

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4416233号
(P4416233)

(45) 発行日 平成22年2月17日 (2010.2.17)

(24) 登録日 平成21年12月4日 (2009.12.4)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 O 3 F

F 1 6 F 15/02 (2006.01)

F 1 6 F 15/02 A

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-326318
 (22) 出願日 平成11年11月17日 (1999.11.17)
 (65) 公開番号 特開2001-144005 (P2001-144005A)
 (43) 公開日 平成13年5月25日 (2001.5.25)
 審査請求日 平成18年11月15日 (2006.11.15)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100082337
 弁理士 近島 一夫
 (74) 代理人 100095991
 弁理士 阪本 善朗
 (72) 発明者 伊藤 浩司
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内
 審査官 佐野 浩樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体露光装置の架台支持方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体露光装置を装置支持手段を介して搭載する架台を架台支持手段を介して建屋床に接続する半導体露光装置の架台支持方法において、
 架台の質量を M 、架台支持手段の剛性を K 、露光装置から架台が受ける力の最大値を F_0 、露光装置の床振動許容値を V_0 として、予め得られた前記力の最大値 F_0 および前記床振動許容値にもとづいて、以下の式を満たすように、架台の質量および架台支持手段の剛性の積の範囲を決定する第1決定ステップと、

$$V_0 > F_0 / (M \cdot K)^{1/2}$$

前記第1決定ステップで決定された架台の質量および架台支持手段の剛性の積の範囲を満たすように、架台の質量および架台支持手段の剛性の各々を決定する第2決定ステップと、

前記第2決定ステップで決定された質量および剛性をもつ前記架台および前記架台支持手段により前記半導体露光装置を支持する支持ステップと、
 を備え、前記第1決定ステップにおいて、前記架台の質量と前記架台支持手段の剛性の積が、 $3 \times 10^{11} [kg/s]^2$ より大きく $6 \times 10^{12} [kg/s]^2$ より小さい範囲の値となるように決定することを特徴とする半導体露光装置の架台支持方法。

【請求項 2】

前記架台支持手段は塑性変形する材質あるいは粉体であって、前記架台の設置時に前記架台支持手段を塑性変形させることにより前記架台を前記建屋に固定することを特徴とす

10

20

る請求項 1 記載の半導体露光装置の架台支持方法。

【請求項 3】

前記架台と前記架台支持手段との間で前記架台支持手段に直列に前記架台全体のレベリングを可能とするレベリング手段を配設することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の半導体露光装置の架台支持方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体露光装置の設置用架台の支持方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体露光装置を建屋床に設置する際に、通常、半導体露光装置は図 9 に図示するように設置用架台を介して建屋床に設置されている。すなわち、半導体露光装置（以下、単に露光装置ともいう）101 の設置用の架台 102 は建屋床 104 に対して架台支持手段 105 により接続され、架台 102 の上に半導体露光装置 101 が装置支持手段 103 を介して搭載され、架台 102 の高さは、架台 102 の上面とアクセス・フロアー 108 が同じ高さになるように、設計されている。この露光装置の設置用の架台 102 は、以下に説明するように、建屋床 104 と露光装置 101 のインターフェースの役割を果たす重要な要素である。

【0003】

アクセス・フロアー 108 はその上を作業者が歩行することにより振動し、この歩行に基づく振動は建屋床 104 や架台 102 を伝わって露光装置 101 をも振動させる。また、露光装置 101 を設置する工場内では、歩行振動以外にも、空調用のファンの振動など様々な振動が発生し、これらの振動も、建屋床 104 や架台 102 を経て露光装置 101 へ伝わる。これらの露光装置周辺の振動の他に、露光装置自身が発生する加振力による振動がある。露光装置 101 内には、ウエハやレチクルを移動するためのステージが装備されており、これらが高速で移動することによる駆動反力は最終的に装置支持手段 103 を介して架台 102 を振動させる。また、装置に装備する空調器が発生する加振力も架台 102 を振動させる。このように、これら装置外部の加振源と装置内部の加振源が架台 102 を振動させる。

【0004】

ところで、露光装置 101 は、レチクル上の微細なパターンをウエハ面に露光転写することを目的とするため、装置の床振動が大きいと装置の露光性能を悪化させることとなる。このため、露光装置 101 は床振動の許容値を装置設置仕様として定めている。この振動条件を満足するために、装置にとっての直接の床である架台の設計に当たっては振動に関して十分な注意が必要である。

【0005】

露光装置の設置用架台の設計手順は、通常、図 8 に示すようなフローチャートに沿って行なわれている。ここで、架台に対する仕様（ステップ S1）としては、露光装置に関するものと、建屋に関するものがある。装置側の要求としては、装置寸法、装置荷重、装置取り付け面の精度、装置の床振動許容値などがある。また、建屋側の要求としては、耐荷重、建屋の床とアクセス・フロアー間の高さなどがある。これらの与えられた仕様を満足するような架台を設計する（ステップ S2）。次に、設計された架台が指定された仕様を満足しているのかの検証を行なう（ステップ S3）。検証に際して、架台の寸法、面精度などは設計図上での検証が容易であるが、振動に関する仕様の検証は図面上ではできない。そこで、装置側から提出される装置加振力による架台の振動が装置の床振動規格を満足するか否かは、通常、架台および建屋の FEM モデルを用いて検証されている。この FEM モデルに装置加振力を印加した結果の床振動と建屋の暗振動が架台に発生させる振動の和が、装置の床振動許容値を満たす必要がある。検証の結果、振動特性等が仕様を満足しない場合には、設計を修正し再度検証を行なう（ステップ S2 ～ステップ S3）ことになる

10

20

30

40

50

。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述した露光装置設置用の架台の設計過程の中で、振動の仕様を満足させることは、手間がかかる上に、F E Mモデルでは微振動の領域において十分に実対象に近似させることが困難なために検証結果の信頼性が低く、設計上困難な事項であった。

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、上記の従来技術の有する未解決の課題に鑑みてなされたものであって、半導体露光装置の設置用架台の振動特性を決める指標として架台の質量と支持剛性の積を用いることにより、架台の設計を容易に行なうことができるようにし、架台に対して過度の要求をすることなく、半導体露光装置に十分な性能を発揮させることができかつコスト・パフォーマンスに優れた半導体露光装置の架台支持方法および支持装置を提供することを目的とするものである。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の半導体露光装置の架台支持方法は、半導体露光装置を装置支持手段を介して搭載する架台を架台支持手段を介して建屋床に接続する半導体露光装置の架台支持方法において、架台の質量をM、架台支持手段の剛性をK、露光装置から架台が受ける力の最大値をF₀、露光装置の床振動許容値をV₀として、予め得られた前記力の最大値F₀および前記床振動許容値にもとづいて、以下の式を満たすように、架台の質量および架台支持手段の剛性の積の範囲を決定する第1決定ステップと、

$$V_0 > F_0 / (M \cdot K)^{1/2}$$

前記第1決定ステップで決定された架台の質量および架台支持手段の剛性の積の範囲を満たすように、架台の質量および架台支持手段の剛性の各々を決定する第2決定ステップと、前記第2決定ステップで決定された質量および剛性をもつ前記架台および前記架台支持手段により前記半導体露光装置を支持する支持ステップと、を備え、前記第1決定ステップにおいて、前記架台の質量と前記架台支持手段の剛性の積が、 $3 \times 10^{11} [kg/s]^2$ より大きく $6 \times 10^{12} [kg/s]^2$ より小さい範囲の値となるように決定することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

本発明の半導体露光装置の架台支持方法において、前記架台支持手段は塑性変形する材質あるいは粉体であって、前記架台の設置時に前記架台支持手段を塑性変形させることにより前記架台を前記建屋に固定することが好ましい。

【 0 0 1 0 】

本発明の半導体露光装置の架台支持方法において、前記架台と前記架台支持手段との間で前記架台支持手段に直列に前記架台全体のレベリングを可能とするレベリング手段を配設することが好ましい。

【 0 0 1 4 】

【作用】

本発明の半導体露光装置の架台支持方法によれば、半導体露光装置の設置用架台の振動特性を半導体露光装置に対し適切に設計するための指標として、架台の質量Mと架台支持手段の剛性Kの積を用い、この積を所定の範囲内に設定することにより、架台として適切な振動特性をもたせることができ、そして設計の自由度も高いために、設計を容易に行なうことができ、製作コストを抑えることも可能となる。

【 0 0 1 5 】

また、架台支持手段として塑性変形する材質あるいは粉体を用いることにより、架台と建屋床との密着度が増し、半導体露光装置の良好な設置が可能となり、さらに、架台と架台支持手段との間にレベリング手段を配設することにより、架台の水平度の調整が可能となり、半導体露光装置が必要とする水平度を常に維持することが可能となる。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0017】**(実施例1)**

図1は、本発明に係る半導体露光装置の架台支持方法の実施に用いる架台支持装置の一例を示す概略構成図であり、図2は、半導体露光装置の架台支持装置における架台の振動に関する振動モデルである。

【0018】

図1において、半導体露光装置1を設置するための架台2は、建屋床4に架台支持手段5を介して接続され、架台2の上に半導体露光装置1が装置支持手段3を介して搭載され、架台2の高さは、架台2の上面とアクセス・フロアー（不図示）が同じ高さになるように設計される。建屋床4に対して架台2を支持する架台支持手段5としては、通常、接着剤、ボルト締結等の剛性の高い手段が選ばれる。

【0019】

次に、半導体露光装置設置用の架台に要求される特性について、架台の振動に関する最も簡単なモデルである図2に示す振動モデルを用いて、説明する。

【0020】

図2において、Mは架台2の質量、Kは架台2と建屋床4間の架台支持手段5の支持剛性、Dは架台2と建屋床4間の架台支持手段5の粘性係数である。なお、実際の振動系がこのモデルで近似できるためには、架台本体の剛性は架台支持部の剛性より十分に高く製作されていることが前提となる。また、ここでは、議論を明確にするために1軸方向の振動のみ考察するが、実際の設計に当たっては、X、Y、Zの直交3軸方向とそれらの軸回りの回転3軸方向の合計6軸に対しても同様な設計を行なう必要がある。

【0021】

架台に要求される振動特性を規定する方法としては、例えば、共振周波数 f_n を指定する方法がある。この場合、共振周波数 f_n [Hz]、架台の質量M [kg]と架台の支持剛性K [N/m]には、次の関係がある。

$$f_n = (K/M)^{1/2} / 2$$

【0022】

したがって、指定された共振周波数の架台を実現する場合、質量を軽くし、剛性の高い接続を選ぶと、架台の製作が容易である。しかし、架台は、アクセス・フロアーまでの高さを確保すること、装置重量による変形を抑えること、さらに、架台本体の剛性を高くすることなどの必要性により、架台の質量はある程度大きくならざるを得ない。架台の質量が大きくなると、指定された共振周波数を満足する支持剛性は、質量に比例して大きくなるため、このような支持剛性を実現することは困難になる。したがって、このように共振周波数を指定する方法では、架台に対して過度の要求となる可能性が高い。

【0023】

図2に示す振動モデルから、架台質量Mと架台支持部の支持剛性Kの間には、振動の大きさに対して、トレードオフがあることが分かる。つまり、架台の質量Mが大きい場合には支持剛性Kを小さくしても振動の小さい架台が作製でき、また逆に、支持剛性Kが高い場合には架台質量Mを小さく作っても振動は小さくなる。このような物理的特性に適應する指標として、ここではモビリティを用いる。モビリティは、ある点に力を印加したときに、その力により発生するその点の速度までの伝達関数である。図2に示す振動系のモビリティは図3に示すようになる。

【0024】

図3において、 f_n はこの振動系の共振周波数であり、共振周波数以下の低周波数領域の振動特性は線1で近似的に表され、共振周波数以上の高周波数領域の振動特性は線2で近似的に表される。線1は振動系の剛性Kにより定まり、線2は振動系の質量Mで定まる直線である。このように低周波数の振動は剛性Kにより抑圧され、高周波数の振動は質量Mにより抑圧される。この2つの線の交点が共振周波数 f_n であり、このときのゲインは1

10

20

30

40

50

$1 / (M \cdot K)^{1/2}$ で表される。したがって、粘性係数 D の影響を無視すれば、モビリティの最大値は、 $1 / (M \cdot K)^{1/2}$ であり、装置に発生する加振力に対する床振動は、このモビリティに加振力を乗じることにより床振動速度として求めることができる。

【 0 0 2 5 】

したがって、露光装置加振力の最大値を $F_o [N]$ とし、露光装置の床振動許容値が一定床振動速度 $V_o [m/s]$ とするならば (図 4 参照)、

$$V_o > F_o / (M \cdot K)^{1/2}$$

すなわち、

$$M \cdot K > (F_o / V_o)^2 [kg/s]^2$$

となるように、架台の質量 M と架台の支持剛性 K の積 ($M \cdot K$) を定めると、共振周波数付近以外の床振動速度は床振動速度 V_o 以下に抑制することが可能となる。

10

【 0 0 2 6 】

装置加振力の最大値を全周波数領域で一定とし、 M と K の積 ($M \cdot K$) が一定になるような設計を行なうと、架台の振動特性は、図 5 の近似特性 A 、 B 、 C のようになり、床振動許容値 V_o に対して常に一定の範囲内に設計することができる。ここで、近似特性 A 、 B 、 C の最大値は、各々 V_A 、 V_B 、 V_C であって、 V_m に等しい。一方、共振周波数を一定 ($f_n = f_3$) に設計する場合には、図 6 に示す近似特性 a 、 b 、 c のようになり、各々の速度の最大値は V_a 、 V_b 、 V_c であり、床振動許容値 V_o に対しての関係は定まらない。このように、 M と K の積 ($M \cdot K$) が一定になるような設計を行なうと、共振周波数を指定する方式に比べて、床振動許容値に対して合理的に架台の特性を設計することが

20

【 0 0 2 7 】

以上のように、架台の質量 M と架台の支持剛性 K の積 ($M \cdot K$) を、架台の振動特性を決める指標として用いることが好適である。しかし、実際には、共振周波数付近の振動の大きさは粘性係数 D に支配される。また、加振力は周波数スペクトルをもち全周波数領域で一定ではない。そこで、これらの点と、実際の装置および架台の設計例と実測値を基に、 M と K の積 ($M \cdot K$) について種々求めた結果、 M と K の積 ($M \cdot K$) を次の範囲に設定すると、露光装置の架台としての振動特性が適切であることが判明した。

$$3 \times 10^{11} < M \cdot K < 6 \times 10^{12} [kg/s]^2 \quad \dots\dots (1)$$

【 0 0 2 8 】

以上のように設計指標を決めると、架台質量 M と架台支持剛性 K の積は規定されるが、設計の自由度は大きい。例えば、架台の質量が大きくなる場合には、支持剛性を低く設計することができ、また、架台の質量が小さくなる場合には、支持剛性を高く設計することにより、架台に対する要求を満足できる。このように個々の場合に応じた設計が可能である。

30

【 0 0 2 9 】

前述したように、架台の振動特性を露光装置に対し適切に設計するための指標として、架台の質量 $M [kg]$ と支持剛性 $K [N/m]$ の積 ($M \cdot K$) を用い、この積を前述した式 (1) の範囲に抑えることにより、露光装置の架台として適切な振動特性をもたせることができ、また、設計の自由度も高いため、製作コストを抑えることも可能となる。

40

【 0 0 3 0 】

(実施例 2)

本実施例の構成は、前述した実施例 1 と同様であり、図 1 を用いて説明する。架台 2 を建屋床 4 に接続する方法としては、前述したようにボルト締結や接着剤等を用いることができるけれども、ボルト締結を用いる場合、梁に穴を開ける必要があるが、作業中のクリーンルーム内でこの作業を行なうことは困難である。これは工事による振動が周辺機器の性能を悪化させるためである。また、接着剤を用いる場合、接着剤は一度固定すると次にレイアウトを変更するのが困難であるなどの問題がある。

【 0 0 3 1 】

そこで、本実施例では、露光装置設置用の架台 2 を建屋床 4 に接続する架台支持手段 5 と

50

して、塑性変形する材質あるいは粉体からなる支持部材を用いる。塑性変形する材質や粉体からなる支持部材としては、鉛等の金属や各種の合成樹脂などがある。このような塑性変形する素材あるいは粉体を用いることにより、架台 2 と建屋床 4 の密着度が増し、両者間のガタツキがなくなるため、良好な設置が可能となる。

【 0 0 3 2 】

(実施例 3)

本発明の実施例 3 の概略構成図を図 7 に図示する。

【 0 0 3 3 】

露光装置を搭載する架台は、露光装置本体が必要とする水平度を維持することが必要であるけれども、架台設置時に水平度を精密に設定することは困難である。そこで、本実施例では、図 7 に図示するように、架台 2 と架台支持手段 5 との間で架台支持手段 5 に直列にレベリング手段 6 を設ける。なお、レベリング手段 6 と架台 2 は十分高い剛性で接続する。レベリング手段 6 と建屋床 4 を接続する架台支持手段 5 は、前述した実施例 1 のように接着剤による接続、あるいは実施例 2 のように塑性変形する材質の部材により接続する。

【 0 0 3 4 】

このような構造とすることにより、レベリング手段 6 を調整することによって、架台 2 全体の水平度の調整を容易に行なうことが可能になる。

【 0 0 3 5 】

次に、上述した半導体露光装置を利用したデバイスの製造方法の実施形態について説明する。

【 0 0 3 6 】

図 10 は、微小デバイス（IC や LSI 等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。ステップ S 11（回路設計）ではデバイスのパターン設計を行なう。ステップ S 12（マスク製作）では設計したパターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ S 13（ウエハ製造）ではシリコンやガラス等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ S 14（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ S 15（組立）は後工程と呼ばれ、ステップ S 14 によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ S 16（検査）ではステップ S 15 で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ S 17）される。

【 0 0 3 7 】

図 11 は、上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ S 21（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ S 22（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ S 23（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ S 24（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ S 25（レジスト処理）ではウエハにレジストを塗布する。ステップ S 26（露光）では上述した半導体露光装置によってマスクの回路パターンをウエハの複数のショット領域に並べて焼き付け露光する。ステップ S 27（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ S 28（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ S 29（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【 0 0 3 8 】

このようなデバイスの製造方法を用いれば、従来は製造が困難であった高集積度のデバイスを安定的に低コストで製造することができる。

【 0 0 3 9 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、半導体露光装置設置用架台の振動特性を半導体露

10

20

30

40

50

光装置に対し適切に設計するための指標として、架台の質量 M と架台支持手段の剛性 K の積を用い、この積を所定の範囲内に設定することにより、半導体露光装置設置用の架台として適切な振動特性をもたせることができ、設計の自由度も高いため、設計を容易に行なうことができ、そして製作コストを抑えることも可能となる。

【0040】

また、架台支持手段として塑性変形する材質あるいは粉体を用いることにより、半導体露光装置設置用架台と建屋床との密着度が増し、半導体露光装置の良好な設置が可能となり、さらに、半導体露光装置設置用架台と架台支持手段との間にレベリング手段を配設することにより、架台の水平度の調整が可能となり、露光装置が必要とする水平度を常に維持することが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る半導体露光装置の架台支持方法の実施に用いる架台支持装置の一例を示す概略構成図である。

【図2】 半導体露光装置の架台支持装置における架台の振動に関する振動モデルである。

【図3】 図2に示す振動モデルのモビリティを示す図である。

【図4】 図2に示す振動モデルの振動特性を示す図である。

【図5】 質量 \times 支持剛性を指定する方式における振動特性を示す図である。

【図6】 共振周波数を指定する方式における振動特性を示す図である。

【図7】 本発明に係る半導体露光装置の架台支持方法の実施に用いる架台支持装置の他の例を示す概略構成図である。

20

【図8】 半導体露光装置設置用の架台を設計する手順を示すフローチャートである。

【図9】 通常の一般的な半導体露光装置における設置用架台と建屋床の関係を示す概略構成図である。

【図10】 半導体デバイスの製造工程を示すフローチャートである。

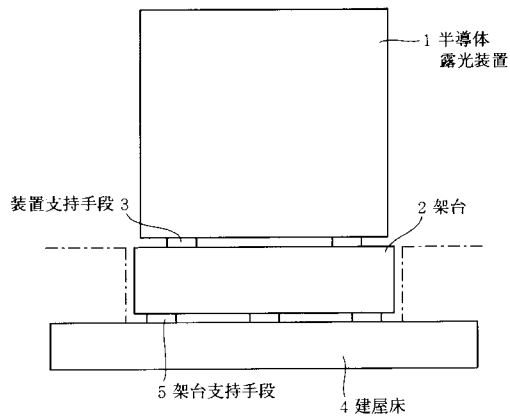
【図11】 ウエハプロセスを示すフローチャートである。

【符号の説明】

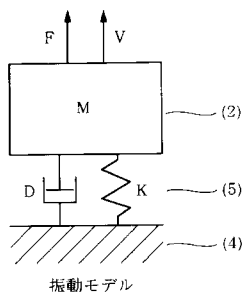
- 1 半導体露光装置
- 2 架台
- 3 装置支持手段
- 4 建屋床
- 5 架台支持手段
- 6 レベリング手段

30

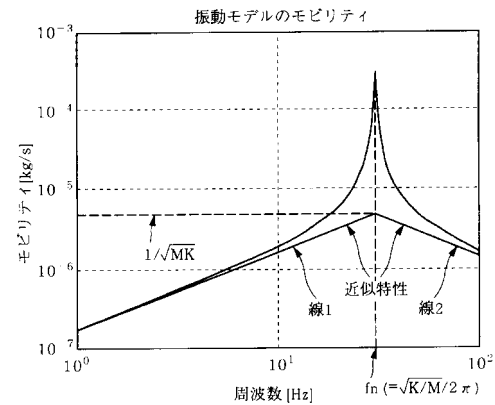
【図 1】



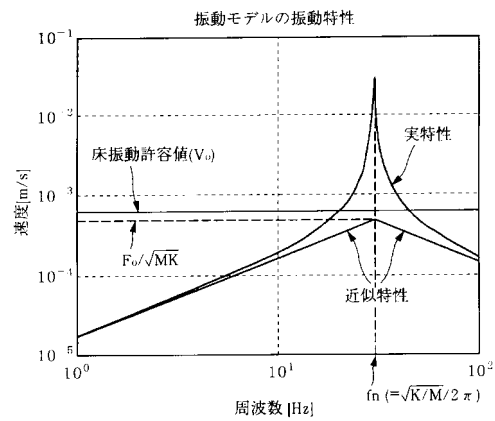
【図 2】



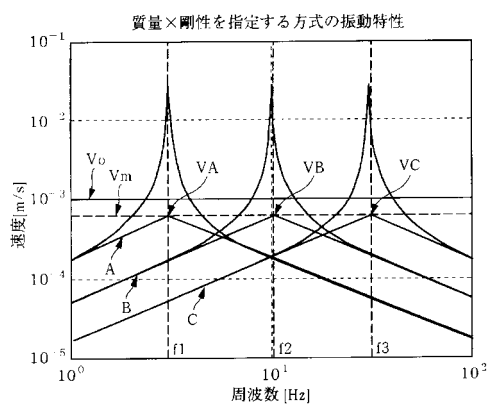
【図 3】



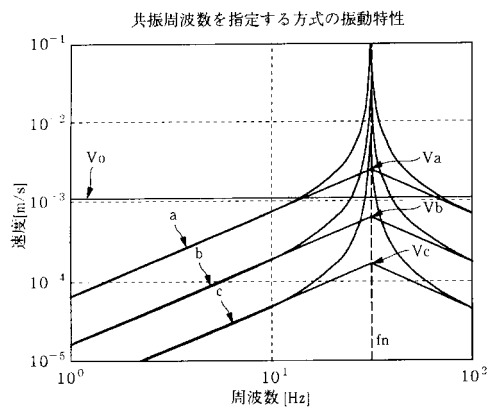
【図 4】



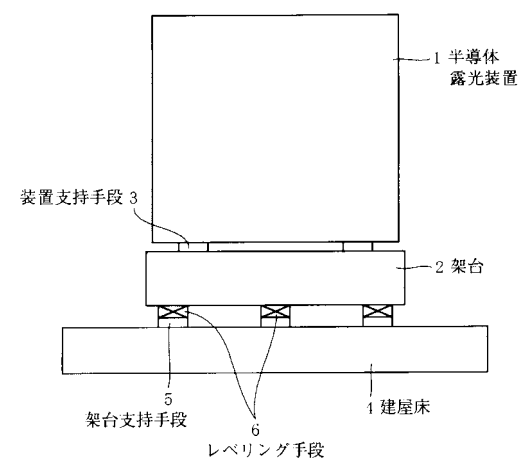
【図 5】



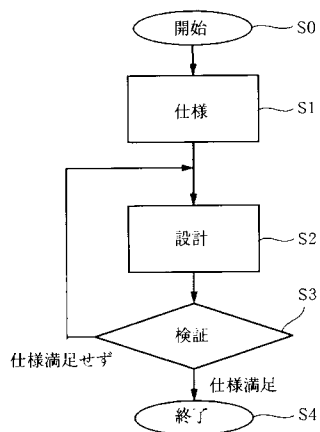
【図 6】



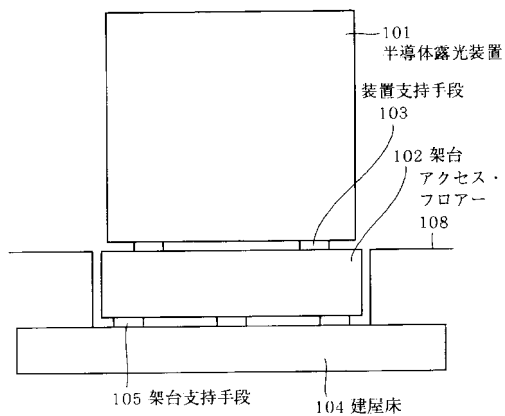
【図 7】



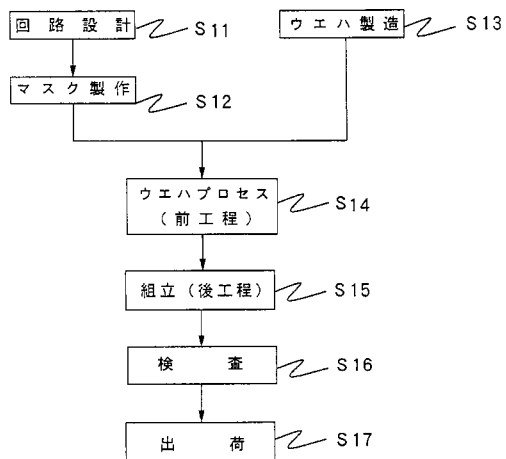
【図 8】



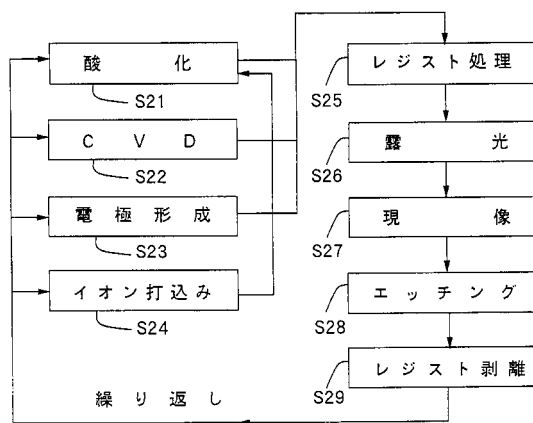
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 6 - 1 8 5 5 7 4 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 6 4 1 4 5 (J P , A)
特開昭 6 2 - 2 2 8 7 2 9 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 6 9 7 0 1 (J P , A)
特開平 0 7 - 3 3 5 5 3 8 (J P , A)
特開平 0 9 - 1 8 4 5 3 6 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 5 6 1 4 4 (J P , A)
特開平 0 4 - 1 9 1 5 4 3 (J P , A)
特開平 0 9 - 1 7 4 3 7 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F16F15/00 -15/315、 15/32 -15/36 、
G03F 7/20 - 7/24 、 9/00 - 9/02 、
H01J37/20 、
H01L21/027、 21/30