寸法および厚さ寸法が等しい板形状を呈し、互いを接着することで試験片 51 を構成する。その試験片 51 は、一端を支持部材 54 に固定して支持する。そして、第 1 板状部材 52 と第 2 板状部材 53 とにおいて、長さ寸法を L とし、厚さ寸法を H とし、温度差（温度の変化量）を T とする。また、第 1 板状部材 52 の線膨張係数を α_1 としかつヤング率を E_1 とし、第 2 板状部材 53 の線膨張係数を α_2 としかつヤング率を E_2 とする。そして、試験片 51 の先端の撓みが微小であるものとして当該試験片 51 の撓みを曲率半径 R で示すものとし、その中心角をとする。すると、試験片 51 の撓み量 δ は、次式（1）で示すことができる。

30

$$\delta = R(1 - \cos\theta) \doteq \frac{L^2(\alpha_1 - \alpha_2)T}{H} \times \frac{6E_1E_2}{(E_1 + E_2)^2 + 12E_1E_2} \quad \dots (1)$$

【0031】

この式（1）において、 E_1/E_2 をヤング率比 E' （ $= E_1/E_2$ ）として書き変えると次式（2）となる。ここで、式（1）における $\{6 \times L^2 \times (\alpha_1 - \alpha_2) \times T\} / H$ が、全てヤング率以外の定数から為るので、式（2）では定数 A とする。

40

$$\delta = A \frac{E'}{E'^2 + 14E' + 1} \quad \dots (2)$$

【0032】

この式（2）では、撓み量 δ を、第 1 板状部材 52 のヤング率 E_1 の第 2 板状部材 53 のヤング率 E_2 に対する比であるヤング率比 E' で表しているため、図 10 に示すように、ヤング率比 E' と撓み量 δ との関係を示すグラフで表すことができる。この図 10 から

50

、試験片 5 1 では、ヤング率比 E' が 1 となると、すなわちヤング率 E_1 とヤング率 E_2 とが等しくなると、撓み量 が最大となる。また、図 1 0 から、試験片 5 1 では、ヤング率比 E' が小さくなるもしくはヤング率比 E' が大きくなるほど、すなわちヤング率 E_1 とヤング率 E_2 との差異が大きくなるほど、撓み量 を小さくすることができる。

【 0 0 3 3 】

ここで、試験片 5 1 を、撮像ユニット 1 0 における撮像素子 1 1 と回路基板 1 2 とに置き換えて考える。一例として、撮像素子 1 1 は、セラミック材料（例えばアルミナ）から形成したものと考えるとヤング率が 4 0 0 G P a となり、回路基板 1 2 は、一般的なヤング率が 2 0 G P a から 4 0 G P a となる。ここで、撮像ユニット 1 0 における回路基板 1 2 を第 1 板状部材 5 2 に相当するものとし、撮像素子 1 1 を第 2 板状部材 5 3 に相当するものとする、ヤング率比 E' は 1 / 1 0 から 1 / 2 0 となる。すなわち、上記した一例としての撮像ユニット 1 0 における撮像素子 1 1 と回路基板 1 2 とでは、ヤング率比 E' の変化に対する撓み量 の変化を示す図 1 0 において、一点鎖線で示す楕円の範囲に位置する。このため、撮像ユニット 1 0 では、撮像素子 1 1 （第 2 板状部材 5 3 ）のヤング率を一定とすると、回路基板 1 2 （第 1 板状部材 5 2 ）のヤング率を小さくすることにより、ヤング率比 E' を小さくすることができ、撓み量 を低減することができることとなる。なお、これらのヤング率は、厚さ寸法や形状等の変化により変化するものであるが、撮像素子 1 1 のヤング率が回路基板 1 2 のヤング率よりも大きくなる関係性は殆どの場合で成り立つ。また、撮像素子 1 1 のヤング率が回路基板 1 2 のヤング率よりも小さくなる場合であっても、撓む方向が変化するのみであって上記した関係性が変化するものではない。

10

20

【 0 0 3 4 】

本発明の撮像ユニット 1 0 では、この考えに基づき、回路基板 1 2 に貫通穴 1 5 を設けることにより、回路基板 1 2 のヤング率を小さくするすなわち回路基板 1 2 の剛性を低くすることで、回路基板 1 2 および撮像素子 1 1 の撓みを低減する。ここで、一般に回路基板では、回路を構成するために表面もしくは内部に信号線（配線）が設けられるので、貫通孔を設けることは当該信号線（配線）を設けることのできる面積の低減を招く。このため、本発明では、貫通穴 1 5 が占める面積を出来るだけ小さくしつつ撮像素子 1 1 の撓み量を小さくする観点から効率良く貫通穴 1 5 を設けることを可能とすべく、回路基板 1 2 における貫通穴 1 5 の位置、大きさ、数等を定める。

30

【 0 0 3 5 】

本発明では、回路基板 1 2 における貫通穴 1 5 の位置、大きさ、数等の設定を変化させた際の温度環境を変化させた下での撮像素子 1 1 の撓み量 の変化を、シミュレーションソフトによる解析により求めるべく、以下の検証 1 から検証 5 を行った。そして、本発明の撮像ユニット 1 0 では、検証 1 から検証 5 で得られた結果や傾向に基づいて、上記した観点から効率良く貫通穴 1 5 を設けるために、回路基板 1 2 における貫通穴 1 5 の位置、大きさ、数等を定める。その検証 1 から検証 5 では、撮像素子 1 1 が各固定部材 1 4 により固定された回路基板 1 2 に様々な貫通穴 1 5 を設け、それぞれに対して温度環境を変化させた下での撮像素子 1 1 の撓み量 を、シミュレーションソフトにより解析する。その温度環境の変化量は、回路基板 1 2 に設けられた素子における発熱や、撮像ユニット 1 0 の近傍に配置される機器における発熱等の影響により、設置環境の温度が上昇し得る値に設定する。検証 1 から検証 5 では、図 1 1 等に示すように、撮像素子 1 1 を回路基板 1 2 に固定する固定部材 1 4 として、第 1 行 r_1 に 8 つの固定部材 1 4 a と、第 2 行 r_2 に 2 つの固定部材 1 4 b と、第 3 行 r_3 に 8 つの固定部材 1 4 a と、を設けている。また、検証 1 から検証 5 では、第 1 行 r_1 と第 3 行 r_3 との各固定部材 1 4 a を、それぞれが短尺方向 D_s で見て整列（長尺方向 D_l で見た位置が等しい）する位置関係とし、短尺方向 D_s で対を為すものとする。その検証 1 から検証 5 では、それぞれで回路基板 1 2 に穴候補位置 P を設定しており、その穴候補位置 P と等しい寸法の貫通穴 1 5 を回路基板 1 2 に適宜設けるものとする。

40

【 0 0 3 6 】

50

検証1では、図11に示すように、各貫通穴15を設ける各穴候補位置Pを、短尺方向Dsで対を為す8対の固定部材14aに対して、長尺方向Dlで見たそれぞれの間となる7か所に設定する。この検証1では、各穴候補位置Pすなわち設ける各貫通穴15を、長尺方向Dlで見て隣接する両固定部材14aの間に位置する寸法であって、短尺方向Dsで見て対を為す両固定部材14aの間に位置する寸法とする。このため、検証1では、各穴候補位置P（各貫通穴15）が、長尺方向Dlに伸びる第2行r2上に位置するものであって、短尺方向Dsで各固定部材14aとは重ならない位置となる。

【0037】

そして、検証1では、以下の4つのパターンにおいて、シミュレーションソフトによる解析により撮像素子11（回路基板12）の撓み量を求める。その1つ目のパターンは、7か所のうちの真ん中の穴候補位置Paの1か所に貫通穴15を設けた場合であり、2つ目のパターンは、それと併せてその貫通穴15に隣接する2つの穴候補位置Pbの3か所に貫通穴15を設けた場合である。3つ目のパターンは、3つの貫通穴15と併せてその外側の2つの貫通穴15に隣接する2つの穴候補位置Pcの5か所に貫通穴15を設けた場合である。4つ目のパターンは、5つの貫通穴15と併せてその外側の2つの貫通穴15に隣接する2つの穴候補位置Pdの7か所に貫通穴15を設けた場合である。すなわち、この検証1では、8対の固定部材14aの位置を基準として、8対の固定部材14a（回路基板12）の真ん中から、貫通穴15を設ける数を1から順に7まで奇数で変化させた際の撓み量の変化を求める。

【0038】

この検証1では、各パターンにおける撮像素子11（回路基板12）の撓み量を求めることで、図12に示すように、貫通穴15の数の変化に対する撓み量の変化を得ることができる。この図12からは、貫通穴15を設けていない状態の撮像素子11（回路基板12）における撓み量を基準（数値で1）として規格化した撓み量で示しているので、数に拘わらず貫通穴15を設けることで撓み量が低減することがわかる。そして、図12からは、貫通穴15の数が変化しても、撓み量にはそれほど変化が生じないことがわかる。

【0039】

次に、検証2では、図13に示すように、各貫通穴15を設ける各穴候補位置P2を、長尺方向Dlで見て、短尺方向Dsで対を為す8対の固定部材14aと合致する8か所に設定する。この検証2では、各穴候補位置P2すなわち設ける各貫通穴15を、長尺方向Dlで見て短尺方向Dsで対を為す両固定部材14bと等しい寸法であって、短尺方向Dsで見て対を為す両固定部材14bの間に位置する寸法とする。このため、検証2では、各穴候補位置P2（各貫通穴15）が、長尺方向Dlに伸びる第2行r2上に位置するものであって、短尺方向Dsで各固定部材14aと重なる位置となる。

【0040】

そして、検証2では、以下の4つのパターンにおいて、シミュレーションソフトによる解析により撮像素子11（回路基板12）の撓み量を求める。その1つ目のパターンは、8か所のうちの真ん中の2つの穴候補位置P2aの2か所に貫通穴15を設けた場合であり、2つ目のパターンは、それと併せてその2つの貫通穴15に隣接する2つの穴候補位置P2bの4か所に貫通穴15を設けた場合である。3つ目のパターンは、4か所の貫通穴15と併せてその外側の2つの貫通穴15に隣接する2つの穴候補位置P2cの6か所に貫通穴15を設けた場合である。4つ目のパターンは、6か所の貫通穴15と併せてその外側の2つの貫通穴15に隣接する2つの穴候補位置P2dの8か所に貫通穴15を設けた場合である。すなわち、この検証2では、8対の固定部材14aの位置を基準として、8対の固定部材14a（回路基板12）の真ん中から、貫通穴15を設ける数を2から順に8まで偶数で変化させた際の撓み量の変化を求める。

【0041】

この検証2では、検証1と同様に、各パターンにおける撮像素子11（回路基板12）の撓み量を求めることで、図14に示すように、貫通穴15の数の変化に対する撓み量

10

20

30

40

50

の変化を得ることができる。この図 1 4 からは、貫通穴 1 5 を設けていない状態の撮像素子 1 1 (回路基板 1 2) における撓み量を基準 (数値で 1) として規格化した撓み量で示しているため、数に拘わらず貫通穴 1 5 を設けることで撓み量が低減することがわかる。そして、図 1 4 からは、貫通穴 1 5 の数が変化しても、撓み量にはそれほど変化が生じないことがわかる。

【 0 0 4 2 】

ここで、検証 1 と検証 2 とにおける撓み抑制効率を求める。まず、貫通穴 1 5 を設けていない状態における撓み量から、各パターンにおける撮像素子 1 1 (回路基板 1 2) の撓み量を減算することにより、各貫通穴 1 5 を設けることによる撮像素子 1 1 (回路基板 1 2) の撓み減少量を求める。次に、各パターンにおいて、回路基板 1 2 における各貫通穴 1 5 の面積すなわち開口面積を求める。そして、各パターンにおける撓み減少量の開口面積に対する比 (撓み減少量 / 開口面積) を求めることにより、各パターンにおける撓み抑制効率を求めることができる。これにより、検証 1 と検証 2 とから、図 1 5 に示すように、貫通穴 1 5 の数と撓み抑制効率との関係を得ることができる。その図 1 5 からは、貫通穴 1 5 の数が少ないほど撓み抑制効率が高くなることがわかる。このため、検証 1 および検証 2 からは、数に拘わらず貫通穴 1 5 を設けることで撓み量を低減できることと、貫通穴 1 5 の数が少ないほど効率良く撮像素子 1 1 の撓み量を低減できることと、がわかる。

【 0 0 4 3 】

次に、検証 3 では、図 1 6 に示すように、各貫通穴 1 5 を設ける穴候補位置 P 3 を、長尺方向 D 1 で見た回路基板 1 2 の中心位置 C を基準として、長尺方向 D 1 で所定の間隔とした 5 か所とする。この穴候補位置 P 3 (貫通穴 1 5) は、検証 1 における穴候補位置 P (図 1 1 参照) と等しい寸法としている。このため、検証 3 では、各穴候補位置 P 3 (各貫通穴 1 5) が、長尺方向 D 1 に伸びる第 2 行 r 2 上に位置するものであって、短尺方向 D s で各固定部材 1 4 a とは重ならない位置となる。

【 0 0 4 4 】

その 1 か所目の穴候補位置 P 3 a は、長尺方向 D 1 で見た中心位置が、中心位置 C から間隔 d 1 となる位置とする。この間隔 d 1 は、長尺方向 D 1 で見た穴候補位置 P 3 a の中心位置を、回路基板 1 2 の中心位置 C と一致させる位置とする。2 か所目の穴候補位置 P 3 b は、長尺方向 D 1 で見た中心位置が、中心位置 C から間隔 d 2 となる位置とする。この間隔 d 2 は、短尺方向 D s で対を為す 8 対の固定部材 1 4 a のうち、長尺方向 D 1 で見て最も右側で対を為す固定部材 1 4 a の間に穴候補位置 P 3 b の右端を位置させる。

【 0 0 4 5 】

3 か所目の穴候補位置 P 3 c は、長尺方向 D 1 で見た中心位置が中心位置 C から間隔 d 3 となる位置とし、4 か所目の穴候補位置 P 3 d は、長尺方向 D 1 で見た中心位置が中心位置 C から間隔 d 4 となる位置とする。この間隔 d 3 と間隔 d 4 とは、後述する各固定部材 1 4 からの最短距離 q (図 2 4 参照) が回路基板 1 2 の短尺方向 D s で見た寸法 Q (図 2 4 参照) の半分の値よりも大きくなる位置に穴候補位置 P 3 c と穴候補位置 P 3 d とそれぞれを位置させる。5 か所目の穴候補位置 P 3 e は、長尺方向 D 1 で見た中心位置が中心位置 C から間隔 d 5 となる位置とする。この間隔 d 5 は、右端の固定部材 1 4 b からの最短距離 q が、回路基板 1 2 の短尺方向 D s で見た寸法 Q の半分の値よりも小さくなる位置に穴候補位置 P 3 e を位置させる。

【 0 0 4 6 】

そして、検証 3 では、以下の 5 つのパターンにおいて、シミュレーションソフトによる解析により撮像素子 1 1 (回路基板 1 2) の撓み量を求める。その 1 つ目のパターンは、穴候補位置 P 3 a の 1 か所に貫通穴 1 5 を設けた場合であり、2 つ目のパターンは、穴候補位置 P 3 b の 1 か所に貫通穴 1 5 を設けた場合であり、3 つ目のパターンは、穴候補位置 P 3 c の 1 か所に貫通穴 1 5 を設けた場合である。また、4 つ目のパターンは、穴候補位置 P 3 d の 1 か所に貫通穴 1 5 を設けた場合であり、5 つ目のパターンは、穴候補位置 P 3 e の 1 か所に貫通穴 1 5 を設けた場合である。すなわち、この検証 3 では、貫通穴

10

20

30

40

50

15の位置を、回路基板12(8対の固定部材14a)の中心位置Cから長尺方向D1で見た間隔を変化させた際の撓み量の変化を求めるものとなる。

【0047】

この検証3では、各パターンにおける撮像素子11(回路基板12)の撓み量を求めることで、図17に示すように、貫通穴15の位置の変化に対する撓み量の変化を得ることができる。この図17からは、貫通穴15を設けていない状態の撮像素子11(回路基板12)における撓み量を基準(数値で1)として規格化した撓み量で示しているため、位置に拘わらず貫通穴15を設けることで撓み量が低減することがわかる。そして、図17からは、中心位置Cから間隔d1となる穴候補位置P3aに貫通穴15を設けた際の撓み量が最も小さくなり、中心位置Cから間隔d5となる穴候補位置P3eに貫通穴15を設けた際の撓み量もかなり小さくなることわかる。加えて、図17からは、各固定部材14(各固定部材14aおよび各固定部材14b)から最も離れる、中心位置Cから間隔d3となる穴候補位置P3cに貫通穴15を設けた際の撓み量が最も大きくなることわかる。このため、検証3からは、位置に拘わらず貫通穴15を設けることで、撓み量を低減できることわかる。また、検証3からは、各固定部材14(各固定部材14aおよび各固定部材14b)に近づくほど撓み量が小さくなり、当該各固定部材14から離れるほど撓み量が大きくなる傾向があることわかる。

10

【0048】

次に、検証4では、図18に示すように、各貫通穴15を設ける各穴候補位置P4を、第1行r1と第3行r3とのそれぞれにおける8つの固定部材14aの間の7か所とする。この検証4では、各穴候補位置P4すなわち設ける各貫通穴15を、長尺方向D1で見て隣接する2つの固定部材14bの間隔と等しい寸法であって、短尺方向Dsで見て隣接する両固定部材14bの寸法と等しい寸法とする。このため、検証4では、各穴候補位置P4(各貫通穴15)が、長尺方向D1に伸びる第1行r1上および第3行r3上に位置するものであって、短尺方向Dsで各固定部材14aとは重ならない位置となる。

20

【0049】

そして、検証4では、以下の4つのパターンにおいて、シミュレーションソフトによる解析により撮像素子11(回路基板12)の撓み量を求める。その1つ目のパターンは、第1行r1と第3行r3とにおいて、7か所のうちの真ん中の穴候補位置P4aの1か所に貫通穴15を設けた場合である。2つ目のパターンは、第1行r1と第3行r3とにおいて、それと併せてその貫通穴15に隣接する2つの穴候補位置P4bの3か所に貫通穴15を設けた場合である。3つ目のパターンは、第1行r1と第3行r3とにおいて、3か所の貫通穴15と併せてその外側の2つの貫通穴15に隣接する2つの穴候補位置P4cの5か所に貫通穴15を設けた場合である。4つ目のパターンは、第1行r1と第3行r3とにおいて、5か所の貫通穴15と併せてその外側の2つの貫通穴15に隣接する2つの穴候補位置P4dの7か所に貫通穴15を設けた場合である。すなわち、この検証4では、第1行r1と第3行r3とにおいて、8対の固定部材14aの位置を基準として、各固定部材14a(回路基板12)の真ん中から、貫通穴15を設ける数を1から順に7まで奇数で変化させた際の撓み量の変化を求める。

30

【0050】

この検証4では、各パターンにおける撮像素子11(回路基板12)の撓み量を求めることで、図19に示すように、貫通穴15の数の変化に対する撓み量の変化を得ることができる。この図19では、貫通穴15を設けていない状態の撮像素子11(回路基板12)における撓み量を基準(数値で1)として規格化した撓み量で示していることから、数に拘わらず貫通穴15を設けることで撓み量が低減していることがわかる。また、図19からは、貫通穴15の数が増加すると、撓み量が小さくなっていくことがわかる。そして、図19からは、検証1から検証3と比較して小さな貫通穴15であっても、第1行r1と第3行r3とにおいて貫通穴15を7つ設ける(この例では全ての固定部材14aの間に貫通穴15を設ける)と、検証1から検証3と略等しい撓み量となることわかる。

40

50

【 0 0 5 1 】

ここで、検証 4 における撓み抑制効率を求める。この検証 4 の各パターンにおける撓み抑制効率（撓み減少量 / 開口面積）、すなわち貫通穴 1 5 の数の変化に対する撓み抑制効率の変化の求め方は、上記した検証 1 と検証 2 とにおける撓み抑制効率の求め方と同様である。このように検証 4 において撓み抑制効率を求めることで、図 2 0 に示すように、貫通穴 1 5 の数と撓み抑制効率との関係を得ることができる。その図 2 0 からは、第 1 行 r_1 と第 3 行 r_3 とのそれぞれに貫通穴 1 5 を 7 つ設けた（この例では全ての固定部材 1 4 a の間に貫通穴 1 5 を設けた）場合に抑制効率が最も高くなることがわかる。また、図 2 0 からは、第 1 行 r_1 と第 3 行 r_3 とのそれぞれに貫通穴 1 5 を 1 つ設けた場合、すなわち第 1 行 r_1 と第 3 行 r_3 とにおいて真ん中の 2 つの固定部材 1 4 a の間のみ貫通穴 1 5 を設けた場合も抑制効率が高くなることがわかる。このため、検証 4 からは、検証 1 から検証 3 と比較して小さな貫通穴 1 5 であっても、数に拘わらず固定部材 1 4 a の間に貫通穴 1 5 を設けることで、撓み量を低減できることがわかる。また、検証 4 からは、全ての固定部材 1 4 a の間に貫通穴 1 5 を設けることで高い撓み抑制効率で撓み量をより小さくできることがわかる。

10

【 0 0 5 2 】

次に、検証 5 では、図 2 1 に示すように、各貫通穴 1 5 の寸法を変化させるものである。この検証 5 では、検証 4 における 1 つ目のパターン、すなわち第 1 行 r_1 および第 3 行 r_3 において 8 つの固定部材 1 4 a のうちの真ん中の 2 つの固定部材 1 4 a の間（穴候補位置 P 4 a に相当する）の 1 か所に貫通穴 1 5 を設けたものとする。このため、検証 5 では、設ける各貫通穴 1 5 が、長尺方向 D 1 に伸びる第 1 行 r_1 上および第 3 行 r_3 上に位置するものであって、長尺方向 D 1 で各固定部材 1 4 a と重ならない位置となる。

20

【 0 0 5 3 】

そして、検証 5 では、以下の 5 つのパターンにおいて、シミュレーションソフトによる解析により撮像素子 1 1（回路基板 1 2）の撓み量を求める。その 1 つ目のパターンは、図 2 1（a）に示すように、各貫通穴 1 5 a を、長尺方向 D 1 で見て隣接する 2 つの固定部材 1 4 b の間隔と等しい寸法 S_{11} であって、短尺方向 D s で見て隣接する両固定部材 1 4 b の寸法と等しい寸法 S_{s1} とする。2 つ目のパターンは、図 2 1（b）に示すように、各貫通穴 1 5 b を、長尺方向 D 1 で見て貫通穴 1 5 a を 0.75 倍した寸法 S_{12} とし、短尺方向 D s では貫通穴 1 5 a と等しい寸法 S_{s1} とする。3 つ目のパターンは、

30

【 0 0 5 4 】

4 つ目のパターンは、図 2 1（d）に示すように、各貫通穴 1 5 b を、長尺方向 D 1 では貫通穴 1 5 a と等しい寸法 S_{11} とし、短尺方向 D s で見て貫通穴 1 5 a を 0.67 倍した寸法 S_{s2} とする。5 つ目のパターンは、図 2 1（e）に示すように、各貫通穴 1 5 b を、長尺方向 D 1 では貫通穴 1 5 a と等しい寸法 S_{11} とし、短尺方向 D s で見て貫通穴 1 5 a を 1.33 倍した寸法 S_{s3} とする。このように、検証 5 では、真ん中に設ける貫通穴 1 5 を、隣接する各固定部材 1 4 b の寸法を基準として、長尺方向 D 1 の寸法を変化させた際と短尺方向 D s での寸法を変化させた際との撓み量の変化を求める。

40

【 0 0 5 5 】

この検証 5 では、1、2、3 つ目のパターンにおける撮像素子 1 1（回路基板 1 2）の撓み量を求めることで、図 2 2 に示すように、貫通穴 1 5 の長尺方向 D 1 での寸法の変化に対する撓み量の変化を得ることができる。また、検証 5 では、1、4、5 つ目のパターンにおける撮像素子 1 1（回路基板 1 2）の撓み量を求めることで、図 2 3 に示すように、貫通穴 1 5 の短尺方向 D s での寸法の変化に対する撓み量の変化を得ることができる。この図 2 2 および図 2 3 では、貫通穴 1 5 を設けていない状態の撮像素子 1 1（回路基板 1 2）における撓み量を基準（数値で 1）として規格化した撓み量で示していることから、寸法の変化に拘わらず貫通穴 1 5 を設けることで撓み量が低減していることがわかる。また、図 2 2 からは、貫通穴 1 5 の長尺方向 D 1 での寸法が変化しても、撓

50

み量が殆ど変化しないことがわかる。そして、図23からは、貫通穴15の短尺方向Dsでの寸法が大きくなるほど、撓み量が小さくなる傾向があることがわかる。このため、検証5からは、長尺方向D1で見た貫通穴15の寸法を、長尺方向D1で見て隣接する両固定部材14aの間と一致するほど大きくしなくても、そのように大きくした場合と同様に撓み量を低減できることがわかる。これにより、検証5からは、両固定部材14aの周囲に信号線(配線)を設けることを可能としつつ貫通穴15を設けても、撓み量を低減できることがわかる。加えて、検証5からは、短尺方向Dsで見た貫通穴15の寸法を、大きくするほど撓み量を低減できることがわかる。

【0056】

本発明の撮像ユニット10では、基本的に、第1板状部材52と第2板状部材53とが重ねられた試験片51(図9参照)における作用に基づくものであることから、厚さ方向Dtで見て回路基板12と撮像素子11とが重なる位置に貫通穴15を設ける。なお、このことは、貫通穴15の全体が回路基板12と撮像素子11とが重なる位置に存在するのみならず、貫通穴15の一部が回路基板12と撮像素子11とが重なる位置に存在することも含むものである。

【0057】

また、撮像ユニット10では、回路基板12における信号線(配線)を設けるための面積の低減を抑制することを前提とするものであることから、回路基板12に設ける各貫通穴15を、回路基板12と撮像素子11とを固定する各固定部材14に近い寸法とする。ここで言う各固定部材14に近い寸法とは、短尺方向Dsで見て複数の固定部材14を跨ぐことのない寸法であって、長尺方向D1の双方で見て複数の固定部材14を跨ぐことのない寸法であることを言う。このため、上記した検証1から検証5では、各貫通穴15を、各固定部材14に近い寸法(この2つの要件を満たすもの)としている。

【0058】

さらに、撮像ユニット10では、検証1から検証5に基づいて、長尺な撮像素子11において、複数の固定部材14が位置する長尺方向D1に伸びる同一の直線上に少なくとも1つの貫通穴15を設けるものとする。そして、撮像ユニット10では、検証1から検証5に基づいて、上記した直線上において、貫通穴15を2つの固定部材14の間に位置させるものとする。ここで、直線上に貫通穴15を設けるとは、その貫通穴15の一部が直線上に位置していることをいう。そして、撮像ユニット10では、信号線(配線)を設ける場所を確保する観点から貫通穴15が占める面積(開口面積)の低減を図りつつ、撮像素子11における撓み量を低減する観点から貫通穴15の位置、形状、寸法および数を設定する。

【0059】

撮像ユニット10では、図24に示すように、各固定部材14(各固定部材14aおよび各固定部材14b)との位置関係から、貫通穴15を設ける位置を設定する。その図24では、様々な位置および形状の貫通穴15を示すとともに、その各貫通穴15から各固定部材14への最短距離qを示している。詳細には、貫通穴15は、好適には、各固定部材14(各固定部材14aおよび各固定部材14b)からの最短距離qが、撮像素子11の短尺方向Dsで見た寸法Qの半分の値よりも小さくなる位置に設けるものとする。すなわち、貫通穴15は、最短距離 $q < (寸法Q / 2)$ の条件式(3)を満たすように、位置、形状、寸法および数を設定する。換言すると、図24にドットを付して示した条件式(3)を満たす領域に少なくとも一部が存在するように貫通穴15を設ければよいこととなる。これは、検証3により、各固定部材14(各固定部材14aおよび各固定部材14b)に近づくほど撓み量が小さくなり、当該各固定部材14から離れるほど撓み量が大きくなる傾向が得られたことによる。また、検証4により、第1行r1と第3行r3とにおいて、固定部材14aの間に貫通穴15を設けると、撓み量を効果的に低減できることが得られたことにもよる。なお、図24に示す領域は、撮像素子11の形状や各固定部材14の位置や個数等が変化すれば、それに応じて変化することは言うまでもない。

【0060】

撮像ユニット10では、好適には、図25に示すように、貫通穴15の短尺方向Dsで見た寸法gを、固定部材14の短尺方向Dsで見た寸法Gの半分の値よりも大きいものとする。すなわち、貫通穴15は、寸法 $g > (寸法G / 2)$ の条件式(4)を満たすように、短尺方向Dsで見た寸法を設定する。これは、検証5により、貫通穴15の短尺方向Dsでの寸法が大きくなるほど、撓み量が小さくなる傾向があることが得られたことによる。また、検証1から検証3と、検証4と、の比較により、短尺方向Dsで見て貫通穴15の寸法を固定部材14と略等しいものとしても撓み量を効果的に低減できることと、貫通穴15の寸法が大きいと撓み量をより低減できることと、が得られたことにもよる。

【0061】

撮像ユニット10では、好適には、貫通穴15の短尺方向Dsで見た寸法g(図25参照)を、撮像素子11の短尺方向Dsで見た寸法Q(図24参照)の半分の値よりも小さいものとする。すなわち、貫通穴15は、寸法 $g < (寸法Q / 2)$ の条件式(5)を満たすように、短尺方向Dsで見た寸法を設定する。これは、撮像素子11では、一般的に短尺方向Dsで見た縁部となる撮像素子11の両長辺(第1行r1および第3行r3)に沿って複数の固定部材14を設けることが多く、両長辺の各固定部材14の間に貫通穴15を設けることを考慮したことによる。

【0062】

これらのことを鑑みて、実施例1の撮像ユニット10では、図6に示すように、6つの固定部材14aが設けられている第1行r1上および第3行r3上と、2つの固定部材14bが設けられている第2行r2上と、にそれぞれ1つの貫通穴15を設けている。これは、上記したことに加えて、検証1および検証2から、貫通穴15の数が少ないほど効率良く撮像素子11の撓み量を低減できることが得られたことによる。この撮像ユニット10では、回路基板12に貫通穴15を設けることにより、その回路基板12のヤング率を小さくするすなわち回路基板12の剛性を低くしているため、回路基板12および撮像素子11の撓みを低減することができる。すなわち、撮像ユニット10では、回路基板12と撮像素子11とを固定する各固定部材14に近い寸法の貫通穴15を設けることで、回路基板12および撮像素子11の撓みを低減することができる。

【0063】

このように、本発明に係る撮像ユニットの実施例1の撮像ユニット10では、回路基板12に貫通穴15を設けて、その回路基板12の剛性を低くすることにより、温度変化に起因する回路基板12および撮像素子11の撓みを低減することができる。このため、撮像ユニット10では、回路基板12に貫通穴15を設けるだけで撮像素子11の撓みを抑制しているため、何らの部材を追加することなく撮像素子11の撓みを抑制することができる。加えて、撮像ユニット10では、回路基板12に貫通穴15を設けるだけであるので、容易に実現することができる。

【0064】

また、撮像ユニット10では、撮像素子11の撓みを抑制できることから、撮像面11aの撓みを抑制することができ、例えば光路長の変化や像面がずれること等を抑制することができ、光学性能の劣化を抑制することができる。加えて、撮像ユニット10では、回路基板12および撮像素子11の撓みを抑制できることから、回路基板12と撮像素子11とを固定する各固定部材14に応力がかかることを抑制することができる。このため、撮像ユニット10では、温度変化に起因して各固定部材14に変形等が生じることを抑制することができ、撮像素子11を回路基板12に適切に固定した状態を維持することができる。

【0065】

さらに、撮像ユニット10では、長尺な撮像素子11において、複数の固定部材14が長尺方向D1に伸びる同一の直線上に設けられていると、当該直線上に必ず少なくとも1つの貫通穴15を設けている。このため、撮像ユニット10では、撓み減少量の開口面積に対する比(撓み減少量/開口面積)である撓み抑制効率を向上させる観点から、効率良

10

20

30

40

50

く貫通穴 15 を設けて撮像素子 11 の撓みを抑制することができる。

【0066】

撮像ユニット 10 では、厚さ方向 D_t で見て回路基板 12 と撮像素子 11 とが重なる位置に貫通穴 15 を設けている。このため、撮像ユニット 10 では、撓み抑制効率を向上させる観点から、効率良く貫通穴 15 を設けることができ、撮像素子 11 の撓みを抑制することができる。

【0067】

撮像ユニット 10 では、回路基板 12 に設ける各貫通穴 15 を、回路基板 12 と撮像素子 11 とを固定する各固定部材 14 に近い寸法としている。このため、撮像ユニット 10 では、撓み抑制効率を向上させる観点から、効率良く貫通穴 15 を設けることができ、撮像素子 11 の撓みを抑制することができる。

10

【0068】

撮像ユニット 10 では、複数の固定部材 14 が設けられた長尺方向 D_l に伸びる同一の直線上において、2つの固定部材 14 に挟まれるように貫通穴 15 を設けている。このため、撮像ユニット 10 では、効率良く貫通穴 15 を設けることができるとともに撮像素子 11 の撓みを抑制することができる。

【0069】

撮像ユニット 10 では、撓み抑制効率を高めるように貫通穴 15 を設けているので、回路基板 12 において信号線（配線）を設ける場所を確保することができる。このため、撮像ユニット 10 では、回路基板 12 における信号線（配線）のレイアウトの自由度の低下を抑制することができ、貫通穴 15 を回避しつつ信号線（配線）を設けるためだけに回路基板 12 が大きくなることを防止することができる。

20

【0070】

撮像ユニット 10 では、6つの固定部材 14 a が設けられている第 1 行 r_1 上および第 3 行 r_3 上と、2つの固定部材 14 b が設けられている第 2 行 r_2 上と、にそれぞれ 1 つの貫通穴 15 を設けている。このため、撮像ユニット 10 では、貫通穴 15 の数を少なくすることができ、回路基板 12 において信号線（配線）を設ける場所を大きくしつつ、撮像素子 11 の撓み量を低減できる。

【0071】

撮像ユニット 10 では、各貫通穴 15 を各固定部材 14 よりも一回り小さな寸法としていることから、回路基板 12 において各貫通穴 15 と各固定部材 14 との間に所定の隙間を形成することができる。このため、撮像ユニット 10 では、回路基板 12 における各貫通穴 15 が占める面積（開口面積）の低減をより効果的に図ることができ、各貫通穴 15 と各固定部材 14 との間の所定の隙間も信号線（配線）を設けること等に利用することができる。

30

【0072】

撮像ユニット 10 では、条件式（3）を満たすように、各貫通穴 15 の位置、形状、寸法および数を設定している。このため、撮像ユニット 10 では、各貫通穴 15 の位置、形状、寸法および数の設定の目安を明確なものとしつつ、より効率良く貫通穴 15 を設けて撮像素子 11 の撓みを抑制することができる。

40

【0073】

撮像ユニット 10 では、条件式（4）を満たすように、各貫通穴 15 の位置、形状、寸法および数を設定している。このため、撮像ユニット 10 では、設けられた固定部材 14 に応じて各貫通穴 15 の短尺方向 D_s で見た寸法を設定することができ、より効率良く貫通穴 15 を設けて撮像素子 11 の撓みを抑制することができる。

【0074】

撮像ユニット 10 では、条件式（5）を満たすように、各貫通穴 15 の位置、形状、寸法および数を設定している。このため、撮像ユニット 10 では、短尺方向 D_s で見た縁部となる撮像素子 11 の両長辺（第 1 行 r_1 および第 3 行 r_3 ）に沿って複数の固定部材 14 を設けた場合であっても、その両長辺の各固定部材 14 の間に効率良く貫通穴 15 を設

50

けることができる。

【0075】

本発明に係る画像読取装置の実施例1の画像読取部102では、一体型走査光学ユニット301におけるイメージセンサ(撮像手段)として、本発明に係る撮像ユニットの実施例1の撮像ユニット10を備える。このため、画像読取部102では、撮像ユニット10が温度変化に起因する回路基板12および撮像素子11の撓みが低減されているので、一体型走査光学ユニット301における光学性能を設計通りに発揮させることができる。これにより、画像読取部102では、環境温度の変化に拘わらず、原稿Maの画像を適切に読み取ることができる。

【0076】

画像読取部102を備える画像形成装置100では、環境温度の変化に拘わらず原稿Maの画像を適切に読み取ることができるので、良好な画像を安定して出力することができる。

【0077】

したがって、本発明に係る実施例1の撮像ユニット10では、部材を追加することなく温度変化に起因する撮像素子11の撓みを抑制することができる。

【0078】

なお、上記した実施例1では、回路基板12において各貫通穴15を設けたままとしていたが、当該各貫通穴15(その内方)に回路基板12よりも剛性の低い材料から為る詰込部材を設けるものであってもよく、上記した実施例1の構成に限定されるものではない。その詰込部材は、各貫通穴15に詰め込まれることにより、当該各貫通穴15を塞いだり、当該各貫通穴15の内径寸法を狭めたりするものである。詰込部材としては、例えば、接着剤や弾性部材で形成したキャップ等が挙げられる。この詰込部材は、例えば、撮像素子11や回路基板12に埃等が付着することを防止するために、各貫通穴15や、回路基板12の表面や、撮像素子11と回路基板12との間を封じるべく設けられる。このように各貫通穴15に詰込部材を設けた場合であっても、当該詰込部材が回路基板12よりも剛性の低い材料から為るため、各貫通穴15を設けることにより回路基板12の剛性を低くすることができるので、上記した各効果を得ることができる。

【0079】

また、上記した実施例1では、回路基板12において、図6に示す位置で第1行r1上、第2行r2上および第3行r3上にそれぞれ1つの貫通穴15を設けている。しかしながら、複数の固定部材14が位置する長尺方向D1に伸びる同一の直線上で少なくとも1つの貫通穴15を設けるものであって、その貫通穴15を2つの固定部材14の間に位置させるものであれば、直線上での位置は適宜設定すればよく、上記した実施例1の構成に限定されるものではない。

【0080】

さらに、上記した実施例1では、長尺な板状(薄い直方体形状)を呈する撮像素子11としていたが、例えばフリップチップ実装のように複数の固定部材14で回路基板12に固定されるものであれば、他の形状であってもよく、上記した実施例1の構成に限定されるものではない。

【0081】

上記した実施例1では、各貫通穴15を厚さ方向Dtに直交する断面で見て矩形形状を呈する直方体状としていたが、当該断面が円形状や楕円形上や多角形状を呈するものであってもよく、上記した実施例1の構成に限定されるものではない。

【0082】

上記した実施例1では、各貫通穴15を厚さ方向Dtに直交する方向で見た断面が互いに略等しい大きさの矩形形状としていたが、それぞれが異なる寸法や異なる形状であってもよく、上記した実施例1の構成に限定されるものではない。

【実施例2】

【0083】

10

20

30

40

50

次に、本発明に係る撮像ユニットの一例としての実施例2の撮像ユニット10Aを、図26を用いて説明する。この実施例2の撮像ユニット10Aは、各貫通穴15Aおよび各固定部材14Aの位置や数が、実施例1の撮像ユニット10とは異なる例である。この実施例2の撮像ユニット10Aは、基本的な概念および構成は上記した実施例1の撮像ユニット10と同様であることから、等しい概念および構成の個所には同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0084】

実施例2の撮像ユニット10Aでは、図26に示すように、回路基板12Aにおいて、撮像素子11を固定する固定部材14Aを、短尺方向Dsで見た縁部に6つずつ設けている。この固定部材14Aは、短尺方向Dsで見た縁部となる撮像素子11の両長辺に沿いつつ、長尺方向Dlで見て両縁側に3つずつに分けて設けている。その各固定部材14Aは、実施例2では、撮像素子11と回路基板12A（そこ設けられた回路）とを電氣的に接続しつつ撮像素子11を回路基板12Aに固定する接続ピンであり、固定部材14Aaとも記載する。このため、回路基板12Aでは、第1行r1および第3行r3において、3つずつに分かれて合計6つの固定部材14Aaが整列して設けられ、第2行r2には固定部材が設けられていない。

10

【0085】

その回路基板12Aでは、厚さ方向Dtに貫通する貫通穴15Aを、第1行r1において、6つの固定部材14Aaのうちの真ん中の2つの間、すなわち3つずつに分かれた各固定部材14Aaの群の間に1つ設けている。また、回路基板12Aでは、厚さ方向Dtに貫通する貫通穴15Aを、第3行r3において、6つの固定部材14Aaのうちの図26を正面視して左端の2つの間、すなわち左側の3つの固定部材14Aaにおける左端の2つの間に1つ設けている。このため、実施例2の撮像ユニット10Aでは、複数の固定部材14Aaが位置する長尺方向Dlに伸びる各直線（各行r1、r3）上に、それぞれ1つの貫通穴15Aを設けている。また、実施例2の撮像ユニット10Aでは、各直線（各行r1、r3）上において、2つの固定部材14Aaに挟まれる位置に貫通穴15Aを設けている。

20

【0086】

このように、実施例2の撮像ユニット10Aでは、実施例1の撮像ユニット10のように第2行r2上に各固定部材14bが設けられていないことから、その第2行r2上に貫通穴15Aを設けていない。また、撮像ユニット10Aでは、第1行r1および第3行r3において、各固定部材14Aaの位置に応じて、そのうちの隣接する2つの固定部材14Aaの間に貫通穴15Aを設けている。この撮像ユニット10Aでは、回路基板12Aに各貫通穴15Aを設けることにより、その回路基板12Aのヤング率を小さくするすなわち回路基板12Aの剛性を低くしているため、回路基板12Aおよび撮像素子11の撓みを低減することができる。すなわち、撮像ユニット10Aでは、回路基板12Aと撮像素子11とを固定する各固定部材14Aaに近い寸法の貫通穴15Aを設けることで、回路基板12Aおよび撮像素子11の撓みを低減することができる。

30

【0087】

実施例2の撮像ユニット10Aでは、基本的に実施例1の撮像ユニット10と同様の構成であることから、基本的に実施例1と同様の効果を得ることができる。

40

【0088】

それに加えて、実施例2の撮像ユニット10Aでは、回路基板12Aと撮像素子11とを固定する各固定部材14Aaの位置に応じて各貫通穴15Aを設けている。この撮像ユニット10Aでは、実施例1で述べた検証1から検証5からも明らかのように、回路基板12Aの剛性を低くすることができ、温度変化に起因する回路基板12Aおよび撮像素子11の撓みを低減することができる。

【0089】

したがって、本発明に係る実施例2の撮像ユニット10Aでは、部材を追加することなく温度変化に起因する撮像素子11の撓みを抑制することができる。

50

【実施例 3】

【0090】

次に、本発明に係る撮像ユニットの一例としての実施例 3 の撮像ユニット 10 B を、図 27 を用いて説明する。この実施例 3 の撮像ユニット 10 B は、各貫通穴 15 B および各固定部材 14 の位置や数が、実施例 1 の撮像ユニット 10 とは異なる例である。この実施例 3 の撮像ユニット 10 B は、基本的な概念および構成は上記した実施例 1 の撮像ユニット 10 と同様であることから、等しい概念および構成の個所には同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0091】

実施例 3 の撮像ユニット 10 B では、図 27 に示すように、回路基板 12 B において、
 実施例 1 の回路基板 12 と同様に、第 1 行 r 1 および第 3 行 r 3 に 6 つの固定部材 14 a
 を設け、第 2 行 r 2 に 2 つの固定部材 14 b を設けている。そして、回路基板 12 B では、
 第 1 行 r 1 および第 3 行 r 3 において、6 つの固定部材 14 a のそれぞれの間の合計 5
 か所に、厚さ方向 D t に貫通する貫通穴 15 B を設けている。また、回路基板 12 B では、
 第 2 行 r 2 において、2 つの固定部材 14 b の中央に 1 つの貫通穴 15 B を設けている。
 このため、実施例 3 の撮像ユニット 10 B では、複数の固定部材 14 が位置する長尺方向 D l
 に伸びる各直線（各行 r 1、r 2、r 3）上において、2 つの固定部材 14 に挟まれる
 全ての位置に貫通穴 15 B を設けている。

10

【0092】

このように、実施例 3 の撮像ユニット 10 B では、6 つの固定部材 14 a が設けられて
 いる第 1 行 r 1 上および第 3 行 r 3 上と、2 つの固定部材 14 b が設けられている第 2 行
 r 2 上と、において、2 つの固定部材 14 に挟まれる全ての位置に貫通穴 15 B を設けて
 いる。これは、実施例 1 で述べた検証 4 から、検証 1 から検証 3 と比較して小さな貫通穴
 15 B であっても、全ての固定部材 14 a の間に貫通穴 15 B を設けることにより高い撓
 み抑制効率で撓み量 をより小さくできることが得られたことによる。すなわち、撮像ユ
 ニット 10 B では、撓み量 を十分に小さくすることを可能としつつ、撓み抑制効率を高
 くするために、上記した構成としている。このため、撮像ユニット 10 B では、上記した
 ように回路基板 12 B に各貫通穴 15 B を設けることで、その回路基板 12 B のヤング率
 をより小さくするすなわち剛性をより低くすることができ、回路基板 12 B および撮像素
 子 11 の撓みをより低減することができる。すなわち、撮像ユニット 10 B では、回路基
 板 12 B と撮像素子 11 とを固定する各固定部材 14 に近い寸法の貫通穴 15 B を、長尺
 方向 D l で並ぶ 2 つの固定部材 14 の間の全てに設けることで、回路基板 12 B および
 撮像素子 11 の撓みを低減することができる。

20

30

【0093】

実施例 3 の撮像ユニット 10 B では、基本的に実施例 1 の撮像ユニット 10 と同様の構
 成であることから、基本的に実施例 1 と同様の効果を得ることができる。

【0094】

それに加えて、実施例 3 の撮像ユニット 10 B では、長尺方向 D l で並ぶ 2 つの固定部
 材 14 の間の全てに貫通穴 15 B を設けている。このため、撮像ユニット 10 B では、回
 路基板 12 B の剛性をより低くすることができ、回路基板 12 B および撮像素子 11 の撓
 みをより低減することができる。これにより、撮像ユニット 10 B では、温度変化に起因
 する回路基板 12 B および撮像素子 11 の撓みをより低減することができる。

40

【0095】

したがって、本発明に係る実施例 3 の撮像ユニット 10 B では、部材を追加することなく
 温度変化に起因する撮像素子 11 の撓みを抑制することができる。

【実施例 4】

【0096】

次に、本発明に係る撮像ユニットの一例としての実施例 4 の撮像ユニット 10 C を、図
 28 を用いて説明する。この実施例 4 の撮像ユニット 10 C は、各貫通穴 15 C および各
 固定部材 14 A の位置や数が、実施例 1 の撮像ユニット 10 とは異なる例である。この実

50

実施例 4 の撮像ユニット 10C は、基本的な概念および構成は上記した実施例 1 の撮像ユニット 10 と同様であることから、等しい概念および構成の個所には同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0097】

実施例 4 の撮像ユニット 10C では、図 28 に示すように、回路基板 12C において、実施例 2 の回路基板 12A と同様に、第 1 行 r1 および第 3 行 r3 において、長尺方向 D1 で見て両縁側に 3 つずつに分けて合計 6 つの固定部材 14Aa を整列して設けている。また、回路基板 12C では、第 2 行 r2 には固定部材を設けていない。そして、回路基板 12C では、第 1 行 r1 および第 3 行 r3 において、6 つの固定部材 14Aa のそれぞれの間の合計 5 か所に、厚さ方向 Dt に貫通する貫通穴 15C を設けている。このため、実施例 4 の撮像ユニット 10C では、複数の固定部材 14A が位置する長尺方向 D1 に伸びる直線（各行 r1、r3）上において、2 つの固定部材 14A に挟まれる全ての位置に貫通穴 15 を設けている。

10

【0098】

このように、実施例 4 の撮像ユニット 10C では、6 つの固定部材 14Aa が設けられている第 1 行 r1 上および第 3 行 r3 上において、2 つの固定部材 14Aa に挟まれる全ての位置に貫通穴 15C を設けている。これは、実施例 1 で述べた検証 4 から、検証 1 から検証 3 と比較して小さな貫通穴 15C であっても、全ての固定部材 14Aa の間に貫通穴 15C を設けることにより高い撓み抑制効率で撓み量をより小さくできることが得られたことによる。すなわち、撮像ユニット 10C では、撓み量を十分に小さくすることを可能としつつ、撓み抑制効率を高くするために、上記した構成としている。このため、撮像ユニット 10C では、上記したように回路基板 12C に各貫通穴 15C を設けることで、その回路基板 12C のヤング率をより小さくするすなわち剛性をより低くすることができ、回路基板 12C および撮像素子 11 の撓みをより低減することができる。すなわち、撮像ユニット 10C では、回路基板 12C と撮像素子 11 とを固定する各固定部材 14A に近い寸法の貫通穴 15C を、長尺方向 D1 で並ぶ 2 つの固定部材 14A の間の全てに設けることで、回路基板 12C および撮像素子 11 の撓みを低減することができる。

20

【0099】

実施例 4 の撮像ユニット 10C では、基本的に実施例 1 の撮像ユニット 10 と同様の構成であることから、基本的に実施例 1 と同様の効果を得ることができる。

30

【0100】

それに加えて、実施例 4 の撮像ユニット 10C では、回路基板 12C と撮像素子 11 とを固定する各固定部材 14A の位置に応じつつ、その長尺方向 D1 で並ぶ 2 つの固定部材 14A の間の全てに貫通穴 15C を設けている。このため、撮像ユニット 10C では、回路基板 12C の剛性をより低くすることができ、回路基板 12C および撮像素子 11 の撓みをより低減することができる。これにより、撮像ユニット 10C では、温度変化に起因する回路基板 12C および撮像素子 11 の撓みをより低減することができる。

【0101】

したがって、本発明に係る実施例 4 の撮像ユニット 10C では、部材を追加することなく温度変化に起因する撮像素子 11 の撓みを抑制することができる。

40

【実施例 5】

【0102】

次に、本発明に係る撮像ユニットの一例としての実施例 5 の撮像ユニット 10D を、図 29 を用いて説明する。この実施例 5 の撮像ユニット 10D は、各貫通穴 15D および各固定部材 14A の位置や数が、実施例 1 の撮像ユニット 10 とは異なる例である。この実施例 5 の撮像ユニット 10D は、基本的な概念および構成は上記した実施例 1 の撮像ユニット 10 と同様であることから、等しい概念および構成の個所には同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0103】

実施例 5 の撮像ユニット 10D では、図 29 に示すように、回路基板 12D において、

50

実施例 2 の回路基板 1 2 A と同様に、第 1 行 r 1 および第 3 行 r 3 において、長尺方向 D 1 で見て両縁側に 3 つずつに分けて合計 6 つの固定部材 1 4 A a を整列して設けている。また、回路基板 1 2 D では、第 2 行 r 2 には固定部材を設けていない。そして、回路基板 1 2 D では、第 1 行 r 1 において、3 つずつに分かれた各固定部材 1 4 A a の群のうちの左側の群の 3 つの固定部材 1 4 A a のそれぞれの間の合計 2 か所に、厚さ方向 D t に貫通する貫通穴 1 5 D を設けている。加えて、回路基板 1 2 D では、第 3 行 r 3 において、3 つずつに分かれた各固定部材 1 4 A a の群のうちの右側の群の 3 つの固定部材 1 4 A a のそれぞれの間の合計 2 か所に、厚さ方向 D t に貫通する貫通穴 1 5 D を設けている。このため、実施例 5 の撮像ユニット 1 0 D では、複数の固定部材 1 4 A が長尺方向 D 1 に伸びる各直線（各行 r 1、r 3）上に、2 つの固定部材 1 4 A に挟まれる複数の位置（実施例 5 では 2 箇所）に貫通穴 1 5 を設けている。

10

【0104】

このように、実施例 5 の撮像ユニット 1 0 D では、6 つの固定部材 1 4 A a が設けられている第 1 行 r 1 上および第 3 行 r 3 上において、2 つの固定部材 1 4 A a に挟まれる複数の位置（実施例 5 では 2 箇所）に貫通穴 1 5 D を設けている。これは、実施例 1 で述べた検証 4 から、複数の固定部材 1 4 A a の間に設ける貫通穴 1 5 の数が増加すると撓み量が小さくなっていくことが得られたことによる。すなわち、撮像ユニット 1 0 D では、撓み量を小さくすることを可能としつつ、撓み抑制効率をより高くするために、上記した構成としている。このため、撮像ユニット 1 0 D では、上記したように回路基板 1 2 D に各貫通穴 1 5 D を設けることで、その回路基板 1 2 D のヤング率をより小さくするすな

20

わち剛性をより低くすることができ、回路基板 1 2 D および撮像素子 1 1 の撓みをより低減することができる。すなわち、撮像ユニット 1 0 D では、回路基板 1 2 D と撮像素子 1 1 とを固定する各固定部材 1 4 A に近い寸法の貫通穴 1 5 D を、長尺方向 D 1 で並ぶ 2 つの固定部材 1 4 A の間の複数の位置に設けることで、回路基板 1 2 D および撮像素子 1 1 の撓みを低減することができる。

【0105】

実施例 5 の撮像ユニット 1 0 D では、基本的に実施例 1 の撮像ユニット 1 0 と同様の構成であることから、基本的に実施例 1 と同様の効果を得ることができる。

【0106】

それに加えて、実施例 5 の撮像ユニット 1 0 D では、回路基板 1 2 D と撮像素子 1 1 とを固定する各固定部材 1 4 A の位置に応じつつ、その長尺方向 D 1 で並ぶ 2 つの固定部材 1 4 A の間の複数の位置（実施例 5 では 2 箇所）に貫通穴 1 5 D を設けている。このため、撮像ユニット 1 0 D では、回路基板 1 2 D における各貫通穴 1 5 D が占める面積（開口面積）の低減を図りつつ、回路基板 1 2 D の剛性をより低くすることができ、回路基板 1 2 D および撮像素子 1 1 の撓みをより低減することができる。これにより、撮像ユニット 1 0 D では、各貫通穴 1 5 D による開口面積の低減を図りつつ、温度変化に起因する回路基板 1 2 D および撮像素子 1 1 の撓みをより低減することができる。

30

【0107】

したがって、本発明に係る実施例 5 の撮像ユニット 1 0 D では、部材を追加することなく温度変化に起因する撮像素子 1 1 の撓みを抑制することができる。

40

【0108】

なお、上記した実施例 5 では、第 1 行 r 1 上および第 3 行 r 3 上で、2 つの固定部材 1 4 A に挟まれる 2 箇所に貫通穴 1 5 を設けている。しかしながら、長尺方向 D 1 で見て複数の固定部材 1 4 A が存在する直線（各行 r 1、r 3）上で、2 つの固定部材 1 4 A に挟まれる複数の位置に貫通穴 1 5 を設けるものであれば、その数および位置は適宜設定すればよく、実施例 5 の構成に限定されるものではない。

【実施例 6】

【0109】

次に、本発明に係る撮像ユニットの一例としての実施例 6 の撮像ユニット 1 0 E を、図 3 0 を用いて説明する。この実施例 6 の撮像ユニット 1 0 E は、各貫通穴 1 5 E および各

50

固定部材 14E の位置や数が、実施例 1 の撮像ユニット 10 とは異なる例である。この実施例 6 の撮像ユニット 10E は、基本的な概念および構成は上記した実施例 1 の撮像ユニット 10 と同様であることから、等しい概念および構成の個所には同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0110】

実施例 6 の撮像ユニット 10E では、図 30 に示すように、回路基板 12E において、撮像素子 11 を固定する固定部材 14E を、短尺方向 D_s で見た縁部となる撮像素子 11 の両長辺に沿って 8 つずつ設けている。その固定部材 14E は、撮像素子 11 の両長辺に沿いつつ、長尺方向 D_l で見た中央を中心として 6 つずつ設けるとともに長尺方向 D_l で見た両縁部（短辺）に 1 つずつ設けている。その各固定部材 14E は、実施例 6 では、長尺方向 D_l で見て中央に設けられた 6 つずつが、撮像素子 11 と回路基板 12E（そこに設けられた回路）とを電気的に接続しつつ撮像素子 11 を回路基板 12E に固定する接続ピンであり、固定部材 14E a と記載する。また、各固定部材 14E は、実施例 6 では、長尺方向 D_l で見て両縁部（短辺）に設けられた 2 つずつが、電気的には接続せずに撮像素子 11 を回路基板 12E に補助的に固定する捨てピンであり、固定部材 14E b と記載する。このため、回路基板 12E では、第 1 行 r_1 および第 3 行 r_3 において、真ん中に 6 つの固定部材 14E a が整列して設けられるとともに、それらと間隔を置きつつそれらと整列して両縁部に固定部材 14E b が設けられている。また、回路基板 12E では、第 2 行 r_2 には固定部材が設けられていない。

【0111】

その回路基板 12E では、第 1 行 r_1 および第 3 行 r_3 において、連続する 6 つの固定部材 14E a のそれぞれの間の合計 5 か所に、厚さ方向 D_t に貫通する貫通穴 15E を設けている。また、回路基板 12E では、第 1 行 r_1 および第 3 行 r_3 において、連続する 6 つの固定部材 14E a のうちの両端の固定部材 14E a と各固定部材 14E b との間には貫通穴を設けていない。このため、実施例 6 の撮像ユニット 10E では、複数の固定部材 14E が位置する長尺方向 D_l に伸びる各直線（各行 r_1 、 r_3 ）上において、接続ピンとして設けられた各固定部材 14E a に挟まれる全ての位置に貫通穴 15E を設けている。

【0112】

このように、実施例 6 の撮像ユニット 10E では、実施例 1 の撮像ユニット 10 のように第 2 行 r_2 上に各固定部材 14E b が設けられていないことから、その第 2 行 r_2 上に貫通穴 15E を設けていない。また、撮像ユニット 10E では、第 1 行 r_1 および第 3 行 r_3 において、接続ピンとして設けられた各固定部材 14E a に挟まれる全ての位置に貫通穴 15E を設け、各固定部材 14E a から離れて設けられた各固定部材 14E b との間には貫通穴を設けていない。ここで、撮像ユニット 10E では、実質的に第 1 行 r_1 および第 3 行 r_3 において真ん中に 6 つの固定部材 14E a のみが設けられた場合と略等しいものである。このため、実施例 1 で述べた検証 4 から、検証 1 から検証 3 と比較して小さな貫通穴 15C であっても、全ての固定部材 14E a の間に貫通穴 15C を設けることにより高い撓み抑制効率で撓み量をより小さくできることが得られたことと略等しいものと考えることができる。

【0113】

また、撮像ユニット 10E では、接続ピンである各固定部材 14E a の方が、捨てピンである各固定部材 14E b よりも重要度が高い。これらのことから、撮像ユニット 10E では、撓み量を十分に小さくすることを可能としつつ、撓み抑制効率を高くするために、上記した構成としている。この撮像ユニット 10E では、回路基板 12E に各貫通穴 15E を設けることにより、その回路基板 12E のヤング率を小さくするすなわち回路基板 12E の剛性を低くしているため、回路基板 12E および撮像素子 11 の撓みを低減することができる。すなわち、撮像ユニット 10E では、回路基板 12E と撮像素子 11 とを固定する各固定部材 14E に近い寸法の貫通穴 15E を設けることで、回路基板 12E および撮像素子 11 の撓みを低減することができる。

【0114】

実施例6の撮像ユニット10Eでは、基本的に実施例1の撮像ユニット10と同様の構成であることから、基本的に実施例1と同様の効果を得ることができる。

【0115】

それに加えて、実施例6の撮像ユニット10Eでは、回路基板12Eと撮像素子11とを固定する各固定部材14Eの位置に応じつつ、そのうちの接続ピンである各固定部材14Eaの間に各貫通穴15Eを設けている。このため、撮像ユニット10Eでは、回路基板12Eにおける各貫通穴15Eが占める面積（開口面積）の低減を図りつつ、回路基板12Eの剛性をより低くすることができ、回路基板12Eおよび撮像素子11の撓みをより低減することができる。これにより、撮像ユニット10Eでは、各貫通穴15Eによる開口面積の低減を図りつつ、温度変化に起因する回路基板12Eおよび撮像素子11の撓みをより低減することができる。

10

【0116】

したがって、本発明に係る実施例6の撮像ユニット10Eでは、部材を追加することなく温度変化に起因する撮像素子11の撓みを抑制することができる。

【0117】

なお、上記した実施例6では、第1行r1上および第3行r3上で、2つの固定部材14Eaに挟まれる全ての位置に貫通穴15を設けている。しかしながら、複数の固定部材14Eが位置する長尺方向D1に伸びる各直線（各行r1、r3）上において、接続ピンである各固定部材14Eaの間の複数の位置に貫通穴15を設けるものであれば、その数および位置は適宜設定すればよく、実施例6の構成に限定されるものではない。

20

【0118】

なお、上記した各実施例では、本発明に係る撮像ユニットの一例としての撮像ユニット10、10A、10B、10C、10D、10Eについて説明したが、撮像面と平行な面に沿って長尺な撮像素子と、前記撮像素子を駆動する回路を形成する回路基板と、前記撮像素子と前記回路基板とを固定する固定部材と、を備え、前記回路基板では、複数の前記固定部材が位置する前記撮像素子の長尺方向に伸びる同一の直線上に、前記長尺方向に直交しつつ前記回路基板を貫通する貫通穴を少なくとも1つ設け、前記貫通穴は、前記直線上における2つの前記固定部材の間に位置する撮像ユニットであればよく、上記した各実施例に限定されるものではない。

30

【0119】

また、上記した各実施例では、各固定部材（14、14A、14E）として、接続ピン（14a、14Aa、14Ea）や捨てピン（14b、14Eb）を設けている。しかしながら、固定部材は、撮像素子11と回路基板12とを固定するものであれば、例えば接着剤やネジ部材や半田等であってもよく、上記した各実施例の構成に限定されるものではない。

【0120】

さらに、上記した各実施例では、撮像面11aとは反対側の面に設けた各固定部材14で撮像素子11を回路基板12に固定している。しかしながら、固定部材は、撮像面側に設けて撮像素子と回路基板とを固定するものであってもよく、他の構成であってもよく、上記した各実施例の構成に限定されるものではない。その撮像面側に回路基板を設ける構成とする場合、回路基板には、撮像面への光路を確保するために撮像面に相当する大きさの開口部を設ける必要がある。ところが、その開口部は、短尺方向Dsもしくは長尺方向D1で見て複数の固定部材を跨ぐこととなり、本発明で言う回路基板12と撮像素子11とを固定する各固定部材14に近い寸法ではないので、本発明で言う貫通穴に相当するものではない。

40

【0121】

上記した各実施例では、フルカラーの画像を形成するタンデム方式の多色カラープリンタとされた画像形成装置100としていた。しかしながら、原稿で反射された光を本発明に係る撮像ユニットに結像することで、原稿を画像情報として読み取る画像読取装置を備

50

え、そこから出力される画像情報に基づいて画像を形成する画像形成装置であればよく、上記した各実施例の構成に限定されるものではない。

【0122】

上記した実施例1および実施例3では、長尺方向D1に伸びる直線（各行r1、r2、r3）において複数の固定部材14が設けられていたが、1つだけ設けられていてもよく、上記した各実施例の構成に限定されるものではない。そのように1つだけ設けられている場合、当該直線（各行r1、r2、r3）は、複数の固定部材が位置するものではなく、貫通穴を設けなくても良い。

【0123】

以上、本発明の撮像ユニット、それを備える画像読取装置およびそれを備える画像形成装置を各実施例に基づき説明してきたが、具体的な構成については各実施例に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

10

【符号の説明】

【0124】

10、10A、10B、10C、10D、10E 撮像ユニット

11 撮像素子

11a 撮像面

12、12A、12B、12C、12D、12E 回路基板

14、14A、14E 固定部材

14a、14Aa、14Ea（接続ピンの一例としての）固定部材

20

15、15A、15B、15C、15D、15E 貫通穴

100 画像形成装置

102（画像読取装置の一例としての）画像読取部

D1 長尺方向

Ds 短尺方向

Ma 原稿

r1（直線の一例としての）第1行

r2（直線の一例としての）第2行

r3（直線の一例としての）第3行

【先行技術文献】

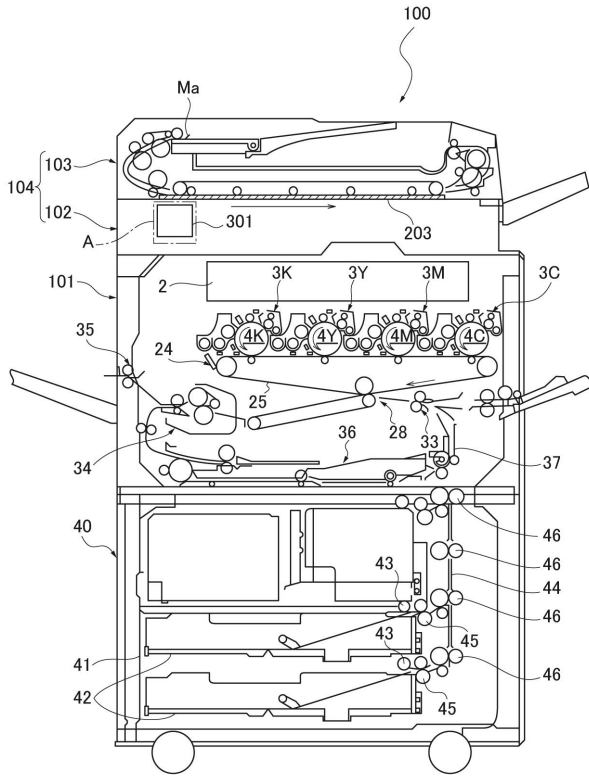
30

【特許文献】

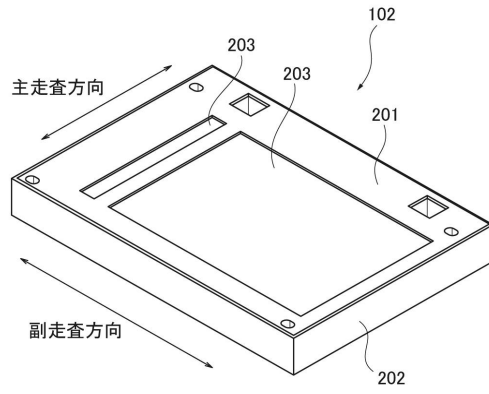
【0125】

【特許文献1】特開2011-18747号公報

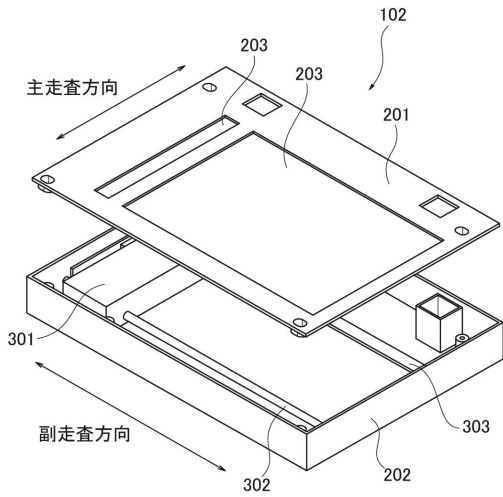
【 図 1 】



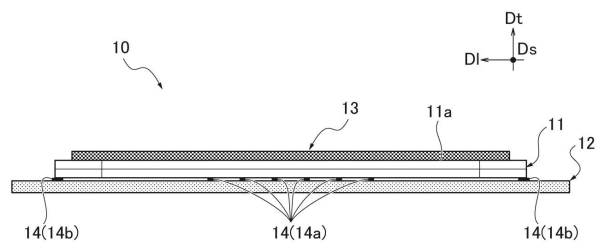
【 図 2 】



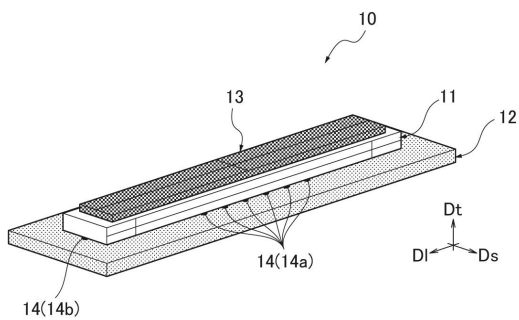
【 図 3 】



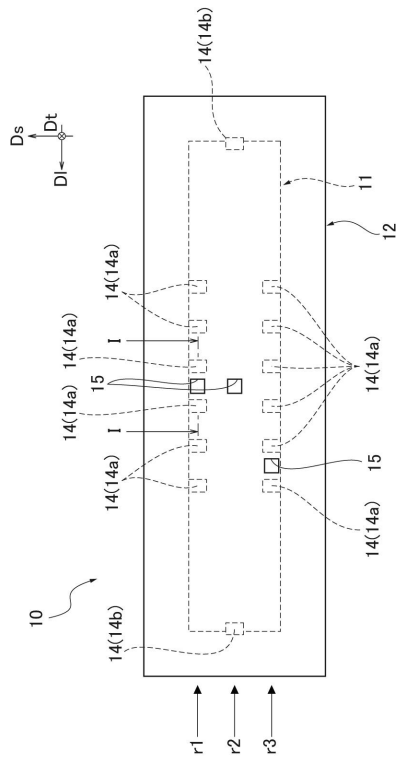
【 図 5 】



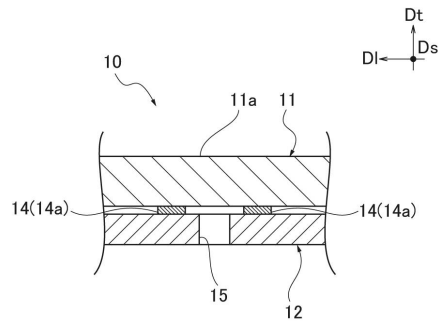
【 図 4 】



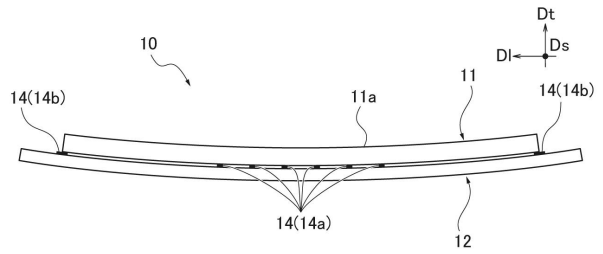
【 図 6 】



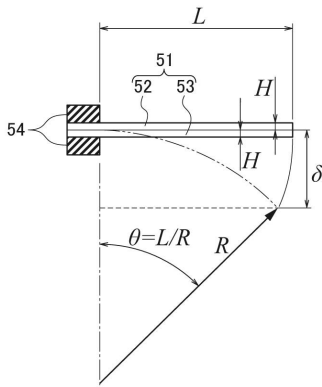
【 図 7 】



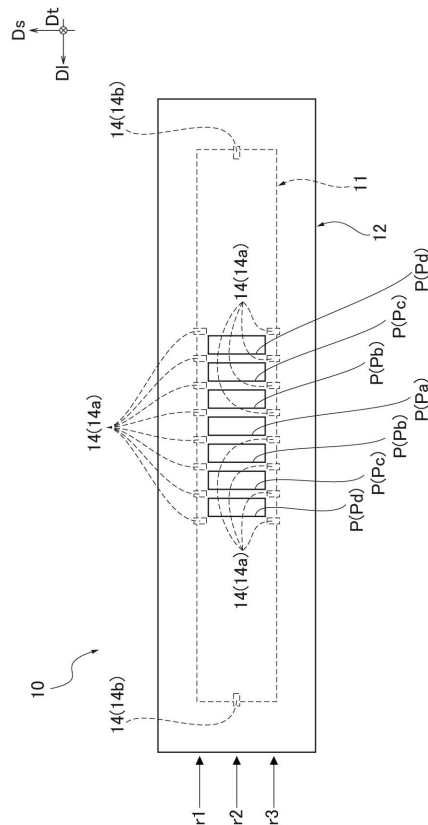
【 図 8 】



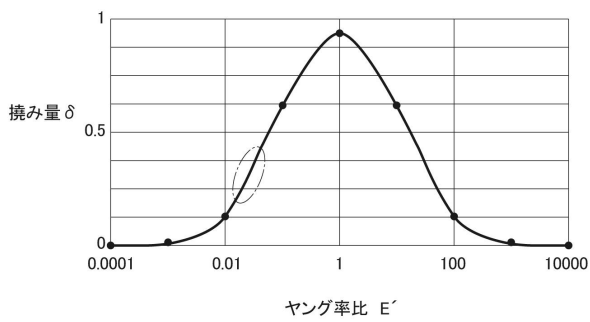
【 図 9 】



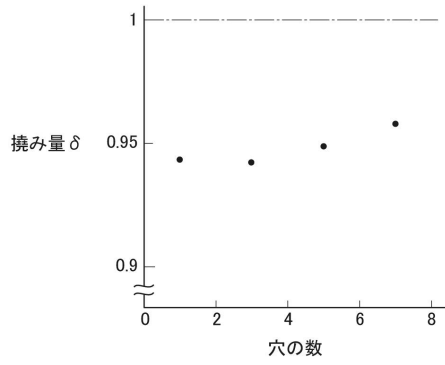
【 図 1 1 】



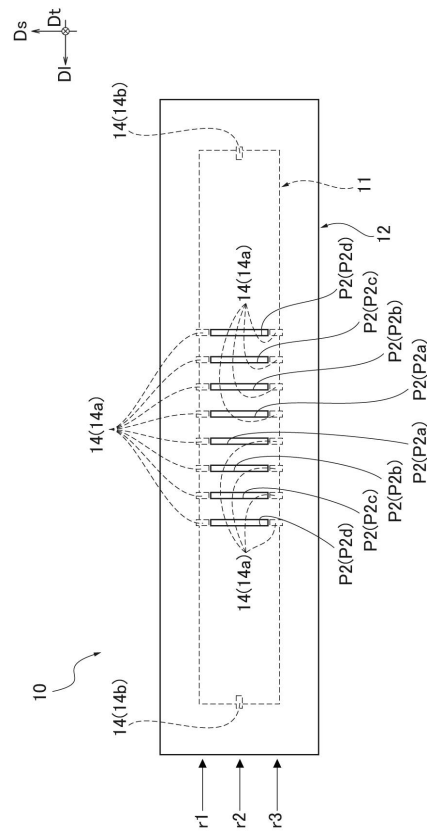
【 図 1 0 】



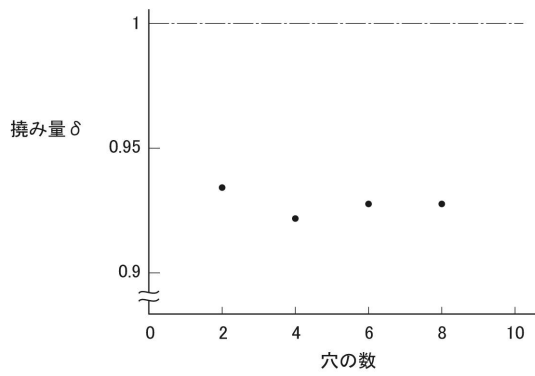
【図 1 2】



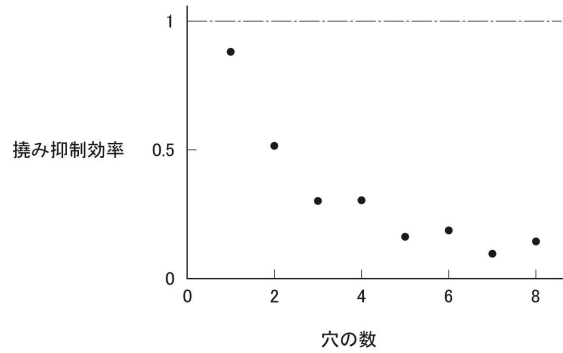
【図 1 3】



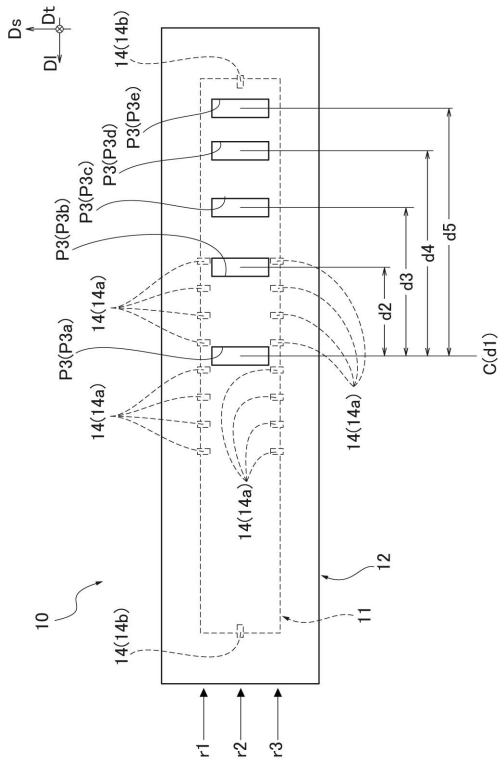
【図 1 4】



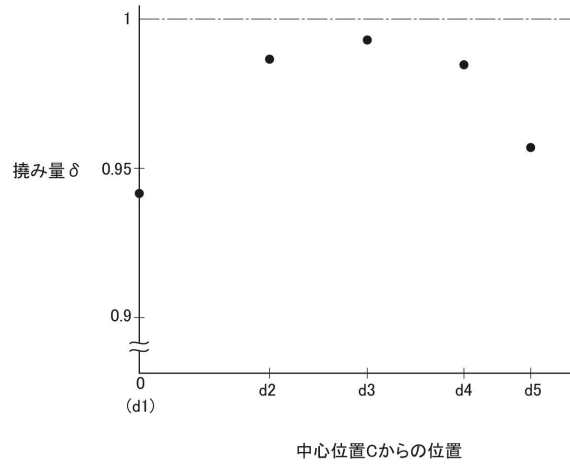
【図 1 5】



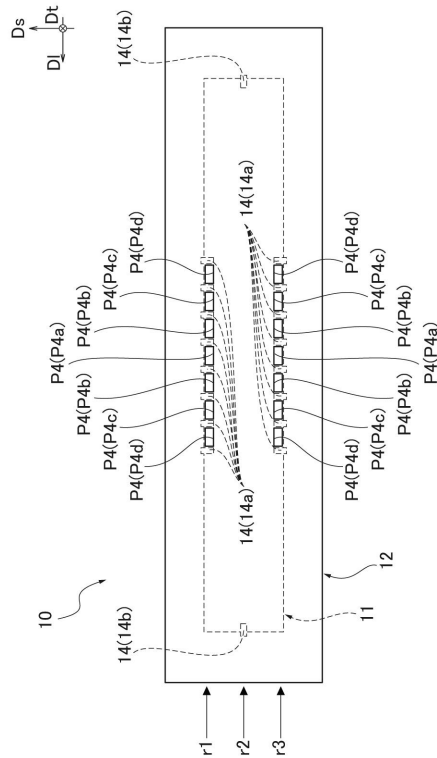
【図16】



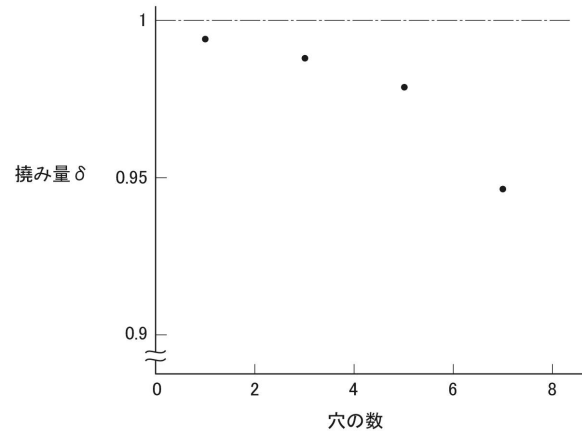
【図17】



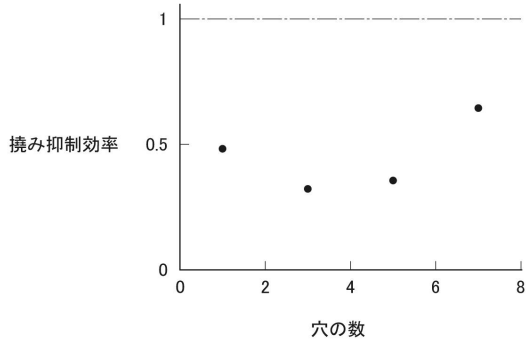
【図18】



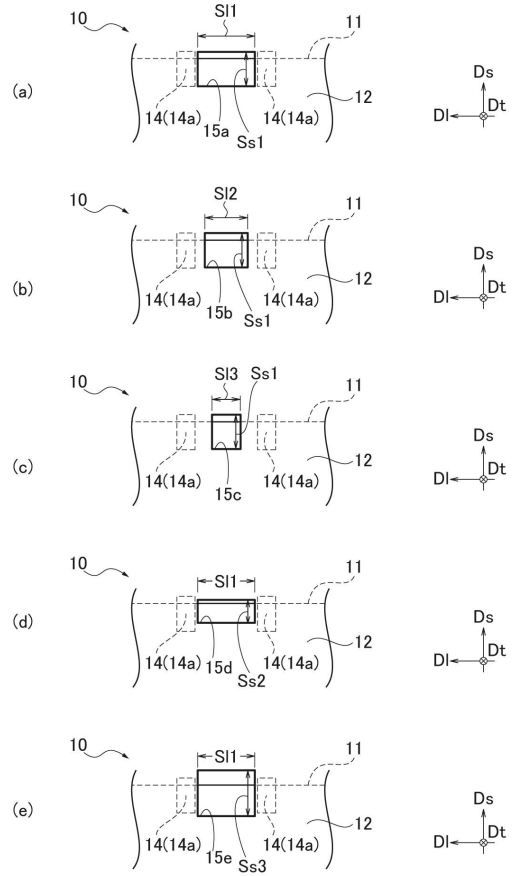
【図19】



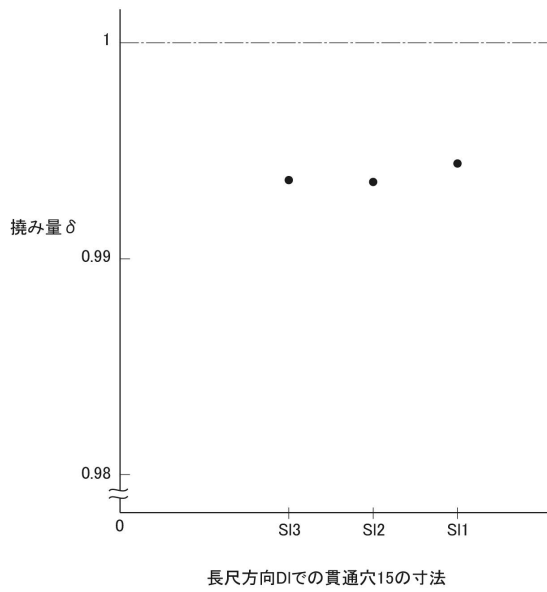
【図20】



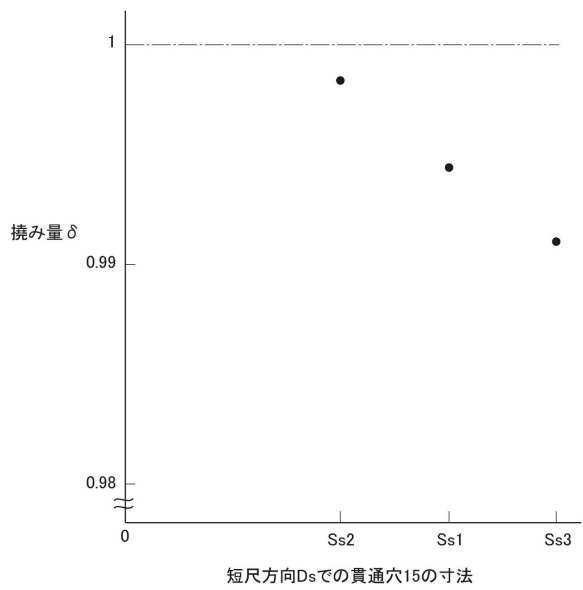
【図21】



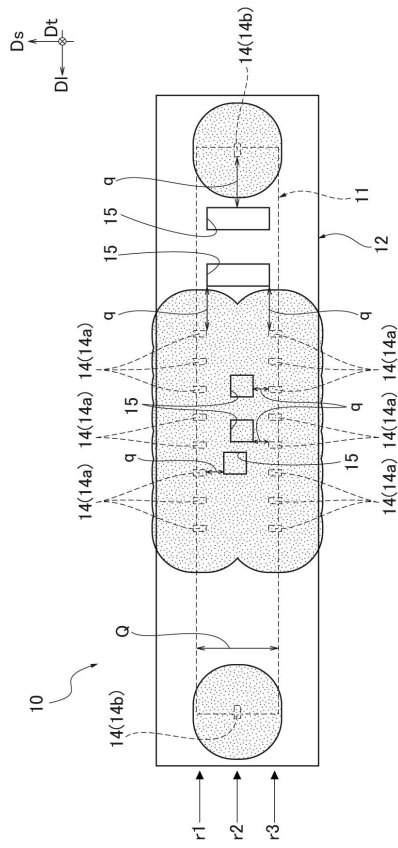
【図22】



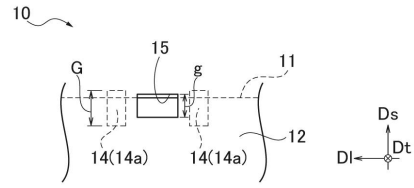
【図23】



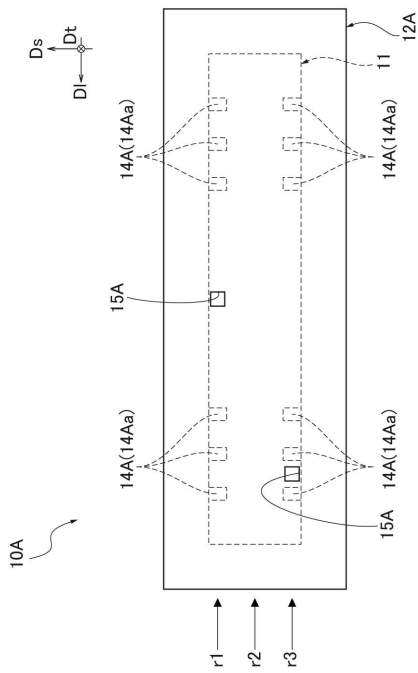
【 2 4 】



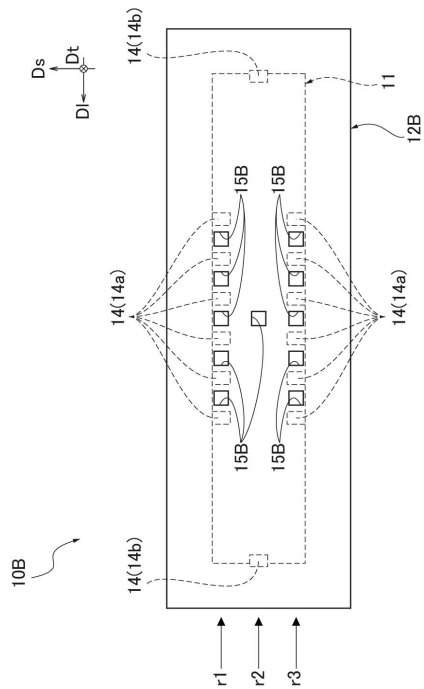
【 2 5 】



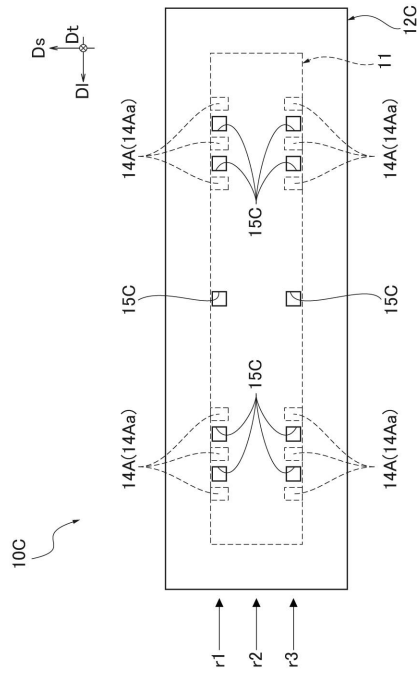
【 2 6 】



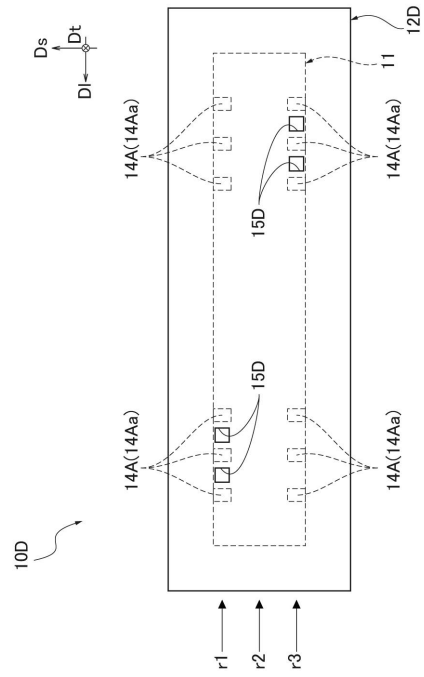
【 2 7 】



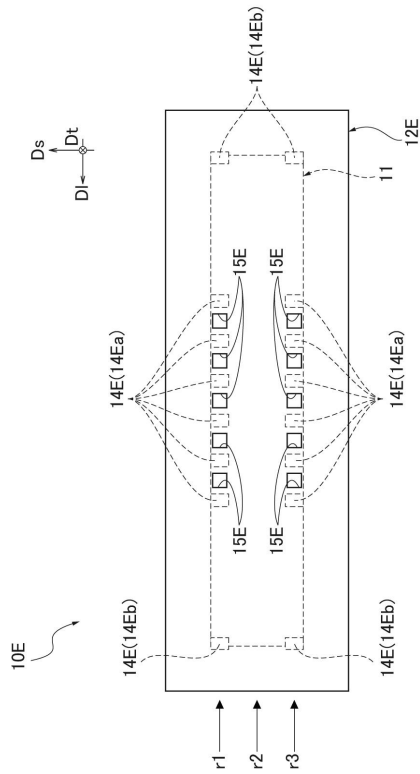
【 図 28 】



【 図 29 】



【 図 30 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-104415(JP,A)
特開2013-030526(JP,A)
特開平11-331487(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 1/024 - 1/207
G06T 1/00
H01L27/146 - 27/148