

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4982554号
(P4982554)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年4月27日(2012.4.27)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 B 21/00 (2006.01)	GO 1 B 21/00 L
GO 1 D 5/12 (2006.01)	GO 1 D 5/12 Q

請求項の数 12 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2009-501869 (P2009-501869)	(73) 特許権者	390014281
(86) (22) 出願日	平成19年1月18日 (2007.1.18)		ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイン・ゲ
(65) 公表番号	特表2009-531675 (P2009-531675A)		ゼルシヤフト・ミット・ベシユレンクテル
(43) 公表日	平成21年9月3日 (2009.9.3)		・ハフツング
(86) 国際出願番号	PCT/EP2007/000404		DR. JOHANNES HEIDEN
(87) 国際公開番号	W02007/112796		HAIN GESELLSCHAFT M
(87) 国際公開日	平成19年10月11日 (2007.10.11)		IT BESCHRANKTER HAF
審査請求日	平成21年11月13日 (2009.11.13)		TUNG
(31) 優先権主張番号	102006014789.8		ドイツ連邦共和国、83301 トラウン
(32) 優先日	平成18年3月29日 (2006.3.29)	(74) 代理人	100069556
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		弁理士 江崎 光史
		(74) 代理人	100111486
			弁理士 鍛冶澤 實

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 担持体にスケールを保持するための方法ならびに担持体とスケールを備えた組立体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

担持体(2)に測定目盛(15)を有するスケール(1)を保持する方法において、スケール(1)が静電クランプを用いて担持体(2)に保持され、スケール(1)と担持体(2)の間の接触が、複数の互いに間隔をおいて設けられた隆起部(23)で行われ、その際、スケール(1)と担持体(2)の間の平面にある隆起部が、平面的に配分された状態で設けられていること、および隆起部(23)の間で、周囲部と接続するために、外側へ案内する管路(24)が形成されていることを特徴とする方法。

【請求項 2】

スケール(1)の電極間、あるいは担持体(2)の電極間(211, 212, 213, 214)において電圧(U)を印加し、この印加により保持力を発生させる電位差がスケール(1)と担持体(2)の間に形成することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項 3】

スケール(1)の電極(212)と担持体(2)の電極(211)の間において電圧(U)を印加し、この印加により保持力を発生させる電位差がスケール(1)と担持体(2)の間に形成することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項 4】

担持体(2)と、測定目盛(15)を有するスケール(1)とを備えた組立体において、スケール(1)が静電クランプを用いて担持体(2)に固定されており、スケール(1)と担持体(2)の間の接触が、複数の互いに間隔をおいて設けられた隆起部(23)で行

10

20

われ、その際、スケール(1)と担持体(2)の間の平面にある隆起部が、平面的に配分された状態で設けられていること、および隆起部(23)の間で、周囲部と接続するために、外側へ案内する管路(24)が形成されていることを特徴とする組立体。

【請求項5】

スケール(1)が第一電極(212)を備えており、担持体(2)が第二電極(211)を備えていること、

両電極(211, 212)間に、電圧(U)が印加可能であり、電圧(U)を印加する際、保持力を発生させる電位差が第一電極(212)と第二電極(211)の間に形成されるように、第一電極(212)と第二電極(211)が設けられ、かつ形成されていることを特徴とする請求項4記載の組立体。

10

【請求項6】

部材、すなわちスケール(1)あるいは担持体(2)の一方が、第一電極(212)を備えており、かつ第二電極(211)を備えていること、

両電極(211, 212)間に、電圧(U)が印加可能であり、電圧(U)を印加する際、第一電極(212)と他方の部材の第二電極の間、ならびに第二電極(211)と他方の部材の第一電極の間に各々、保持力を発生させる電位差が形成するように、他方の部材、すなわちスケール(1)あるいは担持体(2)が形成されていることを特徴とする請求項4記載の組立体。

【請求項7】

他方の部材、すなわちスケール(1)あるいは担持体(2)が、第三電極(11)を備えており、第一電極(212)と第二電極(211)の間に電圧(U)を印加する際に、第一電極(212)と第三電極(11)の間、ならびに第二電極(211)と第三電極(11)の間に各々、保持力を発生させる電位差が形成するように、電極(211, 212, 11)が形成されかつ設けられていることを特徴とする請求項6記載の組立体。

20

【請求項8】

第三電極(11)が、スケール(1)の電氣的に絶縁している基体(19)の導電被膜であることを特徴とする請求項7記載の組立体。

【請求項9】

スケール(1)の第三電極(11)と、担持体(2)の電極(211, 212)の間に誘電体(12; 22; 4)が設けられていることを特徴とする請求項4記載の組立体。

30

【請求項10】

スケール(1)が、ガラスあるいはガラスセラミックから成る電氣的に絶縁している基体(19)を備えていることを特徴とする請求項4記載の組立体。

【請求項11】

隆起部(23)がスケール(1)のベッセル点に設けられていることを特徴とする請求項4記載の組立体。

【請求項12】

隆起部(23)が動的三点支持部をスケール(1)と担持体(2)の間に形成していることを特徴とする請求項4記載の組立体。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、担持体にスケールを保持するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

二つの機械部材の相対位置を測定するために、機械部材の一方において、スケールを固定し、互いに可動な機械部材の他方において、走査ユニットを固定することができる。

【0003】

位置測定を高精度で行うためには、スケールが安定して、かつ担持体にドリフトせずに保持されることが必要不可欠である。ナノメータおよびサブナノメータでの高い安定性と

50

ドリフトの無い特性には、力行程が極度に短いことが必要であり、この力行程はできるだけ接触面を制限し、スケールの厚さ全体を取囲んでではない。

【0004】

接触面上でできるだけ制限された短い力行程は、例えばボンディング（原子のファンデルワールス力）により達せられる。その際、膨張係数が無視可能なガラスあるいはガラスセラミックから成るスケールを使用するのが好ましい。このスケールは、良好に加工することができ、従ってここで光学的に研磨された反対面でのボンディングは、特許文献1に記載されているように一般に使用されている。ボンディングは、極めてドリフトに関して安定した、スケールのための固定方法である。しかしながら、ボンディングの場合、スケールが剥離したり、その一部が解離する危険がある。従って、外側縁部において、（例えば加速あるいは温度変動による）負荷変動が生じ、それによりこの縁部領域が繰り返し剥がされ、かつ擦られると、ボンディングされたスケールの外側縁部は変形し易い。それ以上に、ボンディングされたスケールは担持体から再度かなり離れ、従って損傷したスケールの交換は難しい。

10

【0005】

スケールを担持体に保持するための別の知られた方法は、支持面の領域での接着である。接着の接着剤と厚さに応じて、接着剤の収縮過程により、担持体とスケールの間に、歪が生じ、この歪によりスケールには再生不能な長さの誤差が生じる。接着剤のこの収縮過程は、温度変動および湿度変動による接着剤の劣化により誘発される。貼り付けられたスケールは、剥がすのが難しく、残留物をなくすることはほとんどできない。

20

【特許文献1】独国特許出願公開第10153147号明細書

【特許文献2】米国特許第5838529号明細書

【特許文献3】米国特許出願公開第2004/0263846号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の課題は、スケールをできるだけドリフト安定性をよく、しかしながら担持体に解除可能に保持できる方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この課題は、請求項1による方法により解決される。

30

【0008】

本発明の他の課題は、担持体と、この担持体に解除可能に、かつそれにもかかわらず不動に固定されたスケールを備えた組立体を提供することである。

【0009】

この課題は、請求項8による組立体により解決される。

【0010】

本発明の構成の長所は、従属請求項に挙げてある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明の長所は、実施例の記載に収容してある。本発明のこれらの実施例を以下に図を用いて詳しく説明する。

40

【実施例】

【0012】

本発明の基盤、従って以下の実施例はすべて静電クランプを用いて担持体2にスケール1を保持する機構である。この静電クランプは、逆に荷電した二つの物体の引力に基づいている。その際、本発明によるスケール1は、静電クランプにより担持体2に固定される。電圧Uを印加することにより、電位差は互いに保持されるべき物体の間に、すなわちスケール1と担持体2の間に直接発生する。

【0013】

50

単極の静電クランプと双極の静電クランプの間では区別がある。図19によってだけ示した単極の静電クランプの場合、クランプすべき物体1と2は、各々通電状態の(spannungsführend)電極211, 212を陽極あるいは陰極として備えており、そこには電圧Uが印加され、それにより互いに相対している二つの電極211, 212は逆に電荷をチャージされる。この場合、担持体2は通電状態の電極(導電性の材料あるいは半導体材料)として、もしくは通電状態の電極(特に導電性の材料あるいは半導体材料を有する被膜)でもって形成することができ、測定目盛を有するスケール1は(導電性の材料あるいは半導体材料、もしくは非導電性の材料から成る、導電性の材料あるいは半導体材料を有するスケールの被膜から成る)対向電極として形成することができる。電極211, 212の間には誘電体12, 22が配置されており、図示した例では、誘電体12の層がスケール1の基体19に設けられており、誘電体22の層は担持体2に設けられている。この支持具の場合、スケール1と担持体2が、各々電源接続部を備えていると不利である。

10

【0014】

双極の静電クランプの場合、電圧光源に接続している、通電状態の電極は、連結されるべき物体と一緒に設けられており、他方の物体の電極は、結合電極の様式を形成し、この結合電極には、通電状態の電極に対して相対するような領域内の一部に対向電荷(Gegenladung)が形成されている。その際、担持体2とスケール1は、通電しており、従って接触した両電極を備えている。双極クランプは、接触の煩雑さや手間が構成部分に限定されたままであるので好ましい。

20

【0015】

従って、ガラスあるいはガラスセラミック(例えばゼロデュアー(ZERODUR))製のスケールを保持するために、双極クランプを使用するのが好ましい。その際、アノード211とカソード212の両方の通電状態の電極は、担持体2と一緒に設けられており、対向電荷は各々、スケール1の導電体11に形成されている。従って、以下に詳しく説明し、かつ特に有利な本発明の構成の全てにおいて、双極の静電クランプが実現されており、通電状態の電極211, 212は担持体2と一緒に設けられている。この配設により、担持体2は電気接触部と配線を備えていなければならないだけなので、スケール1の取り扱いが容易になる。

【0016】

図全てにおいて、機能的に同じく作用する部材は同一の符号を有する。その際、層の厚さはかなり拡大した状態で示してある。

30

【0017】

図1および2には、本発明の第一実施例が示してある。図1は静電クランプによりそこに保持されたスケール1を備えた担持体2の側面図を示し、図2は平面図を示している。スケール1は、測定方向Xでの位置測定のために光電子式で走査可能な、インクリメンタルな測定目盛15の形式の測定目盛15を備えている。測定目盛15は反射する振幅回折格子あるいは位相回折格子であってもよく、この回折格子は公知の方法で、高精度の干渉位置測定に使用される。

【0018】

スケール1は、ガラスあるいはガラスセラミック、例えばゼロデュアー製の基体19でできており、かつその下側で、薄い誘電体12で覆われた、伝導性が良く、かつ薄い金属被膜11の形態の電極を備えている。担持体2は、その上側で、同様に薄い誘電体22で覆われた、薄い金属被膜211, 212の形態の電極を有している。担持体2の金属被膜211, 212は、分離していてかつ通電状態の電極211と212の形態で構造を与えられており、この電極には外側にある接触箇所を介して電圧Uが印加される。例えば、電極211はアノードとして、そして電極212はカソードとして構成されている。

40

電圧Uにより、スケール1の金属被膜11内では、各々電極211と212に対する対向電荷が誘導され、この対向電荷により、スケール1を担持体2に押圧する保持力が生じる。図から電荷+および-は、電極11, 211, 212と並んでただ図式的に示してある

50

にすぎない。生じる接触圧力は、以下の関係により定めることができる。

【数 1】

$$p = \frac{1}{2} \times \epsilon_0 \times \left(\frac{\epsilon_R \times U}{d + a \times \epsilon_R} \right)^2$$

ここで、 ϵ_0 は真空の誘電率 ($= 8.854 \times 10^{-12}$ F/m)

ϵ_R はスケール 1 の誘電体 1 2 と担持体 2 の誘電体 2 2 の組合せの相対誘電率

U は印加電圧

d はスケール 1 及び担持体 2 上での誘電体 1 2 と 2 2 の全厚さ

a はスケール 1 及び担持体 2 の間の (あった場合の) エアギャップ

である。

【0019】

接触圧力が 5 パールで相対誘電率 ϵ_R が 10 であるのに対して、印加電圧 $U = 3.4$ V / $\mu\text{m} \times d$ が必要である (エアギャップ $a = 0$ の場合)。有利な誘電体は、 Si_3N_4 , Ta_2O_5 , Y_2O_3 , Al_2O_3 あるいは AlN である。これらの誘電体は高い相対誘電率 ϵ_R と高い絶縁破壊強度を有する。

【0020】

$\epsilon_R = 2.8$ の相対誘電率と 450 V / μm までの絶縁破壊強度を備えた Ta_2O_5 に対して、 $d = 2$ μm であると、5 パールの接触電圧を得るのに、 $U = 2.4$ V の電圧が必要である。その際、生じる電界強度は、誘電体の誘電性強度を大きく下回っている。

【0021】

電極を形成する金属被膜 1 1 および 2 1 1, 2 1 2 のための典型的な膜厚は、 20 nm から 2 μm の間であり、誘電体 1 2 と 2 2 の膜厚は 50 nm から 400 μm の間である。金属被膜 1 1 および 2 1 1, 2 1 2 用の材料としては、アルミニウムのような電圧が小さい金属が好ましい。電極用には、例えば ITO , ZnO あるいは SnO のような、透明かつ導電性の被膜 “TCO” (薄い導電被膜) も使用することができる。光束が透明なスケール 1 と透明な担持体 2 に入るとこのことは有利であり、それにより例えばリソグラフィ装置内で使用する際には有利である。

【0022】

第一実施例の場合、相互に接触する点があるスケール 1 と担持体 2 の接触面は、各々誘電体 1 2 と 2 2 により形成される。これらの接触面はスケール 1 の全体的な大きさにわたり少なくとも十分広く構成されている。

【0023】

スケール 1 が担持体 2 と接触している面 (接触面) は、スケール 1 と担持体 2 の属する面全体 (取付面) が、相互に接触する点が無いように有利な方法で形成されていてもよい。その際、スケール 1 および / または担持体 2 には、互いに間隔をおいて設けられた、接触面を形成する隆起部が形成されている。このことは、スケール 1 と担持体 2 を組立てる際、空気が中間室から隆起部 2 3 の間の溝を通して外部へ漏れ出るといった長所を有している。このような構成は、図 3, 9, 11, 12, 15, 16 及び 8 に示してある。

【0024】

図 3 に示した第二実施例の場合、担持体 2 の誘電体 2 2 は、誘電体内に交互に隆起部 2 3 と管路 2 4 を形成する窪み部が形成されることにより構成されている。これにより接触面は取付け面に比べて小さく、かつ多数の小さい個別の面内で取付け面にわたって配分されている。それによって、一方において、ほぼ一様な保持力の配分が得られるが、他方において、埃粒子が接触面にあり、かつスケール 1 を曲げて駄目にしてしまう危険は最小限になる。それにより、取付け面の無塵度の要求は著しく減少する。誘電体 2 2 の構造は、肉厚の一部を減らすことによってか、あるいは損傷を完全に減らすことによって得られる。構造により隆起部 2 3 と管路 2 4 を形成する窪み部を形成することは、図示していない方法で、スケール側においても代替的あるいは付加的に相応して構成することができる。

。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

隆起部 2 3 の間にあり、外側に通じている管路 2 4 を形成する、交互に設けられた隆起部 2 3 は、構成されたスケール 1 の金属被膜 1 1 および / または担持体 2 の金属被膜 2 1 1 , 2 1 2 によっても作ることができる。その際、担持体 2 の金属被膜 2 1 1 , 2 1 2 に基づき図 4 に示してあるように、高い側面形状 (H o h e n p r o f i l) が得られ、誘電体 1 2 , 2 2 は平坦に塗布される。圧力補正が行われ、場合によっては取り囲まれた空気が漏れ出ることができるよう、管路 2 4 は外側の周囲領域まで通して開いているのが好ましい。

【 0 0 2 6 】

図 5 及び 6 による構造の場合、隆起部 2 3 は接触面として縦長のスケール 1 のベッセル点の領域内に配置される。ベッセル点の領域内のスケール 1 のための載置台を形成する隆起部 2 3 は、重力により制限された状態でスケール 1 の変形を最小限に保証する。取付部の領域内で結果的に生じるスケール 1 へのトルクが作用するように、電極 2 1 1 , 2 1 2 は、ベッセル点、従って取付け面に対して対称に設けられている。この実施形態の長所は、担持体 2 の平面度がおそらくスケール 1 の変形と平面度にほとんど無視できる位の影響しか与えず、従ってはやそれほど精密に製造する必要はないことにある。実際にこのようなスケール 1 と担持体 2 の構造を備えた位置測定装置の高い精度が得られる。

【 0 0 2 7 】

この場合、担持体 2 は基体 2 6 に沿った載置部材 2 8 から成る。載置部材 2 8 は基体 2 6 に ボンディング されているか、貼り付けられているか、あるいは取付けられている。載置部材 2 8 と基体 2 6 の間には固体継ぎ手も設けられており、この固体継ぎ手は一方ではネジ締付力をスケール 1 に加えず、および / または他方では基体 2 6 に対するスケール 1 のできる限り力がかからない長手方向の膨張を可能にする。

【 0 0 2 8 】

固体継ぎ手を備えた可能な機構が図 7 と 8 に示してある。図 7 にはスケール 1 の両側に設けられた固体継ぎ手 2 9 を備えた載置部材 2 5 の平面図が示してある。固体継ぎ手 2 9 は、測定方向 X に対して横方向に延びている材料突起部であり、この材料突起部は測定方向 X に合わせられた、ネジ締付位置に対する載置部材 2 5 の移動を可能にする。ネジ締付位置 A は図 5 及び 6 で示した基体 2 6 に沿った載置部材 2 5 の固定に使用される。

【 0 0 2 9 】

図 8 はこの機構の横断面を示している。載置部材 2 5 に取付けられた電極 2 1 1 , 2 1 2 は電圧 U で接続されており、かつ スケール 1 に取付けられた電極 1 1 と協働している。電極 2 1 1 と 1 1 の間、ならびに 2 1 2 と 1 1 の間には、各々誘電体 1 2 が設けられている。

【 0 0 3 0 】

図 9 は、スケール 1 が例えば二次元で測定された縦横格子ゲージの場合に通例であるように、平面の二次元で拡張されたスケール 1 の静電クランプを示している。その場合、互いに 1 2 0 ° だけずれていて、かつ対称に設けられた隆起部 2 3 が設けられている。中心からの距離は、重力にかかわらず、できるだけ小さい傾斜角度か、あるいはできるだけ高い平面度が得られるように選定される。スケール 1 上の電極 1 1 は、ここでは基本的に、担持体 2 の電極面 2 1 1 , 2 1 2 上で限定され、かつ好ましくはバイポーラで構成されるべきである。

【 0 0 3 1 】

図 1 0 による実施形態の場合、二つの互いに独立した、電極 2 1 1 , 2 1 2 並びに 2 1 3 , 2 1 4 のペアは設けられており、このペアは、二つの独立した電圧源 U 1 , U 2 により接続される。電圧接続の一方が故障すると、スケール 1 はそれにもかかわらず固定されたままである。さらにまた、安全性を高めるために、多数の電極ペアと独立した電圧供給部が設けられているのは当然である。電池が電圧源として設けられていると、この実施形態は特に有利である。電圧源の各々に割当てられている電極構造体 2 1 1 , 2 1 2 ならびに 2 1 3 , 2 1 4 は、できるだけ取付け面にわたって配置されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

図 1 1 による実施例は、追加の機械式取付部材 3 が設けられており、この取付部材が、電圧供給部 U が故障した際でもスケール 1 を確実に保持するという、図 3 による構造に十分相当する。取付部材 3 はスケール 1 を位置測定を行うための測定目盛 1 5 に対して間隔をおいた位置で固定する。取付部材 3 はバネ部材 3 であり、このバネ部材はスケール 1 の縁部面でフライス加工された凹部に係合している。

【 0 0 3 3 】

図 1 2 に示した実施例において、ボンディングの取付け様式が静電クランプと結びついている。この目的で、スケール 1 の誘電体 1 2 と担持体 1 2 の誘電体 2 2 の相對している外表面は、互いにボンディングされる。誘電体 1 2 , 2 2 の表面粗さがそれほど小さくない場合、表面粗さは皮膜積層（蒸着、スパッタリング、あるいはプラズマ法、PECVD）の後、研磨しなければならない。このように固定する場合、常に十分な押圧力があるので、余分な多数の電極ペアの構造は要らない。取付け面の縁部領域において、静電クランプはボンディング部の剥離を防止する。なぜなら到達距離が長い静電力により、到達距離が短いファンデスワールス力が、すでに極めてわずかになるか、あるいはもはや無い接触割合が不十分でかつ局部的な場合でも、十分な接触圧力が保証されるからである。取付け時に気泡が接触面内で全く閉じ込められないか、あるいは接触面内に残った空気が短時間に漏れ出るように、接触面が遮断されていると有利である。この場合、静電クランプの実施形態は図 3 による実施例に相当する。

【 0 0 3 4 】

図 1 3 による実施例の場合、前述の実施例の誘電体 1 2 , 2 2 は薄い箔 4 により実現されており、この箔はスケール 1 と担持体 2 の間に収納される。スケール 1 と担持体 2 は、この場合、単層の電極被膜 1 1 , 2 1 1 , 2 1 2 だけを備えていなければならない、このことは蒸発工程で行われる。それによりコストは著しく下げることができる。箔 4 として、例えばテフロン（登録商標）から成る合成樹脂箔が対象となるが、薄いガラス箔も対象となる。箔厚は 2 0 ~ 4 0 0 μ m であると有利である。金属製のスケール 1 を使用すると、この取付け様式は特に有利である。スケールは、それ自体が電極 1 1 を形成しているため、被膜がなくとも作動できる。

【 0 0 3 5 】

図 1 4 による実施例の場合、スケール 1 の誘電体 1 2 と担持体 2 の外側にある金属被膜 2 1 1 , 2 1 2 の間にはオイルフィルム 5 が取付けられる。オイルフィルムは毛細管作用によりその薄い間隙領域内に取付いている。このオイルフィルム 5 は、一方では、電界強度が高い場合にはコロナ放電も発生し得る、小さい空気容積がスケール 1 と担持体 2 の間に全く閉じ込められることを防止する。他方では、担持体 2 の熱膨張と歪が違っていると、スケール 1 はオイルフィルム 5 の上方でずれ、従ってその長さを維持することができる。この取付け様式は、担持体 2 が（例えばアルミニウムの場合のように）高い熱膨張を有しており、スケール 1 が（例えばゼロデュアーの場合のように）極めて小さい熱膨張を有していると特に興味深い。

【 0 0 3 6 】

図 1 5 及び 1 6 において、担持体 2 に吊下がるように固定されている（例えば交差格子板の）平坦なスケール 1 の、有利でかつ動的な 3 点取付けが示してある。図 1 5 には、担持体 2 の電極 2 1 1 , 2 1 2 の空間的配設の平面図が示してあり、図 1 6 には、スケール 1 との二つの載置点の領域の横断面図が示してある。同様にスケール 1 は電極 1 1 を備えており、担持体 2 には通電している電極 2 1 1 と 2 1 2 が設けられている。スケール 1 は、平坦に配分された状態で設けられた担持体 2 の隆起部 2 3 に当接している。隆起部 2 3 は担持体 2 の、点状に設けられた誘電体 2 2 の領域によって形成されている。スケール 1 をたった三点に固定する場合、スケールは重力により変形する。この変形は相当する押圧力によって相殺することができる。この押圧力は静電クランプにより発生し、かつ重力に正確に相当し、反作用を行うが、接触面領域における押圧力に比べると明らかに小さいはずである。このため三つの隆起部 2 3 の領域内においては、隆起部 2 3 の外側の残りの領

10

20

30

40

50

域よりも大きい面積の電極 2 1 1 , 2 1 2 が設けられている。この場合、目的はスケール 1 の高い平面度と同時に高い精度を得ることである。隆起部 2 3、従って接触面の外側でのわずかな接触圧力は、簡単な方法で、幅は狭いが広く間隔をおいて設けられた電極 2 1 1 , 2 1 2 を備えた相当する構造によって得られる。それに反して、接触箇所の領域内において、電極 2 1 1 , 2 1 2 を備えた面配置部 (Flächenbelegung) は高い。代替的に、隆起部 2 3 (接触面) と残りの取付け面は、各々二つの独立した電極ペアで覆われており、かつ独立した電圧源により接続される。それと同時に、電圧を容易に選択することにより、保持力は場所に依存して異なってもよく、従ってスケール 1 の変形を最小限に減らすことができる。

【 0 0 3 7 】

図 1 7 に示した実施形態の場合、電極はもっぱらスケール 1 上でだけ必要であるか、代替的にはもっぱら担持体 2 上でだけ必要である。担持体 2 上には、電極 2 1 1 , 2 1 2 のペアの多重の機構が設けられており、これらの電極ペアは各々ペアで互いに接続している。この機構とこの機構から生じる効果は、はっきりと引き合いに出される例えば特許文献 2 で説明されている。電極構造はできるだけ同質ではない電界を生じるように、 $1 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ の短い横方向の間隔を有している。スケール 1 の基体 1 9 はこの実施形態ではほぼ絶縁している材料から成っているが、この材料は可動電荷 (beweglicher Ladungen) をある部分備えている。可動電荷は、例えばイオン (例えば Na^+) あるいはイオン化可能な不純物半導体 (Störstoffe) であってもよく、このイオン化可能な不純物半導体は、不純物半導体から不純物半導体への電荷のジャンプを可能にする。適切な材料は、例えばナトリウムを含有したガラスオルテン (Glasorten) があるいはゼロデュアである。担持体 2 の電極 2 1 1、2 1 2 により生じる電界により、可動電荷だけがスケール 1 内で移動し、従って担持体 2 への境界面の近くには、電荷が生じる。この場合、電荷は隣接した電極で電荷に対して逆極性である。實際上、著しく高い値に達する引力は、このポテンシャルの相違に基づいている。この構造のための費用はごくわずかである。しかしながらそれ以上にこの構造は、さらに別の長所を備えている。電圧供給が行われないと、それにも関わらず、電荷はスケール 1 内に保持されたままであり、かつ次第に減衰する。数日の減衰時間が完全に得られる。さらに、相応するようにゆっくりと、引力は減衰する。これにより、一時的な電圧遮断前の付加的なシールドが得られる。

【 0 0 3 8 】

原則的にさらに、可動な電荷を備えている誘電体 1 2 あるいは 2 2 もしくは 4 が装填されると、このゆっくり減衰する保持力の効果は、上記の構造のために付加的に利用できる。そのときに、たいてい接触圧力も明らかに上がる。というのも対置した電荷間の間隔がわずかであるからである (ジョンソンラーベック効果)。この効果の利用は、高度に精密な光電子式位置測定のためのスケール 1 を固定するのに有利である。なぜなら、スケール 1 はガラス、特にゼロデュアでできているからである。

【 0 0 3 9 】

さらに可動な電荷の密度、あるいはその運動性が不均一に分布していると、先に触れたジョンソンラーベック効果により、接触圧力は確認できない。さらに接触圧力がゆっくりと上昇すると、わずかな運動性により、完全には平らではないスケール 1 あるいは担持体 2 と結合してスケール 1 における電圧が変化する。この場合、ジョンソンラーベック効果を抑制すると有利である。この目的での実施形態を図 1 8 に示してある。スケール 1 は、平らな電極 1 1、例えば金属被膜 1 1 と共に下側にコーティングされる。担持体 2 は電極対 2 1 1、2 1 2 を担持しており、この担持体は、誘電体 2 2 により覆われており、かつ好ましくは接触位置を形成する隆起部 2 3 を形成するために厚く構成される。隆起部 2 3 の間の領域は、管路 2 4 を形成する窪み部を形成している。誘電体 2 2 の隆起部 2 3 には、各々導電被膜、例えば、スケール 1 の電極 1 1 と電氣的に接触する金属被膜 6 がコーティングされる。こうなると、誘電体 2 2 は、もはやスケール 1 の相対している電極 1 1 とは接触しない。これにより、誘電体 2 2 における可動な電荷の影響は著しく弱められる。

10

20

30

40

50

接触圧力は接触面の外側の領域においても、従って隆起部 2 3 の外側の領域においても生じる。

【 0 0 4 0 】

全ての実施形態において、スケール 1 の被膜構造は、被膜内において、生じた機械応力が相殺されるように選定される。この目的で、被膜材料と被膜厚さは、この被膜内で生じた機械応力が相互に相殺するように決定される。代替案として、被膜（電極および/または誘電体）は、精緻な構造部を備えている。

【 0 0 4 1 】

スケール 1 の測定目盛 1 5 が電気的な絶縁基体（ガラスあるいはガラスセラミック）上の導電材料であると、この測定目盛 1 5 は、同時にスケール 1 の電極 1 1 をも形成する。その際、電極 1 1 を形成する測定目盛 1 5 は担持体 2 に向いているか、あるいは反対に向いている基体 1 9 の面に設けられており、かつ透過するか、あるいは透過しない被膜、特に反射する被膜から成る。

【 0 0 4 2 】

図示していない方法で、静電クランプに必要である、スケール 1 の構成部材はすべて、担持体 2 の構成部材と交換できる。

【 0 0 4 3 】

すでに説明したように、多次元位置測定を行うために、二次元の測定目盛 1 5、特に交差している測定目盛、同じく交差格子を備えたスケール 1 が使用される。その際、比較的大判のスケール 1（約 40 cm x 40 cm）を担持体 2 の表面に固定するが必要不可欠である。特にスケール 1 を固定できる担持体 2 が、ゼロに近似の膨張係数を備えたガラスセラミック（例えばゼロデュア）から成るリソグラフィ機器の場合、本発明は有利に使用可能である。二次元測定目盛を備えたスケールを有するこのような機械は、これに関連した特許文献 3 に説明されている。

【 0 0 4 4 】

この場合、例えば約 1 m x 2 m の必要な測定領域をカバーするために、複数のスケール 1 は、例えば 1 m x 2 m の機械面 2 上で互いに二次元でモザイク状に固定しなければならない。特に光電式に走査可能な測定目盛 1 5 を備えたスケール 1 は、必要な精度で、すなわち要求される品質の面で比較的扱いにくい状態の、約 40 cm x 40 cm の大きさでのみ固定可能である。二次元の測定目盛 1 5、同じく先に挙げた交差格子を備えたスケール 1 は各々、本発明によれば担持体としての機械部分 2 に固定することができる。

【 0 0 4 5 】

担持体 2 にスケール 1 を静電クランプすることの根本的な長所は、力行程が極めて短く、かつスケール 1 の金属被膜 1 1 と担持体 2 の金属被膜 2 1 1, 2 1 2 の間の領域を取り囲んでいることである。従って、力の行程は誘電体 1 2, 2 2 の体積まで制限された状態にある。従ってスケール 1 と担持体 2 は、ほぼ完全に応力が無くなった状態である。スケール 1 の残留応力は実際、接触面が平坦ではない場合にだけ生じる。平面度の仕様は要求に応じて決定しなければならない。

【 0 0 4 6 】

接触圧力は、接触面に均一に配分されている。そのことから、小さい塵埃粒子が接触面の間に閉じ込められている場合でも、間隔の依存性は $1/d^2$ でしか落ちないので、接触圧力は影響を受けない。それに比べて、ファンデルワールス力は、 $1/d^6$ で落ち、かつ原子の間隔までしか制限されているにすぎない状態にある。従って、ボンディングの接触圧力は、実際のところ、あまり均一ではなく、かつ定義されていない。接触圧力が均一に配分されていて、スケールと担持体が異なって熱膨張すると、スケールと担持体の間のずれが局所的に起こり、それにより高精度の使用には受け入れられない。

【 0 0 4 7 】

静電結合は解除可能であり、欠陥のあるスケール 1 は、必要条件によって交換できる。静電結合の強度は、誘電体 1 2 および 2 2、誘電体の厚さおよび絶縁耐力、ならびに印加電圧 U の適切な選定によってはボンディングを上回る。

10

20

30

40

50

【0048】

力行程が極端に短いことにより、接触面が相応して平坦な場合、スケール1の変形は最も小さい。これにより、高いドリフト安定性と精度が得られる。

【0049】

スケール1と担持体2の異なる熱膨張があると、温度変化の際に、測定誤差を生じさせる、スケール1の歪みが生じる。実際のところ、このことは、例えばゼロデュアでできたスケール1と、例えばアルミニウムでできているような熱膨張が高い担持体2において生じる。電圧Uの一時的遮断により、接触圧力(クランプ力、保持力)を緩めることができ、従って、スケール1の歪は再度相殺される。再びまた、十分な測定精度が得られる。一時的電圧遮断の間欠時間により、関連した温度変動に関する典型的な間欠時間がわかる。全過程は、簡単な方法で手作業による介入をなくして制御できる。

10

【0050】

スケール1が担持体2と接触する面と、力を加えるのに利用される面は、任意に構造を与えることができ、かつ**ボンディング**のように、全体的にスケールおよび担持体の方をむいた面(組立面)と同じである。

【0051】

さらに、**ボンディング**とは対照的に、スケール1および/または担持体2は取付面あるいは接触面の領域が研磨されておらず、それにより費用は著しく下がる。特に三点支持(動力学的組立)の場合の、接触面がほんのわずかの個別の実施形態においては、さらに取付面の平面度の要求はなくなる。さらにこのことにより製造コストを著しく下げることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】担持体とこの担持体に固定されたスケールを備えた組立体の側面図である。

【図2】図1の組立体の平面図である。

【図3】担持体と担持体に固定されたスケールを備えた組立体の第二実施例の側面図である。

【図4】担持体と担持体に固定されたスケールを備えた組立体の第三実施例の側面図である。

【図5】担持体と担持体に固定されたスケールを備えた組立体の第四実施例の側面図である。

30

【図6】図5の組立体の平面図である。

【図7】固定されたスケールを備えた組立体の第五実施例の平面図である。

【図8】図7による組立体の横断面図である。

【図9】担持体と担持体に固定されたスケールを備えた組立体の第六実施例の平面図である。

【図10】担持体と担持体に固定されたスケールを備えた組立体の第七実施例の平面図である。

【図11】担持体と担持体に固定されたスケールを備えた組立体の第八実施例の側面図である。

40

【図12】担持体と担持体に固定されたスケールを備えた組立体の第九実施例の側面図である。

【図13】担持体と担持体に固定されたスケールを備えた組立体の第十実施例の側面図である。

【図14】担持体と担持体に固定されたスケールを備えた組立体の第十一実施例の側面図である。

【図15】担持体と担持体に固定されたスケールを備えた組立体の第十二実施例の平面図である。

【図16】図15の組立体の断面図である。

【図17】担持体と担持体に固定されたスケールを備えた組立体の第十三実施例の側面図

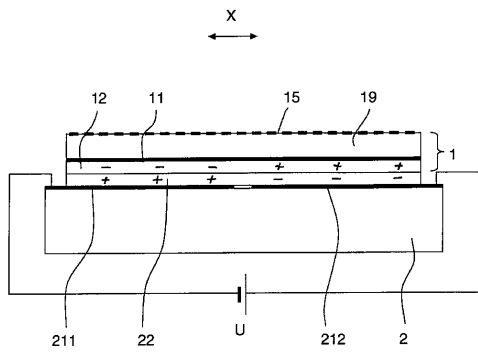
50

である。

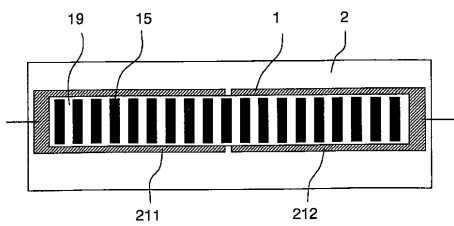
【図18】担持体と担持体に固定されたスケールを備えた組立体の第十四実施例の側面図である。

【図19】担持体と担持体に固定されたスケールを備えた組立体の第十五実施例の側面図である。

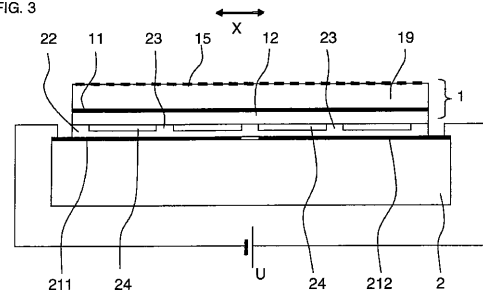
【図1】
FIG. 1



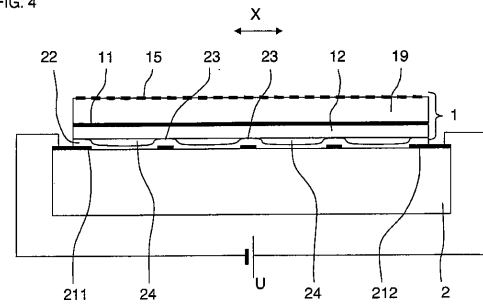
【図2】
FIG. 2



【図3】
FIG. 3

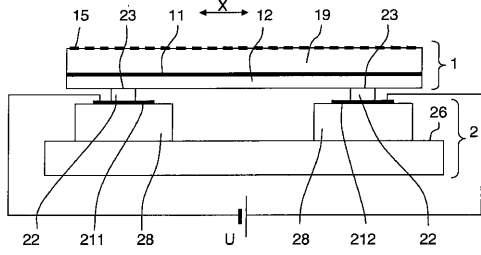


【図4】
FIG. 4



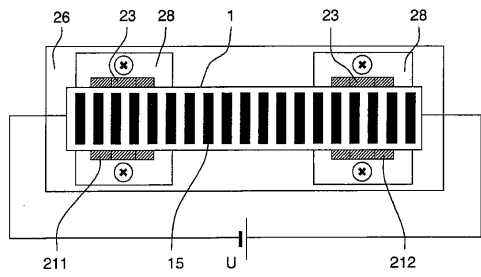
【 5 】

FIG. 5



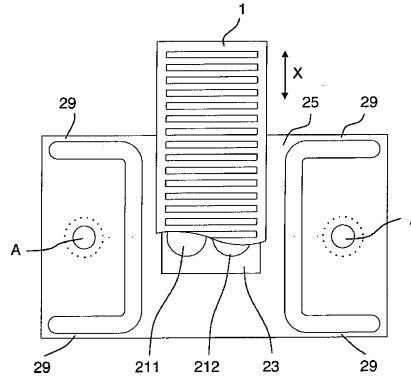
【 6 】

FIG. 6



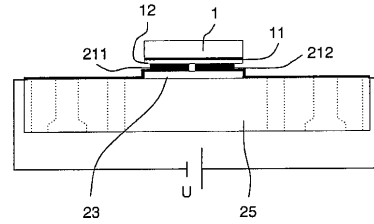
【 7 】

FIG. 7



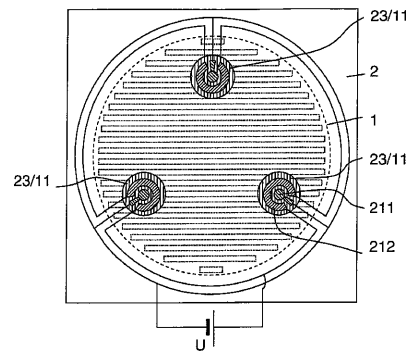
【 8 】

FIG. 8



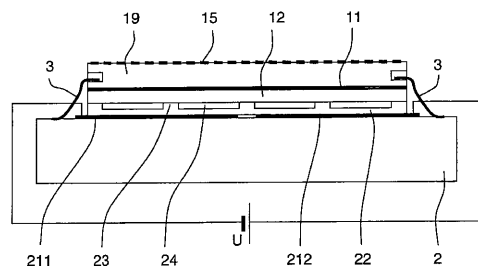
【 9 】

FIG. 9



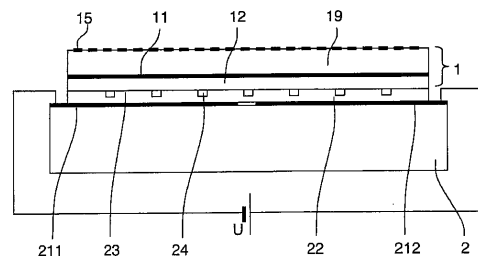
【 11 】

FIG. 11



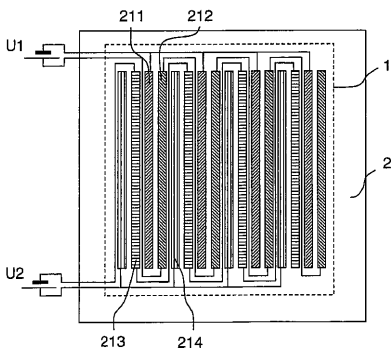
【 12 】

FIG. 12



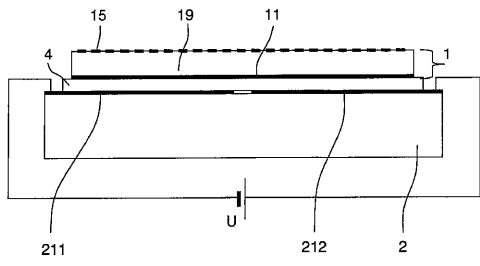
【 10 】

FIG. 10



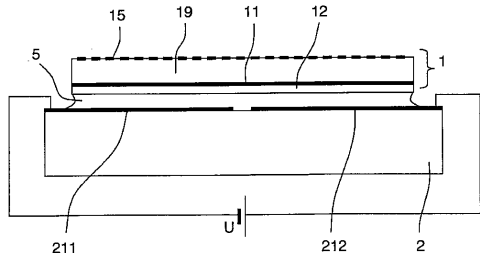
【 13 】

FIG. 13



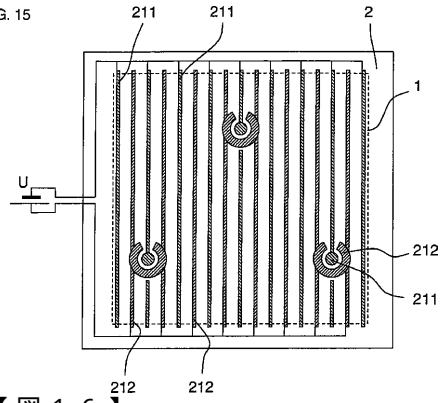
【 14 】

FIG. 14



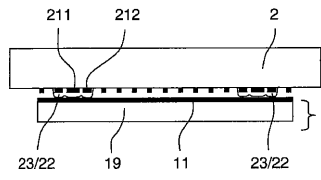
【 15 】

FIG. 15



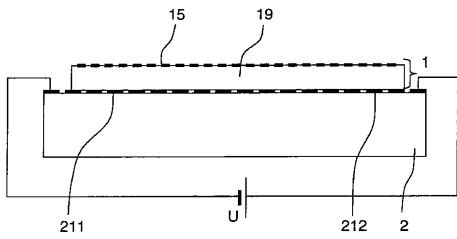
【 16 】

FIG. 16



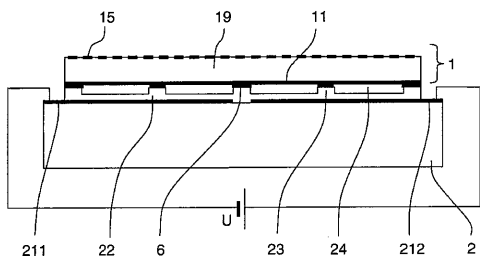
【 17 】

FIG. 17



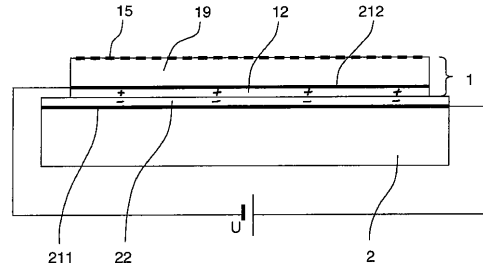
【 18 】

FIG. 18



【 19 】

FIG. 19



フロントページの続き

- (72)発明者 ホルツアプフェル・ヴォルフガング
ドイツ連邦共和国、83119 オーピング、グロッテンヴェーク、2
- (72)発明者 シュベックバッハー・ペーター
ドイツ連邦共和国、84558 キルヒヴァイダッハ、リンデンストラーセ、21

審査官 櫻井 仁

- (56)参考文献 特開平03-099213(JP,A)
特開平08-285566(JP,A)
特開昭63-111410(JP,A)
特開2003-036573(JP,A)
特開2000-161940(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- G01B 21/00~21/32
G01B 11/00~11/30
G01D 5/00~5/62