

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4528787号  
(P4528787)

(45) 発行日 平成22年8月18日(2010.8.18)

(24) 登録日 平成22年6月11日(2010.6.11)

(51) Int. Cl. F I  
G O 2 B 26/10 (2006.01) G O 2 B 26/10 I O 4 Z

請求項の数 12 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2006-553202 (P2006-553202)	(73) 特許権者	505472816 マイクロビジョン、インク。 アメリカ合衆国 ワシントン州 9805 2-5034, レッドモンド, 185番 アベニュー エヌイー 6222
(86) (22) 出願日	平成17年2月9日(2005.2.9)	(73) 特許権者	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(65) 公表番号	特表2007-526506 (P2007-526506A)	(74) 代理人	100070024 弁理士 松永 宣行
(43) 公表日	平成19年9月13日(2007.9.13)	(74) 代理人	100125081 弁理士 小合 宗一
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/004066		
(87) 国際公開番号	W02005/078507		
(87) 国際公開日	平成17年8月25日(2005.8.25)		
審査請求日	平成20年1月29日(2008.1.29)		
(31) 優先権主張番号	60/542,896		
(32) 優先日	平成16年2月9日(2004.2.9)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザプリンタに適用されるMEMSスキャナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

横方向の寸法及び縦方向の寸法を有するシリコンスキャンプレートと、  
第1及び第2の対向トーションアームであり、それぞれがスキャンプレートに結合され、かつ、近接端部から末梢端部へ前記縦方向に伸長して前記スキャンプレートの回転軸を形成する第1及び第2の対向トーションアームと、

前記スキャンプレートと前記両対向トーションアームとの間に介在する第1及び第2のサスペンションであって、前記対向トーションアームに結合し、前記横方向に延びるサスペンションビーム、該サスペンションビームの両端から前記縦方向に延びて前記スキャンプレートに結合される1対の外側サスペンションコネクタ及び前記サスペンションビームの前記回転軸に沿って前記縦方向に延びる中央サスペンションコネクタをそれぞれが有する第1及び第2のサスペンションと、

それぞれが前記第1及び第2の対向トーションアームの末梢端部に結合される第1及び第2対向取付構造とを含む、レーザプリンタに使用されるMEMSスキャナ。

【請求項2】

前記シリコンスキャンプレートは、横方向寸法がその縦方向寸法の約8倍より大きい、請求項1に記載のレーザプリンタに使用されるMEMSスキャナ。

【請求項3】

前記第1及び第2対向トーションアームは、厚さがその幅よりも大きい、請求項1に記載のレーザプリンタに使用されるMEMSスキャナ。

10

20

## 【請求項 4】

前記スキャンプレートの前記縦方向寸法は、その厚さの半分より大きく、かつ、その厚さの2倍より小さい、請求項1に記載のレーザプリンタに使用されるMEMSスキャナ。

## 【請求項 5】

前記第1及び第2の対向取付構造は、第1及び第2の対向T字バーであり、前記対向T字バーは、前記対向トーションバーの末梢端部にそれぞれ結合され、軸から横方向に等距離の位置で横方向に対向して伸長する第1及び第2の対向T字バーと、第1、第2、第3及び第4取付パッドであって、T字バーにおける横方向距離が等しい位置でそれぞれ結合される前記各取付パッドとを含む、請求項1に記載のレーザプリンタに使用されるMEMSスキャナ。

10

## 【請求項 6】

少なくとも1つの取付パッドに垂直に配置される少なくとも1つの圧電素子を含む、請求項5に記載のMEMSスキャナ。

## 【請求項 7】

前記第1、第2、第3及び第4の取付パッドが固定されたハウジングを備える、請求項5に記載のレーザプリンタに使用されるMEMSスキャナ。

## 【請求項 8】

前記スキャンプレートは、前記第1及び第2の対向トーションアームにより定まる回転軸の回りを、約1kHzより高い周波数で、周期的に前後に回転するよう動作可能である、請求項1に記載のレーザプリンタに使用されるMEMSスキャナ。

20

## 【請求項 9】

前記スキャンプレートは、前記第1及び第2の対向トーションアームにより定まる回転軸の回りを、機械的な片側振幅走査角が約10度より大きくなる回転変位で、周期的に前後に回転するよう動作可能である、請求項1に記載のレーザプリンタに使用されるMEMSスキャナ。

## 【請求項 10】

前記第1及び第2のサスペンションは、前記MEMSスキャナの動作中、ミラーの動的な平面度を維持するのに有効なトルク分散装置である、請求項1に記載のレーザプリンタに使用されるMEMSスキャナ。

## 【請求項 11】

前記シリコンスキャンプレートの表面に形成される鏡面を含む、請求項1に記載のレーザプリンタに使用されるMEMSスキャナ。

30

## 【請求項 12】

変調レーザ光を作成するよう、画像データに基づきレーザ光を変調することと、  
シェーピング変調レーザ光を作成するよう、変調レーザ光を形成することと、  
走査されたシェーピング変調レーザ光を作成するよう、シェーピング変調レーザ光を周期的に偏向させることと、

走査された前記シェーピング変調レーザ光を、回転している感光体の上に照射し、ビデオデータに対応した静電潜像を感光体の上に作成するよう、照準を合わせることを含み、

40

前記シェーピング変調レーザ光の周期的偏向は、請求項1に記載のMEMSスキャナによってなされる、レーザプリンタの動作方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、マイクロエレクトロメカニカルシステム(MEMS)スキャナに関し、より詳細には、それらのレーザプリンタへの応用に関する。

## 【0002】

本願は、ウィアットオー・デイビス他により発明され、発明の名称がレーザプリンタに適用されるMEMSスキャナであり、2004年2月9日に米国に出願され同時係属中で

50

ある、仮特許出願番号60/542,896の仮出願の利益を主張するものである。

【0003】

本願は、ウィアットオー・デイビス他により発明され、発明の名称が高性能MEMSスキャナであり、2004年11月12日に米国に出願され、同時継続中である特許出願番号10/986,640の出願と、ケリーD・リンデン他により発明され、発明の名称がMEMSスキャナの製造方法及び製造装置であり、2004年11月12日に米国に出願された特許出願番号10/986,635の出願と、グレゴリー・ティール・ジブソン他により発明され、発明の名称が光線の走査方法及び走査装置であり、2004年11月12日に米国に出願された出願番号10/988,155の出願とに関連する。

【背景技術】

10

【0004】

コンピューター制御の電子写真プリンターは、今やオフィス、工場、印刷所及び家庭に普及している。電子写真プリンターは、トナーを普通紙に転写し、熱、圧力および/またはその他の定着技術を用いてトナーを溶着させることで動作する。転写されたトナーのパターンによって、文字、グラフィックイメージ等が形成される。

【0005】

電子写真という用語は、ドラムやベルトのような光導電性担持媒体に静電潜像を形成するために変調光、特に走査型レーザービームを用いることを意味する。静電潜像は、変調光を照射したことにより得られる感光体の瞬間的な電気的伝導性により形成される。電気的伝導性は、変調光の照射に対応した位置で、表面の静電荷を、感光体からバイアス圧電

20

【0006】

図1は、電子写真プリンターの主な特徴を示した図面である。感光ドラム102は、感光ドラム102の表面にほぼ均一に静電荷を帯電させる帯電器、すなわち感光器104を通過するよう回転する。画像モジュール106は感光ドラム102の表面全体に渡り照射する光を選択的に変化させる。これにより、光が照射された部分の静電荷は、感光層から、感光体表面の裏側に位置する導電層へと放電される。放電及び非放電部のパターンが静電潜像または潜像と称される。

【0007】

電子写真プリンターは白印字(write-white)または黒印字(write-black)に形成することができる。黒印字のシステムの場合、トナーの電荷は、感光体の裏側の導電層と引き合うが、感光体表面に帯電されている電荷とは反発しあうように選択される。このようにして、変調光により「印字」された部分が、印刷面の黒色部分に対応する。

30

【0008】

静電潜像が形成されると、感光体102はさらに現像器108まで回転し、ここで逆帯電したトナーが、多くの場合は微細な乾燥した粒子形状であるが、感光体の表面に引きつけられて付着し、潜像に対応したパターンを描く。感光体102はさらに転写部まで回転し、ここでパターンを描いたトナーが用紙112に転写される。転写部には、たいていコロトロンまたはスコロトロン型のコロナワイヤのような静電吸引素子110が使用される。

40

【0009】

トナーが軽く付着された用紙112は、熱と圧力とを一般的に組み合わせた溶着器114を通過させてその前方へと送られ、それにより、熱可塑性のトナー粒子が用紙に固着して強固な画像を形成する。

【0010】

トナーの転写後、感光体102は、放電灯116及びクリーナー118を通過するように回転し、感光器すなわち帯電器104へと回転するプロセスを繰り返す。

【0011】

各種のプリンターにおいて、発光ダイオード(LED)や液晶シャッター(LCS)、真空蛍光灯、その他の多数の光変調書込ヘッドが感光体に照射される光を調節するために

50

使用されている。しかしながら、一般的には、走査型レーザービームを用いた露光すなわち画像モジュールが、コストやスピード、性能、耐久性の適切なバランスを有していることから、技術的に支持されている。感光体表面に照射される光の調整に走査型レーザービームを使用する電子写真プリンターは、便宜的にレーザービームプリンタまたはLBPと呼ばれている。

#### 【0012】

図2は、先行技術である回転ポリゴンビームスキャナを用いた一般的なLBP露光ユニット106を示す。感光体の感度に適した波長を有するレーザーダイオード202（基本的な感光体の場合、たいていは赤外線）は、画像信号で変調される。ビーム形成光学系204は、所望の形状及び軌跡を有するレーザービームを形成する。レーザービームは、回転ポリゴンミラー206で反射し、光学系エレメント208を通過して感光体102上を走査する。各鏡面に到達するビームがそれぞれの偏光角度で偏向して、感光体102を十分に縦走するように、回転ポリゴン206の反射面210a、210b等は回転の中心より前方の位置となるよう露光ユニット106を設計することが留意されよう。

10

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0013】

走査型レーザービームの露光モジュールが有する1つの課題は、レーザービームを走査するために使用される技術的方法に関する。もっとも使用されてきたのは、回転ポリゴンミラーである。回転ポリゴンミラーは、比較的重いこと、起動速度が遅いこと、装置が大掛かりとなること、騒音、軸受部の信頼性問題、消費電力が比較的高いこと、その他の欠点を有している。

20

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0014】

本発明の種々の態様は、マイクロエレクトロメカニカルシステム(MEMS)スキャナと、電子写真プリンタ露光ユニットへのMEMSレーザービームスキャナの使用とに関する。かかる手段により、回転ポリゴン露光ユニットと比較して、重さや寸法を軽減でき、起動を速くし、騒音を軽減し、信頼性を高め、その他利点を得ることができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0015】

本発明の態様によれば、MEMSレーザービームスキャナは、さまざまな物理的特性及び動作特性 ミラーの寸法、走査角、走査周波数、ミラーの平面度を含み、特に電子写真プリンタユニットに適合する。走査軸を横断する方向に長さ方向が伸張するMEMSミラーは、露光モジュールの光学設計を大きく変更することなしに、回転ポリゴンに代えることができる。

30

#### 【0016】

他の態様は、図面の簡単な説明、詳細な説明、請求項、及び図面を参照することにより明らかとなる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0017】

図3は、LBPに使用されるMEMSスキャナ302を示す。ここに示す典型的な実施例は、40頁/分(ppm)、1200ドット/インチ(dpi)のLBPに関する。MEMSスキャナ302は、当技術分野で周知のように、バルクマイクロマシニング技術を用いて単結晶シリコンから、ホトリソグラフィ方式で形成される。鏡面を有するスキャンプレート304は、各サスペンションビーム308a、308bを介し、一対のトーションアーム306a、306bに連結されている。サスペンションビーム308a及び308bは、スキャンプレート304上のトーションアーム306a、306bにかかる負荷トルクをスキャンプレートの表面全体に分散させることで、鏡面をほぼ平坦に、一般的には1/4以内に、保つ役割を果たす。

40

#### 【0018】

50

サスペンションビーム308は、各外側（側方）コネクタ316a、316b、316c、316d及び各軸コネクタ318a、318bを介して、スキャンプレート304に連結している。そして、サスペンション要素308a、316a、316b及び318aは第1サスペンションを形成し、第1トーションアーム306aとスキャンプレート304とを連結している。同様に、サスペンション要素308b、316c、316d、及び318bは、第2サスペンションを形成し、第2サスペンションアーム306bとスキャンプレート304とを連結している。

#### 【0019】

鏡面は、金属、積層誘電体、または当技術分野において周知の技術を用いて、スキャンプレート304の表面に形成される。アルミニウムは、赤色及び赤外線（最短波長で825ナノメートル）に対し、約85%以上の反射率を有するミラーを形成すべく使用される。金または銀は、赤色光及び赤外線に対し、約90または95%以上の反射率を有するミラーを形成すべく使用される。（1/4波長板のような）積層誘電体で成る反射器は、幅広い波長にわたり、高い反射率を有する。

#### 【0020】

トーションアーム306a、306bの端部は、“T字バー”312a及び312bで終端する。T字バー312a及び312bは、図示のとおり取付パッド314a、314b、314c、及び314dと連結している。まとめると、T字バー312a及び取付パッド314a、314bは、トーションアーム306aを支持構造（図示せず）に連結する第一取付構造を構成する。同様に、T字バー312b及び取付パッド314c、314dは、トーションアーム306bを支持構造（図示せず）に連結する第二取付構造を構成する。代替的实施例として、取付部は他の形状、例えば取付パッドを長方形としたり、トーションアームと直接結合したり、または各種の形状を採用することもできる。あるいは、フレーム型の取付構造をスキャンプレート304とトーションアーム306a、306bの末端に形成することもできる。図3に示される典型的な実施例は、所定の効果を奏する。例えば、1枚のウエハにより多くのデバイスを詰め込むことができる、動応力を軽減できる、各取付板をアクチュエータと直接連結できる、取付板314がそれぞれ互いに離れて“浮かんで”いるため、MEMSスキャナの残留応力を低減することができる等である。

#### 【0021】

取付パッド314a、314b、314c及び314dがハウジングに取り付けられると、電力がアクチュエータ（図示せず）に周期的に適用され、ミラー304は、トーションアーム306a、306bにより定まる回転軸310の回りを周期的に前後に回転する。

#### 【0022】

スキャンプレート304は、長さ（回転軸310に直角な方向）が約8ミリメートル、幅（回転軸310に水平な方向）が750マイクロメートルである。このように典型的な実施例では、スキャンプレート（及びその上に形成されるミラー）の横方向寸法は、縦方向寸法の約10.67倍となる。

#### 【0023】

適当な信号で駆動されると（例えば、4アクチュエータ設計において、0ボルトと25ないし30ボルトとの間で変化する5KHzの正弦振動）、ミラーは、5KHzの周波数、±20°の機械的走査角で振動する。

#### 【0024】

図示のようにMEMSスキャナ302は、長さ8.76ミリメートル（フィレットを含む）の2本のトーションアーム306a、306bを有し、一端（特にサスペンションビーム308a、308b）に長径400ミクロン、短径200ミクロンの楕円フィレットを有し、T字バー312a、312bから成る他端に長径400ミクロン、短径200ミクロンの楕円フィレットを有する。トーションアーム306a、306bの幅は384ミクロンである。トーションアームはMEMSスキャナ302の残りの部分と同様に、厚さ

10

20

30

40

50

700ミクロンのウエハをDRIE処理でエッチング加工されて成る。スキャンプレートの質量、質量分布、幅、奥行き、トーションアーム及びT字バーの長さが与えられると、共振走査周波数及び共振走査角が定まる。

【0025】

サスペンションビーム308a、308bは、幅396ミクロンであり、各トーションアーム306a、306bとほぼ鈍角の $91.6^\circ$ をなすよう傾斜し、スキャンプレート304の横方向寸法8ミリメートルと同じ範囲で横に伸長している。サスペンションの各中央コネクタ318a、318bは、サスペンションビーム308a、308bの中心線から、スキャンプレート304の中心線へ伸び、その距離は500ミクロンである(フィレットを含む)。各中央コネクタ318a、318bは、幅164ミクロンであり、両端に半径100ミクロンのフィレットを有している。各外側コネクタ316a、316b、316c、316dは、幅(横方向)250ミクロン、長さ(縦方向)400ミクロンであり、フィレットは有していない。各サスペンションは、それぞれ、サスペンションビーム308、中央サスペンションコネクタ318、及び、2つの外側サスペンションコネクタ316から成り、トーションアーム306a、306bとスキャンプレート304とを結合し、これにより、応力集中は低減し、負荷トルクは拡散され、かつ、動的変形が抑えられる。他の代替的なサスペンション形状も当業者により実施可能である。

10

【0026】

T字バー312a、312bは、それぞれ、長さ1.8ミリメートル(フィレットを含む横方向の全寸法)幅400ミクロン(縦方向寸法)であり、トーションアーム306a、306bが構成する軸から直角方向へ対称的に伸びる。図のように、T字バー312a、312bの外端部は、半径200ミクロンで、4つの各取付パッド314a、314b、314c、314dと連結している。各取付パッドは、5ミリメートル四方である。T字バーや取付パッドの配置は応用形態に応じて調整される。

20

【0027】

図4は、図3のMEMSスキャナに周期的な駆動信号を与えた場合の動的反応を表したグラフである。曲線402は、周期的な駆動周波数406の関数としての振幅応答404を示す。曲線408は、スキャナと駆動器の位相410を同じ駆動周波数軸406上にプロットしたものである。曲線402からは、MEMSスキャナの共振周波数と対応する5kHz辺りで、応答のピークがみてとれる。ピークの値は、相対値で示されているが、典型的な実施例では、許容される駆動電力における共振応答である $\pm 20^\circ$ の機械的走査角度を得るに充分に高い。4アクチュエータの実施例では、振幅が0ボルトと25ないし30ボルトとの間で変化する5kHz正弦波と近似した波形から $\pm 20^\circ$ の機械的走査角が得られる。

30

【0028】

65から70kHz間の第2のピークは、圧電素子の共振作用に対応している。

【0029】

曲線408は、MEMSスキャナに与えた駆動信号の位相信号が共振点において反転する模様を表している。5kHz以下において、位相は $0^\circ$ である。5kHz以上かつ第二のピーク以下において、位相は $-180^\circ$ である。図示されるように、第一共振点において、位相は反転し、 $-90^\circ$ を超える。第二のピークを超えると、システムの応答は低下し、位相はピーク前の $-180^\circ$ から、第二共振点において $-270^\circ$ を通過し、第二共振点を超えた地点で $-360^\circ$ ( $0^\circ$ )まで反転する。最大の効果を得るには、第一共振点もしくはそれに非常に近い地点でMEMSスキャナを操作するとよいことがわかる。

40

【0030】

5kHzで操作する場合、MEMSスキャナの共振周波数は5kHzより数ヘルツ上回った値、一般的には5.001から5.005kHzの範囲、に調節される。かかる調節は、本願の冒頭に記した米国特許第6245590号に開示された方法を使用して実行することもできる。共振周波数の調節には、エポキシ樹脂からなるスキャンプレートに加重する方法がよいことが知られている。

50

## 【 0 0 3 1 】

図5は、100ミリメートルのシリコンウエハ502上にMEMSスキャナ302a、302b、302c、302d、302e及び302fを並べたレイアウトを示す。このようにMEMSスキャナ302aは、取付パッドやミラーを相互に入り込ませて密に配置される。これはウエハ一枚あたりの生産を最大化すべくなされる。大型のウエハでも同様に、電子部品が密に配置される。ウエハからスキャナを完全に切り出すためには、ダイシングソーを使用して電子部品を切り出す方法よりも、深掘り反応性イオンエッチング(DRIE処理)のようなホトリソグラフィ処理が用いられる。スキャナとウエハをつなぐ極細のシリコン“ブリッジ”が所々に見える。これらブリッジは容易に折れてスキャナを飛び出させるので、スキャナを切り出すことができる。

10

## 【 0 0 3 2 】

図5は、T字の端部がスキャンプレート側に傾いた他のT字バー312を示す。この形態では、部品の長さが短縮され、ウエハ上の隣り合う部品同士がより密に配置されるため、スキャナの大きさを最小限に抑える、ウエハからの生産量を最大化する等に有用である。

## 【 0 0 3 3 】

図6は、MEMSスキャナのクランプとアクチュエータの配置を示す。市販製品である一对の圧電素子602a、602bは取付ベース604上に設置され、第一絶縁体606a、606bを介して、MEMSスキャナ302の各取付パッド314a、314bを支持する。各圧電素子602a、602bは、それぞれの位置において、取付パッド314a、314bを電氣的に押さえつけ、トーションアーム306a、306bにより定まる回転軸310の回りを周期的に回転させる。同様に、圧電素子602a、602bを活性化することで、ミラー304の長軸にほぼ沿った軸を横断する軸の回りにMEMSスキャナ302を回転させることができる。

20

## 【 0 0 3 4 】

MEMSスキャナ302と圧電素子602a、602bとの接触を保つために、クランプ、すなわち、圧力アセンブリである608a及び608b(608bは図示せず)は、取付パッド314a、314bを圧電素子に押し付ける。クランプ608bは、図6を明確にするために省略されている。図示されるように、クランプ608は(アセンブリの底部を発端とし、取付パッド314と接触しており)、第一圧力プレート610、任意で取り付けられる円板ばね612、第二圧力プレート614、第二絶縁体616、及び第三圧力プレート618で構成される。一実施例において、第一圧力プレート601の端部は、図のように圧力アセンブリから外側に伸長する。後述するが、これはヒータ線すなわちリードを接着する部位にあたる。円板ばね612は、スプリングマスターズ#D63203のような市販製品であり、剛性が小さく、固有共振周波数が高い(5kHz以上)ものが選ばれる。円板ばねは、応用形態に応じて、二枚一組としたり、他の枚数にしたり、もしくは全く使用しないこともできる。第一及び第二の圧力プレート610、614で押しつけることにより、円板ばね612の表面は強固になる。第二絶縁体616はMEMSスキャナ302aを絶縁する。第一及び第二の絶縁体606、616は、パイレックス(登録商標)ガラスのように、適当な密度、電氣的絶縁力、及び圧縮強度を有した材質からなる。第一及び第二の圧力プレート610、614は、鋼鉄のように、適当な導電性を有し、かつ、適当な圧力強度、硬度、及び密度を含む物理特性を有する材質からなる。第三圧力プレート618は、第二絶縁体616の上面に位置し、圧力アセンブリとハウジング(図示せず)とを接続する。第三圧力プレート618は、好ましくは鋼鉄から成り、マウンティングと調整ねじ(図示せず)が取り付けられる穴620を有する。当業者にとって明らかなように、代替的もしくは一部変更したクランプを使用することもできる。

30

40

## 【 0 0 3 5 】

図7は圧電素子602の全体図を示す。当該素子は、PICMA 885.10.モデル<http://www.physikinstrumente.de>を含むいくつかの出所源から調達することができる。

## 【 0 0 3 6 】

50

図 8 及び図 9 は、L B P プリンタに使用される M E M S スキャナハウジング 8 0 2 の全体図を示す。2 枚のフロントプレート 8 0 4 a、8 0 4 b は、取付ねじ 8 0 8 a、8 0 8 b、8 0 8 c、8 0 8 d で後方ハウジング 8 0 6 に固定される。M E M S スキャナ 3 0 2 は、当該ハウジングの空洞内に保持され、ここで適当量の回転が許される。調整ねじのねじ穴 8 1 0 a、8 1 0 b、8 1 0 c、及び 8 1 0 d には調整ねじ（図示せず）がはめ込まれ、この調整ねじは第三圧力プレート 6 1 8（図 6 に示されている）に形成された調整ねじ穴へと突き抜けている。組み立て時、調整ねじは円板ばね 6 1 2（図示せず）に一定の予加重を生じさせる。操作中の M E M S スキャナの動作は、後方ハウジング 8 0 6 の上部に形成された M E M S 観測ポート 8 1 2 を通して観測される。M E M S スキャナアセンブリ 8 0 2 は、ハウジング内に形成されている取付タブ 8 1 4 a、8 1 4 b によって、L B P の露光ユニットに固定される。

10

#### 【 0 0 3 7 】

M E M S スキャナ 3 0 2 をハウジング 8 0 2 に固定するのにクランプ 6 0 8 を使用することで、マウントを“浮かせる”ことができ、その結果、取付パッド 3 1 4 を交互に微動させることができる。いくつかの実施例では、組み立て作業中にクランプ 6 0 8 がわずかにねじれることで、取付パッド 3 1 4 の面内に微小なねじりが生じる。これにより、M E M S スキャナの T 字バー及び / 又はトーションバーに好ましくない残留応力が生じる。このようなねじれは、小さい走査角で数時間、設置されたスキャナを動作させる、つまりバーンインすることで、低減ないし除去することができる。典型的な実施例では、1 / 2 の振幅で約 4 時間スキャナを動作させる。このバーンイン処理をすることで、T 字バー及び / 又はトーションアームの機械的故障に関連する“初期段階”の故障の発生を減らすことができる。もしくは、クランプアセンブリのねじれを低めに設定することで、スキャナアセンブリのバーンイン処理を減らし、あるいはなくすることができる。

20

#### 【 0 0 3 8 】

M E M S スキャナ 3 0 2 は 4 つの圧電素子 6 0 2 で駆動することが可能であり、各取付パッド 3 1 4 a、3 1 4 b、3 1 4 c、及び 3 1 4 d は並列に配置される。代替例として、M E M S スキャナの一端を固定位置で支持し、例えば取付パッド 3 1 4 c、3 1 4 d を堅固な取付部位に支持し、M E M S スキャナ他端を圧電素子により駆動する、例えば取付パッド 3 1 4 a、3 1 4 b を図 6 に示されるように圧電素子に取り付けることも可能である。また、第三の代替例として、3 つの取付パッドをそれぞれ堅固な取付部位に固定して、圧電素子を 1 つだけ使うことも可能である。

30

#### 【 0 0 3 9 】

上述のように M E M S スキャナ 3 0 2 は、所望の動作周波数から数ヘルツ以内の共振周波数となるよう調整される。図 4 の曲線 4 0 2 から明らかなように、共振周波数のわずかな変化は、（所定周期の駆動電圧での）回転振幅に比較的大きな変化をもたらす。本発明者は、典型的実施例において M E M S スキャナが外枠をたとえ有しなくとも、M E M S デバイスの加熱を制御すれば、共振周波数さえも調整でき、それ故に、駆動振幅も調整できることを発見した。図 6 に戻るに、クランプ 6 0 8 a における第一圧力プレートの拡張タブは、クランプ 6 0 8 b（図示せず）における圧力プレートと同様に、ヒータ線を受け入れる。同様に、隣接する取付パッド 3 1 4 c、3 1 4 d（これらも図示せず）もヒータ線を受け入れる。かかるヒータ線は、第一圧力プレートの金メッキされた拡張タブにはんだ付けする方法、金属化された接着パッド、例えば取付パッド 3 1 4 にはんだ付けする方法、もしくは、その他当該技術分野に周知な方法で取り付けられる。動作中、走査振幅はセンサーで観測され、スキャナ 3 0 2 の両端間（一端が取付パッド 6 0 6 a 及び 6 0 6 b で形成され、他端が取付パッド 6 0 6 c 及び 6 0 6 d で形成される）の電位は調整される。シリコン材料の電流抵抗により、特にトーションアーム 3 0 6 a、3 0 6 b では、ジュール熱が生じる。高熱は、トーションアームを“軟化”させ、かつ、付随的に共振周波数を低減させる。従って、標準的な共振周波数をやや下回る値で動作されている場合、熱量が増加し、その結果走査振幅が小さくなるか、さもなければ、熱量が減少し、その結果走査振幅が大きくなる。0 から 1 . 5 W のチューニング電圧により、約 8 H z あたりに共振周波

40

50

数が調整されることが実験から明らかになっている。この値は、高走査周波数においては、いくらか小さくなり、低走査周波数においては、いくらか高くなる可能性があるが、これは動作中スキャナへ吹き込まれる冷気によるものと推定される。

【0040】

上述の発明の典型的な実施例の概要、図面の簡単な説明、及び、本発明における典型的な実施例の詳細な説明は、読み手に理解しやすい態様で記載されている。他の構造、方法、及び等価物も、本発明の範囲に含まれる。また、ここで述べた本発明の範囲とは、請求項に係る発明に限定されるものでない。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】典型的な電子式写真プリンタの主な構成部材を説明する図。

【図2】先行技術である回転ポリゴンビームスキャナを用いたLBP露光ユニットの図。

【図3】本発明の一実施例に基づくMEMSスキャナの図。

【図4】図3のMEMSスキャナの動的反応を表したグラフ。

【図5】製造中の多数のMEMSスキャナが一枚のウエハ上にいかに配置されるかを示す図。

【図6】図3のMEMSスキャナを取り付けるための取付クランプを示す図。

【図7】図6のアクチュエータを形成する圧電素子の詳細図。

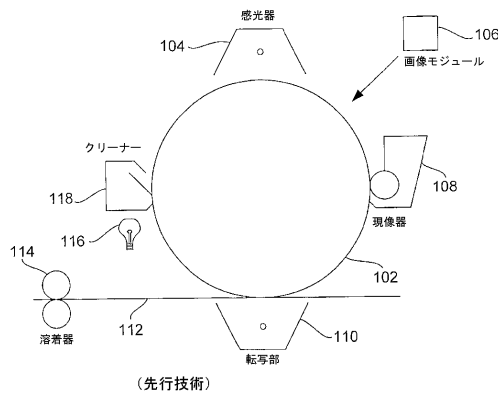
【図8】LBPプリンタに使用されるMEMSスキャナパッケージの正面斜視図。

【図9】図8のMEMSスキャナパッケージの補足的な2つの斜視図。

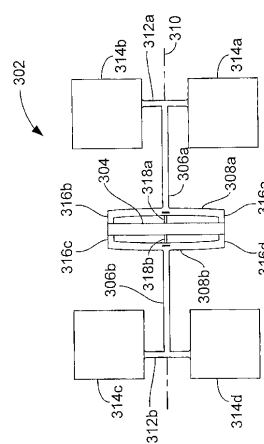
10

20

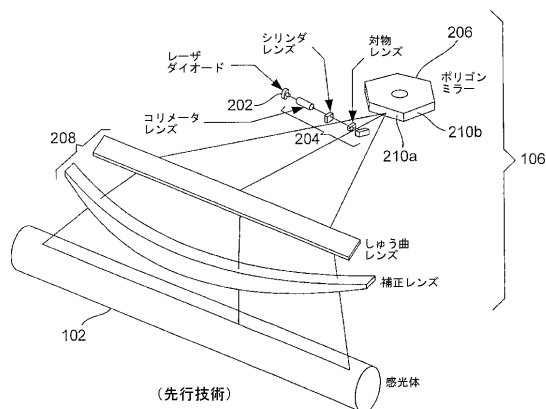
【図1】



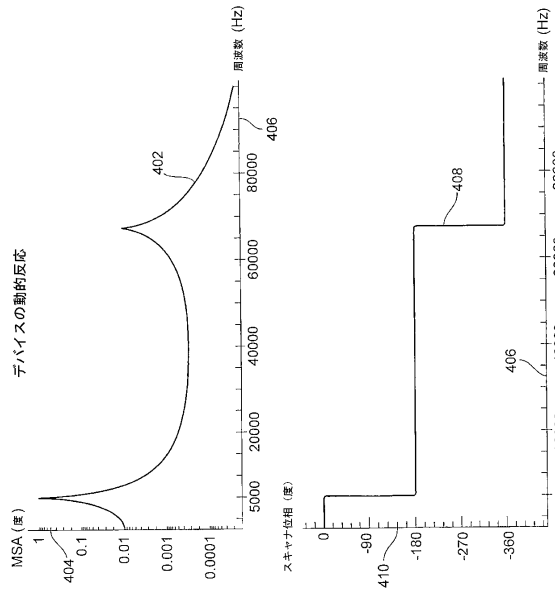
【図3】



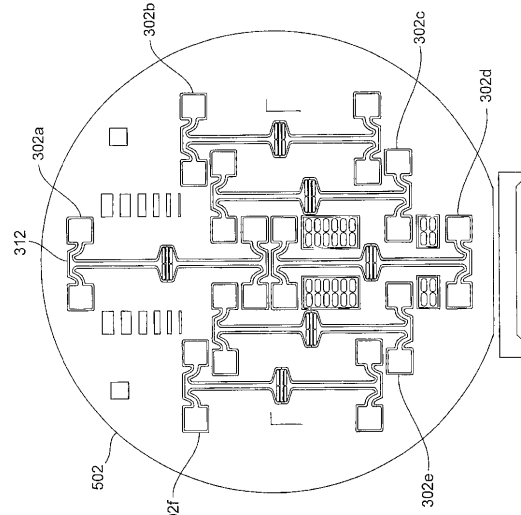
【図2】



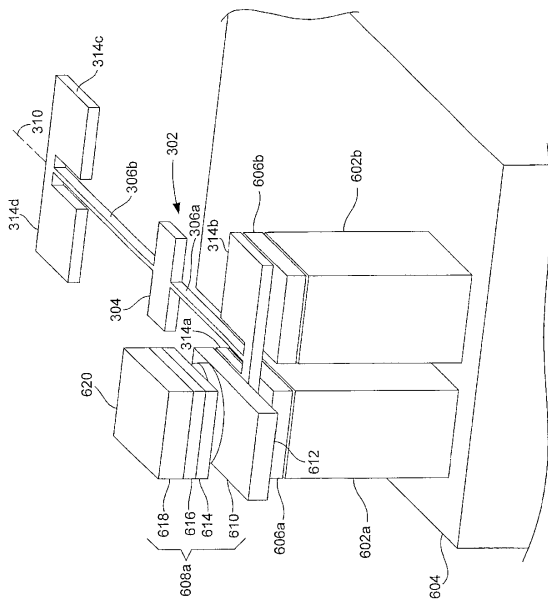
【図4】



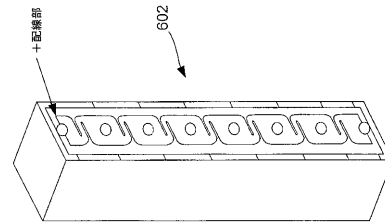
【図5】



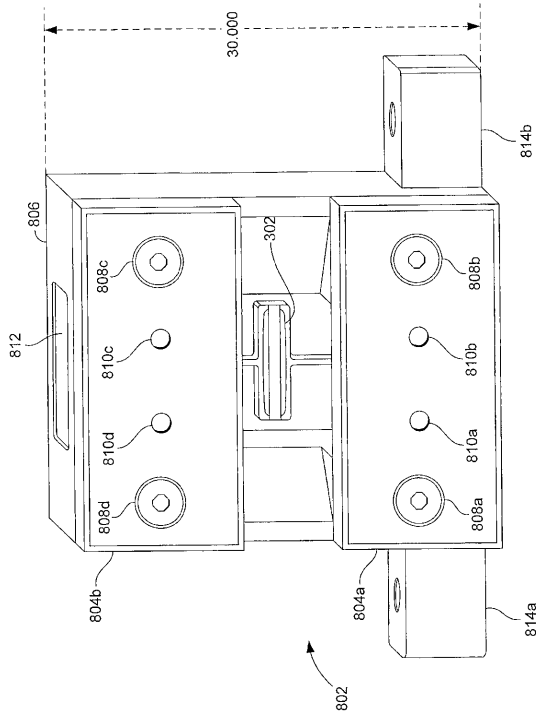
【図6】



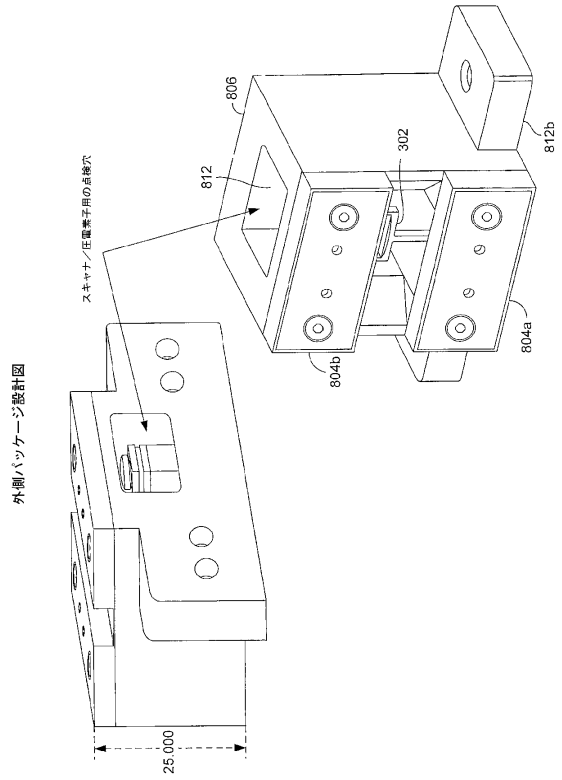
【図7】



【 図 8 】



【 図 9 】



外側パッケージ設計図

## フロントページの続き

- (72)発明者 スプレイク、 ランドール、 ビー  
アメリカ合衆国 98014-9715 ワシントン州 カーネーション 317ス アヴェニュー  
ー エヌイー 11021
- (72)発明者 デイヴィス、 ワイアット、 オー  
アメリカ合衆国 98021-3527 ワシントン州 ポセル 33ド アヴェニュー エスイ  
ー 20821
- (72)発明者 ブラウン、 ディーン、 アール  
アメリカ合衆国 98037-4940 ワシントン州 リンウッド 11ス アヴェニュー ダ  
ブリュ 18529
- (72)発明者 古賀 欣郎  
長野県塩尻市大門1077-14
- (72)発明者 阿部 信正  
長野県松本市宮田33-12
- (72)発明者 野村 雄二郎  
長野県塩尻市棧敷330

審査官 吉田 英一

(56)参考文献 特開2001-264676(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 26/00-26/10