

(51)Int.Cl.

F I

H 0 2 N 13/00 (2006.01)

H 0 2 N 13/00

D

H 0 1 L 21/683 (2006.01)

H 0 1 L 21/68

R

請求項の数6 (全16頁)

(21)出願番号 特願平11-225881
 (22)出願日 平成11年8月10日(1999.8.10)
 (65)公開番号 特開2001-057789(P2001-57789A)
 (43)公開日 平成13年2月27日(2001.2.27)
 審査請求日 平成15年2月28日(2003.2.28)

(73)特許権者 503360115
 独立行政法人科学技術振興機構
 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
 (74)代理人 100089635
 弁理士 清水 守
 (72)発明者 樋口 俊郎
 神奈川県横浜市都筑区荏田東三丁目4番2
 6号
 (72)発明者 傅 寶 菜
 東京都文京区本駒込5-11-2神栄荘1
 06号室
 審査官 尾家 英樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

静電気力を用いた高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物のハンドリング装置において、

(a) 前記ハンドリング対象物に対向する上面に配置され、前記ハンドリング対象物を非接触で支持する静電気力を発生する電極を有する固定子と、

(b) 前記電極の面と前記ハンドリング対象物間のギャップをセンシングするセンサーと、

(c) 前記ハンドリング対象物の表面に存在する残留電荷を考慮した上で、前記センサーの出力に基づいて、電圧電源から供給される複数の電圧を選択的に電極に印加するとともに、前記ハンドリング対象物を静電気力で吸引浮上するために前記電極に電圧を印加することに付加して、前記ハンドリング対象物の浮上ギャップが浮上ターゲットギャップより小さくなった場合に作動する、前記ハンドリング対象物の過度の吸引浮上を抑制する抑制制御手段を具備し、

(d) 該抑制制御手段は、前記電極に静電気反発力を発生させるために逆極性の電圧を印加することにより、前記静電気吸引力を瞬時に無くしたり、小さくなるように制御するとともに、前記逆極性の電圧の印加時間を制限する遅延タイマを具備することを特徴とする静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置。

【請求項2】

請求項1記載の静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置において、前

記誘電体材料はガラス板であることを特徴とする静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置において、前記誘電体材料はセラミックス板であることを特徴とする静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置において、前記誘電体材料はプラスチック板であることを特徴とする静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 記載の静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置において、前記ハンドリング対象物は母材の表面に高抵抗体や誘電体材料が塗布されていることを特徴とする静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置。

【請求項 6】

請求項 1 記載の静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置において、電圧極性の違う 2 つの電極要素が隣り合うように配置された電極構造の電極を具備することを特徴とする静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20

【発明の属する技術分野】

本発明は、高抵抗体や誘電体材料の静電浮上ハンドリング装置に係り、特に、浮上ハンドリング時においてハンドリング対象物の表面に存在する残留電荷が起因する不安定浮上因子を無くした、高抵抗体や誘電体材料の非接触ハンドリング技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、この分野の先行技術としては、既に、本願発明者等によって、例えば、特開平 9 - 322564 号公報に開示されている。

【0003】

30

図 15 はその従来の静電浮上システムの概略構成図及びその電極形状を示す図である。

【0004】

図 15 において、1550 はハンドリング対象物に静電気力による吸引浮上力を与えるための固定子及びその面上に形成されている電極である。1560 はハンドリング対象物であり、電極 1550 に対向するように配置されている。1540 ~ 1542 は電極面とハンドリング対象物 1560 との間のギャップをセンシングする近接センサーである。1500 はスイッチング回路であり、スイッチ 1501a, 1501b, 1502a, 1502b と反転素子 1503 から構成される。1510 と 1520 は 1500 と同じ構成のスイッチング回路である。なお、1530 は電圧電源である。

【0005】

40

このように構成したので、近接センサー 1540 ~ 1542 でハンドリング対象物 1560 の位置をセンシングし、固定子 1550 とハンドリング対象物 1560 間のギャップはある設定値より小さくなったら電極への印加電圧をオフにし、逆にギャップはある設定値より大きくなったら印加電圧をオンにする。このようにして、ハンドリング対象物を完全に非接触な状態でハンドリングする。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述した従来の静電浮上システムには、高抵抗体や誘電体材料であるハンドリング対象物を安定浮上することに問題がある。この静電浮上システムでは、ハンドリング対象物の浮上ギャップがターゲットギャップより大きい時、電極に電圧を印加して

50

、電極とハンドリング対象物間に吸引力を発生し、ハンドリング対象物を吸引浮上し、ギャップを小さくしてターゲットギャップに近づける。

【 0 0 0 7 】

逆に、ギャップはターゲットギャップより小さければ、電極への印加電圧を遮断して静電吸引力を無くすようにし、自重で対象物を落してギャップを大きくし、ターゲットギャップに近づけようとする。

【 0 0 0 8 】

しかし、ハンドリング対象物は高抵抗体や誘電体材料であれば、印加電圧を遮断しても、ハンドリング対象物の表面に存在する残留電荷が瞬時になくならないため、電極とハンドリング対象物間の静電吸引力は印加電圧の遮断と同時に無くならない。この残留静電吸引力が原因で、この制御方式では、高抵抗体や誘電体材料であるハンドリング対象物を安定吸引浮上できないといった問題があった。

10

【 0 0 0 9 】

本発明は、高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物の静電気力浮上ハンドリング時における、ハンドリング対象物の表面に存在する残留電荷が起因する不安定浮上因子を無くし、高抵抗体や誘電体材料を安定浮上させハンドリングできる静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するために、

20

〔 1 〕 静電気力を用いた高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物のハンドリング装置において、前記ハンドリング対象物に対向する上面に配置され、前記ハンドリング対象物を非接触で支持する静電気力を発生する電極を有する固定子と、前記電極の面と前記ハンドリング対象物間のギャップをセンシングするセンサーと、前記ハンドリング対象物の表面に存在する残留電荷を考慮した上で、前記センサーの出力に基づいて、電圧電源から供給される複数の電圧を選択的に電極に印加するとともに、前記ハンドリング対象物を静電気力で吸引浮上するために前記電極に電圧を印加することに付加して、前記ハンドリング対象物の浮上ギャップが浮上ターゲットギャップより小さくなった場合に作動する、前記ハンドリング対象物の過度の吸引浮上を抑制する抑制制御手段を具備し、この抑制制御手段は、前記電極に静電気反発力を発生させるために逆極性の電圧を印加することにより、前記静電気吸引力を瞬時に無くしたり、小さくなるように制御するとともに、前記逆極性の電圧の印加時間を制限する遅延タイマを具備するようにしたものである。

30

【 0 0 1 1 】

〔 2 〕 上記〔 1 〕記載の静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置において、前記誘電体材料はガラス板である。

【 0 0 1 2 】

〔 3 〕 上記〔 1 〕記載の静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置において、前記誘電体材料はセラミックス板である。

【 0 0 1 3 】

〔 4 〕 上記〔 1 〕記載の静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置において、前記誘電体材料はプラスチック板である。

40

【 0 0 1 4 】

〔 5 〕 上記〔 1 〕記載の静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置において、前記ハンドリング対象物は母材の表面に高抵抗体や誘電体材料が塗布されている。

【 0 0 1 5 】

〔 6 〕 上記〔 1 〕記載の静電気力を用いたハンドリング対象物のハンドリング装置において、電圧極性の違う2つの電極要素が隣り合うように配置された電極構造の電極を具備するようにしたものである。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

50

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【 0 0 1 7 】

図 1 は本発明の第 1 実施例を示す静電気力を用いた高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物のハンドリング装置の概略構成図、図 2 は本発明の第 1 実施例が有効であることを説明する静電気吸引力の実測データを示す図である。この図 2 には、図 1 のシステムはどのようにして高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物を安定浮上できるかについて説明する（詳細は後述する）。図 3、図 4、図 5 には高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物を静電浮上するのに適した電極形状を示す。

【 0 0 1 8 】

まず、図 3 に示す電極パターン 3 0 0 の、基板 3 0 1 上の上半分の領域には、丸い形状の複数個に分割された第 1 の電極要素 (+) 3 0 2 と絶縁部分 3 0 4 を介してベタパターンである第 2 の電極要素 (-) 3 0 3 とが配置されている。

10

【 0 0 1 9 】

一方、基板 3 0 1 上の下半分の領域には、丸い形状の複数個に分割された第 2 の電極要素 (-) 3 0 5 と絶縁部分 3 0 7 を介してベタパターンである第 1 の電極要素 (+) 3 0 6 とが配置されている。つまり、基板 3 0 1 上の上半分の領域と下半分のパターン形状は同じであるが、電極には互いに逆極性の電位が印加されるように構成されている。また、電極パターン 3 0 0 の中央にハンドリング対象物をセンシングするためのセンサー穴 3 0 8 が形成されている。

【 0 0 2 0 】

次に、図 4 に示す電極パターン 4 0 0 は、基板 4 0 1 上に細かく分割された第 1 の電極要素 (+) 4 0 2 と第 2 の電極要素 (-) 4 0 4 とが配置され、第 1 の電極要素 (+) 4 0 2 は第 1 の接続線 4 0 3 により、第 2 の電極要素 (-) 4 0 4 は第 2 の接続線 4 0 5 により、斜行するようにそれぞれ電極要素を接続している。また、電極パターン 4 0 0 の中央にハンドリング対象物をセンシングするためのセンサー穴 4 0 6 が形成されている。

20

【 0 0 2 1 】

また、図 5 に示す電極パターン 5 0 0 は、基板 5 0 1 上に細かく分割された第 1 の電極要素 (+) 5 0 2 と第 2 の電極要素 (-) 5 0 4 とが配置され、第 1 の電極要素 (+) 5 0 2 は第 1 の接続線 5 0 3 により、第 2 の電極要素 (-) 5 0 4 は第 2 の接続線 5 0 5 により、斜行するようにそれぞれ電極要素を接続している。その斜行は、基板 5 0 1 の X 軸中心線に対称となるように構成されている。また、電極パターン 5 0 0 の中央にハンドリング対象物をセンシングするためのセンサー穴 5 0 6 が形成されている。

30

【 0 0 2 2 】

図 1 において、1 0 0 は面上に電極が形成されるベース、1 0 1 は 4 つの電極ユニットに分割された電極面、1 1 0、1 3 0、1 5 0 及び 1 7 0 は各電極ユニットに印加する電圧を制御するコントローラ（オンオフスイッチ）、1 9 0 はハンドリング対象物である。1 1 6、1 3 6、1 5 6 及び 1 7 6 は各電極ユニットとハンドリング対象物 1 9 0 間のギャップをセンシングする変位センサーや近接センサーである。

【 0 0 2 3 】

1 1 7 と 1 1 8 は第 1 電極ユニットを構成する電極要素群であり、同じ模様に塗布されている電極要素にはそのユニット内において同じ電圧が印加される。1 1 9 は電極ユニットの大体中心部に構成されているセンサー穴である。1 1 1、1 1 2、1 1 4 及び 1 1 5 はスイッチ、1 1 3 はインバータであり、模式図として示されており、センサー 1 1 6、1 3 6、1 5 6 及び 1 7 6 からの出力信号（例えば、「1」の信号）により、スイッチ 1 1 1 と 1 1 2 をオンにし、センサー 1 1 6、1 3 6、1 5 6 及び 1 7 6 からの出力信号がインバータ 1 1 3 により変換された信号（例えば、「0」）を出力してスイッチ 1 1 4 と 1 1 5 をオフにする。

40

【 0 0 2 4 】

変位センサー 1 1 6 は電極ユニットとハンドリング対象物 1 9 0 のギャップをセンシングし、信号をコントローラ 1 1 0 に送信する。そのギャップはターゲットギャップより大

50

きければ、スイッチ 1 1 1 及び 1 1 2 をオンにし、電圧 V 1 及び V 2 をそれぞれ電極要素 1 1 7 及び 1 1 8 に印加する。発生する静電気吸引力で対向するハンドリング対象物 1 9 0 を吸引し、ギャップをターゲットギャップに近づける。

【 0 0 2 5 】

逆に、ギャップがターゲットギャップより小さい場合は、スイッチ 1 1 1 と 1 1 2 をオフにし、スイッチ 1 1 4 と 1 1 5 をオンにする。今まで正極性の電圧 V 1 を印加された電極群 1 1 7 に負極性の電圧 V 3 を印加し、今まで負極性の電圧 V 2 を印加された電極群 1 1 8 に正極性の電圧 V 4 を印加する。この電圧 V 3 及び V 4 を印加することにより、電極ユニットとその対向する対象物の面の間に生じていた静電気吸引力を瞬時に無くすか、または小さくすることができる。電極とハンドリング対象物間のギャップを大きくしターゲットギャップに近づける。

10

【 0 0 2 6 】

以下、どのようにしてこの電圧 V 3 と V 4 の印加で、瞬時的に静電気吸引力が無くなり、小さくなるかについて説明する。

【 0 0 2 7 】

図 6 に示すように互いに極性の違う電圧が印加されている 2 つの電極 6 0 1 に対向するように、高抵抗体や誘電体材料であるハンドリング対象物 6 0 2 を真下に持ってくると、2 つの電極 6 0 1 に対向する面にそれぞれの印加電圧と反対極性の電荷が誘導される。また、ハンドリング対象物 6 0 2 の高い表面抵抗のため、各電極 6 0 1 に印加されている電圧を遮断しても、一度誘導した電荷は瞬時には消えず、電極とハンドリング対象物 6 0 2 間に依然として静電気吸引力が存在する。この残留静電気力によって浮上ハンドリングが乱される。

20

【 0 0 2 8 】

一方、印加電圧を遮断する代わりに、今まで、- V が印加されていた電極 6 0 1 に正電圧を印加し、今まで、+ V が印加されていた電極 6 0 1 に負電圧を印加すると、それぞれの電極とそれらに対向する電荷とは同じ極性なため、静電気吸引力が瞬時的に無くなるかまたは小さくなる。

【 0 0 2 9 】

また、ハンドリング対象物 6 0 2 の表面抵抗が十分に高い場合では、静電気吸引力が無くなるのみではなく電極 6 0 1 とハンドリング対象物 6 0 2 間に静電気反発力が生じる。以降、これら、静電気吸引力を瞬時的に無くすために印加する電圧のことを逆電圧と呼ぶことにする。しかしながら、この逆電圧はあまり高いと、逆に浮上ハンドリングを乱すことになる。

30

【 0 0 3 0 】

以下、これに関する実験データを示す。

【 0 0 3 1 】

この逆電圧の影響を見るために、力測定センサーの先端にガラス板（面寸法：1 3 0 m m × 1 1 0 m m、表面抵抗：5 5 % R H おいて $1 0^{12}$ ）を取付け、図 3 の電極形状を有し面積は該ガラス板と同じになっている電極板に対向して、2 0 μ m のギャップを隔てて水平に固定した。前記逆電圧の絶対値を変えて、その場合にガラス板に生じる静電気吸引力を実時間で測定した。

40

【 0 0 3 2 】

図 2 にその測定結果を示す。この測定では、電極は図 3 のように 2 グループに分割され（同じ模様の電極要素には同一電圧が印加される）、それぞれに絶対値が同じで極性が逆の電圧を印加したが、図 2 では一電極要素群に印加した電圧しか図示していない。なお、図 2 において、2 0 1 は印加電圧であり、2 0 2 は静電気吸引力である。

【 0 0 3 3 】

図 2 (a) は前述逆電圧を印加していない場合に、ガラス板に働いていた静電気吸引力を示す。印加電圧 2 0 1 としては、6 0 0 V_{r.m.s.} と 0 V の 2 電圧を 0 . 5 秒周期で切り替えて電極に印加した。図 2 (a) から分かるように、印加電圧を遮断しても、A 部に示さ

50

れるように、静電気吸引力はすぐに無くならず、ゆっくりと減衰していった。

【 0 0 3 4 】

図 2 (b) においては、前記逆電圧として絶対値 2 0 0 V の電圧を印加した場合を示す。明らかに、上図の場合に比べて、B 部に示されるように、静電気吸引力が早く減衰したことが分かる。

【 0 0 3 5 】

図 2 (c) においては、逆電圧として絶対値 4 0 0 V の電圧を印加した場合を示す。この場合では、静電気吸引力が瞬時的に減衰したが、そのあとすぐ、C 部に示すように、静電気吸引力を再び誘導してしまう。

【 0 0 3 6 】

このように、前記逆電圧は有効であるが、あまり高い逆電圧では逆に逆効果をもたらす。

10

【 0 0 3 7 】

次に、高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物の表面分極を加速できる電極形状を図 3 ~ 図 5 に示したが、ハンドリング対象物はガラス板のような高抵抗体である場合には、その高い表面抵抗のため、電極に電圧を印加してから対向するハンドリング対象物の表面に電荷が誘導され、十分な静電気力が得られるまでには時間がかかる。この遅れは、電極に電圧を印加してから高抵抗体であるハンドリング対象物を持上げられるまでの所要時間を長くし、かつ、ハンドリング時のハンドリング対象物の支持安定性を悪くする。図 3 ~ 図 5 の電極パターンは電極面が細かく分割され、隣り合う電極要素に極性の違う電圧を印加するように構成している。

20

【 0 0 3 8 】

これらの図 3 ~ 図 5 では、同じハッチング模様の電極要素は同じ電圧が印加されることを表している。また、正電圧が印加される電極要素の総面積は負電圧が印加される電極要素の総面積に等しく、ハンドリング対象物の電位を 0 V に保つように電極が形成されている。図 3 , 図 4 及び図 5 の電極パターンはガラスのような高抵抗体に対してより速く静電気力を誘導できる。

【 0 0 3 9 】

その原因を以下に説明する。

【 0 0 4 0 】

誘電体板を電界に入れると、電子分極、原子分極と双極子分極が起きる。その内の電子分極と原子分極は瞬時に完成するが、双極子分極の進行は周囲の分子に妨げられるため完成するまで時間がかかる。また、この双極子分極は強い電界ほど加速されるということは発明者等の実験データで分かっている。図 3 , 4 , 5 の電極パターンでは、電極面が細かく分割され、隣り合う電極要素に違う極性の電圧を印加されるようになっているため、境界が密度高く分布され、電極全域に亘り強い電界が形成され、誘電体板全面に素早く分極を進行させる。

30

【 0 0 4 1 】

また、図 3 , 図 4 , 図 5 の電極パターンはガラスなどの高抵抗体や誘電体材料の表面分極を加速できるのみではなく、ハンドリング時において、ハンドリング対象物が横方向に逸脱しないように、ハンドリング対象物に対して上下方向の吸引力と同時に横方向の拘束力も働く。

40

【 0 0 4 2 】

図 6 を用いてその横方向拘束力の発生を説明する。

【 0 0 4 3 】

この図において、6 0 1 は電極要素、6 0 2 は高抵抗体の薄状部材のハンドリング対象物である。なお、 E_1 は強い電界、 E_2 は強い横方向の拘束力を有する電界を示している。

【 0 0 4 4 】

図 6 (a) は異なった極性の電圧が印加されている 2 つの電極要素 6 0 1 の真下に置か

50

れる高抵抗体の薄状部材602の表面に起きる不均一な電荷誘導を示している。この不均一な分極は不均一な電界による結果である。

【0045】

図6(b)は横方向拘束力の発生を説明している。高い表面抵抗のため一旦表面に誘導された電荷は瞬時に移動できず、外力で横方向に逸脱しようとするハンドリング対象物602に対して元の位置に戻そうとする力(以下復元力と言う)が働く。特に電極境界付近では、多くの電荷が誘導されているため強い復元力が発生する。

【0046】

図3, 図4及び図5の電極パターンは、このような境界を四面八方に構成しているため、横方向の復元力は一般的なスリット形電極に比べて遥かに強い。

図7は本発明の第2実施例を示す静電気力を用いた高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物のハンドリング装置の構成概略図である。

【0047】

この図において、700は面上に電極が形成されるベース、701は4つの電極ユニットに分割された電極面、710, 730, 750及び770は各電極ユニットに印加する電圧を制御するコントローラ(オンオフスイッチ)である。716, 736, 756及び776は各電極ユニットとハンドリング対象物間のギャップをセンシングする変位センサーや近接センサー、713はインバータ、720は遅延タイマであり、これらは模式的に示されている。

【0048】

717と718は第1電極ユニットを構成する電極要素群であり、同じ模様で塗布されている電極要素にはそのユニット内において同じ電圧が印加される。719は電極ユニットの大体中心部に構成されているセンサー穴である。

【0049】

711, 712, 714及び715はスイッチである。変位センサー716は電極ユニットとハンドリング対象物790のギャップをセンシングし、信号をコントローラ710に送信する。そのギャップはターゲットギャップより大きければ、711及び712をオンにし、電圧V1及びV2をそれぞれ電極要素群717及び718に印加する。発生する静電気吸引力で対向するハンドリング対象物を吸引し、ギャップをターゲットギャップに近づける。

【0050】

逆に、ギャップがターゲットギャップより小さい場合は、スイッチ711と712をオフにし、スイッチ714と715をオンにする。今まで正極性の電圧V1を印加された電極群717に負極性の電圧V2を印加し、今まで負極性の電圧V2を印加された電極群718に正極性の電圧V1を印加する。

【0051】

このように、電圧V1とV2を逆に印加することによって、電極要素群717, 718(電極ユニット)とその対向するハンドリング対象物790の面の間に生じていた静電気吸引力を瞬時に無くしたり小さくする。これにより、電極要素群717, 718とハンドリング対象物790間のギャップを大きくしターゲットギャップに近づける。また、これらの逆電圧の印加時間は遅延タイマで制限され、前もって設定した時間だけこれらの逆電圧を電極要素群に印加し、その後はスイッチ714と715をオフにし、これらの逆電圧を遮断する。

【0052】

前記したように、逆電圧として印加した電圧はあまり高いと、逆に瞬時的に静電気吸引力を再び誘導してしまい、安定浮上を乱す。

【0053】

この第2実施例では電圧V1及びV2を逆に印加して前記逆電圧として用いるため、高い電圧を逆電圧に用いることになる。そこで、図7に示しているように、遅延タイマ720を組み込み、前述逆電圧の印加時間を制限して逆電圧による静電気吸引力の発生を防止

10

20

30

40

50

する。

【 0 0 5 4 】

以下、この遅延タイマを組み込んだ場合の静電気力の変動を示す。

【 0 0 5 5 】

図 2 の測定法と同じように、力測定センサーの先端にガラス板（面寸法：130 mm × 110 mm、表面抵抗：55 % RH おいて 10^{12} ）を取付け、図 3 の電極形状を有し、面積は該ガラス板と同じになっている電極板に対向して、20 μm のギャップを隔てて水平に固定した。

【 0 0 5 6 】

図 8 にその測定結果を示す。なお、図 8 において、801 は印加電圧であり、802 は静電気吸引力である。 10

【 0 0 5 7 】

図 8 (a) は逆電圧を印加していない場合に、ガラス板に働いていた静電気吸引力を示す。図 8 (b) と図 8 (c) では、前記逆電圧としては吸引浮上するために印加する電圧をその極性を逆にして印加し、逆電圧の印加時間をそれぞれ 50 ms と 100 ms とした。つまり、短い時間だけ逆電圧を印加するようにした。

【 0 0 5 8 】

この測定では、電極は図 3 のように 2 グループに分割し（同じ模様の電極要素には同一電圧が印加される）、それぞれに絶対値が同じで極性が逆の電圧を印加したが、図 8 では一電極要素群に印加した電圧しか図示していない。 20

【 0 0 5 9 】

図 8 (b) から分かるように、高い逆電圧をある短い時間だけ印加するのは、前記残留静電気力を瞬時的に小さくするのに有効であることが分かる。

【 0 0 6 0 】

しかし、図 8 (c) から分かる様に、当逆電圧をあまり長い時間印加すると、一度小さくなった静電気吸引力がまた大きくなる。この高い逆電圧の適切な印加時間はハンドリング対象物の表面抵抗によって違い、表面抵抗が低いほど、印加時間を短くする必要がある。

【 0 0 6 1 】

図 9 は本発明の第 3 実施例を示す静電気力を用いた高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物のハンドリング装置の構成概略図を示す。 30

【 0 0 6 2 】

この図において、900 は面上に電極が形成されるベース、901 は 4 つの電極ユニットに分割された電極面、910、930、950 及び 970 は各電極ユニットに印加する電圧を制御するコントローラ（オンオフスイッチ）である。916、936、956 及び 976 は各電極ユニットとハンドリング対象物間のギャップをセンシングする変位センサーや近接センサーである。917 と 918 は第 1 電極ユニットを構成する電極要素群であり、同じ模様で塗布されている電極要素にはそのユニット内において同じ電圧が印加される。919 は電極ユニットの大体中心部に構成されているセンサー穴である。911 及び 914 はスイッチである。 40

【 0 0 6 3 】

変位センサー 916 は電極ユニットとハンドリング対象物 990 のギャップをセンシングし、信号をコントローラ 910 に送信する。そのギャップはターゲットギャップより大きい場合には、スイッチ 911 をオンにし、電圧 V1 を電極要素 917 に印加する。発生する静電吸引力で対向するハンドリング対象物を吸引し、ギャップをターゲットギャップに近づける。

【 0 0 6 4 】

逆に、ギャップがターゲットギャップより小さい場合は、スイッチ 911 をオフにし、スイッチ 914 をオンにする。今まで正極性の電圧 V1 を印加された電極群 917 に負極性の電圧 V2 を印加する。なお、913 はインバータであり、模式的に示されている。 50

【 0 0 6 5 】

このように、前記逆電圧を印加することによって、電極ユニットとその対向するハンドリング対象物の面の間に生じていた静電気吸引力を瞬時に無くしまたは小さくする。電極とハンドリング対象物間のギャップを大きくしターゲットギャップに近づける。ただし、この浮上方式では、電極要素群 9 1 8 は常時接地している。また、前記逆電圧として印加する V_2 の絶対値は V_1 のそれに比べて小さい。

【 0 0 6 6 】

図 1 0 は本発明の第 4 実施例を示す静電気力を用いた高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物のハンドリング装置の構成概略図を示す。

【 0 0 6 7 】

この図において、1 0 0 0 は面上に電極が形成されるベース、1 0 0 1 は 4 つの電極ユニットに分割された電極面、1 0 1 0 , 1 0 3 0 , 1 0 5 0 及び 1 0 7 0 は各電極ユニットに印加する電圧を制御するコントローラ (オンオフスイッチ) である。

10

【 0 0 6 8 】

また、1 0 1 6 , 1 0 3 6 , 1 0 5 6 及び 1 0 7 6 は各電極ユニットとハンドリング対象物間のギャップをセンシングする変位センサーや近接センサーである。1 0 1 7 と 1 0 1 8 は第一電極ユニットを構成する電極要素群であり、同じ模様で塗布されている電極要素にはそのユニット内において同じ電圧が印加される。1 0 1 9 は電極ユニットの大体中心部に構成されているセンサー穴である。1 0 1 1 及び 1 0 1 4 はスイッチ、1 0 1 3 はインバータ、1 0 1 4 A は遅延タイマであり、これらは模式的に示されている。

20

【 0 0 6 9 】

また、変位センサー 1 0 1 6 は電極ユニットとハンドリング対象物 1 0 9 0 のギャップをセンシングし、信号をコントローラ 1 0 1 0 に送信する。そのギャップはターゲットギャップより大きければ、スイッチ 1 0 1 1 をオンにし、電圧 V_1 を電極要素群 1 0 1 7 に印加する。発生する静電気吸引力で対向するハンドリング対象物 1 0 9 0 を吸引し、ギャップをターゲットギャップに近づける。

【 0 0 7 0 】

逆に、ギャップがターゲットギャップより小さい場合は、スイッチ 1 0 1 1 をオフにし、スイッチ 1 0 1 4 をオンにする。今まで正極性の電圧 V_1 を印加された電極群 1 0 1 7 に負極性の電圧 V_2 を印加する。

30

【 0 0 7 1 】

このように、前記逆電圧を印加することによって、電極ユニットとその対向するハンドリング対象物の面の間に生じていた静電気吸引力を瞬時に無くしまたは小さくする。電極要素群とハンドリング対象物間のギャップを大きくしターゲットギャップに近づける。ただし、この浮上方式では、電極要素群 1 0 1 8 は常時接地している。

【 0 0 7 2 】

この第 4 実施例と図 9 に示した第 3 実施例との違いは、遅延タイマを組み込んで逆電圧として印加する電圧 V_2 の印加時間を制限するようにするため、逆電圧の絶対値を上げられることである。この逆電圧の絶対値を上げることによって、図 9 のシステムに比べて、より速く前記残留静電気吸引力を降下できる。

40

【 0 0 7 3 】

図 1 1 は本発明の第 5 実施例を示す静電気力を用いた高抵抗体や誘電体材料のハンドリング装置の構成概略図である。

【 0 0 7 4 】

この図において、1 1 0 3 は面上に電極が形成されるベース、1 1 0 4 は 1 4 個の電極ユニットに分割された電極面、1 1 0 2 は各電極ユニットに印加する電圧を制御するコントローラ (オンオフスイッチ) である。このコントローラは、図 1 に示されるコントローラユニット 1 1 0 を 1 4 個持ち、各電極ユニットに印加する電圧を各コントローラが独自に制御する構成となっている。

【 0 0 7 5 】

50

1101は各電極ユニットとハンドリング対象物間のギャップをセンシングする近接センサーである。1105は一つの電極ユニットであり、同じ模様で塗布されている電極要素には、そのユニット内において同じ電圧が印加される。1106は各電極ユニットの大体中心部に構成されているセンサー穴である。1107はハンドリング対象物である。

【0076】

この実施例のシステム構造は、図1の構成と同様であるが、ただし、この実施例では、浮上ハンドリング対象物1107が柔軟体である場合に適している。この場合では、電極面1104を細かく電極ユニット1105に分割し、各電極ユニットに印加する電圧を各コントローラユニットで制御する。電極ユニットのサイズはハンドリング対象物1107のヤング率などで決められる。

10

【0077】

図11のシステムを用いて385mm×130mm×0.7mmのガラス板を浮上ハンドリングした実験結果を図12及び図13に示す。

【0078】

大気湿度は58%RHであった。図12と図13にそれぞれガラス板の4個所のギャップを示している。つまり、図12(a)と図13(a)は一番外側に配置された電極とガラス板とのギャップを、図12(d)と図13(d)は中央に配置された電極とガラス板とのギャップを、図12(b)、図12(c)、図13(b)、図13(c)は中央と一番外側に配置されたセンサーの間に配置される2箇所の電極とガラス板とのギャップをそれぞれ示している。浮上前において、ハンドリング対象物のガラス板を下から支持板を用いて支持し、電極板とのギャップを300μmになる様に水平に設置した。浮上ターゲットを200μmになる様に、コントローラに記憶した。

20

【0079】

図12の結果は前述逆電圧を0Vとした場合の浮上結果を示す。

【0080】

この図から分かるように、浮上ハンドリングに失敗した。また、同じ条件で何回か浮上実験をしたところ、たまには、浮上ハンドリングに成功した例もあるが、そのギャップはターゲットギャップと一致せず、かつ、浮上が安定せず、数分間の内にガラス板が電極板に吸着された。

【0081】

図13の実験結果は、本発明にかかる逆電圧の絶対値を160Vとした場合の浮上結果を示す。

30

【0082】

図13から明らかのように、ハンドリング対象物であるガラス板が約0.3秒でターゲットギャップである200μm当たりで安定浮上した。また、この浮上ハンドリングは安定して、一時間以上放置しても電極板に吸着されることや脱落することは無かった。

【0083】

なお、上記実施例では、単なる高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物について述べたが、図14に示すように、母材1401としては、全てが高抵抗体や誘電体材料でなくても、その母材1401の表面に高抵抗体や誘電体材料1402が塗布されているハンドリング対象物であってもよい。

40

【0084】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0085】

【発明の効果】

以上、詳細に説明した様に、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

【0086】

高抵抗体や誘電体材料であるハンドリング対象物の静電気力浮上ハンドリングの安定性

50

を乱す前記残留静電気力の影響を無くすかまたは小さくなるようにしたので、電極とハンドリング対象物間のギャップはターゲットギャップより小さい時に、ハンドリング対象物を吸引浮上するために印加した電圧と極性の違う電圧を各電極要素に印加する。

【 0 0 8 7 】

この電圧はハンドリング対象物の表面に存在する残留電荷と同じ極性を持つため、残留静電気力を瞬時に無くしたり最小にする。また、ハンドリング対象物の表面抵抗によっては静電気反発力を起こす。残留静電気吸引力を無くすことによって、ハンドリング対象物の浮上ギャップはターゲットギャップに比べて過剰に小さくなるのを防止することができる。更に、ハンドリング対象物が電極に吸着されること無く、安定浮上を実現することができる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施例を示す静電気力を用いた高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物のハンドリング装置の概略構成図である。

【 図 2 】 本発明の第 1 実施例が有効であることを説明する静電気吸引力の実測データを示す図である。

【 図 3 】 本発明の第 1 実施例を示すハンドリング対象物が高抵抗体や誘電体材料である場合に適する電極形状の平面図（その 1）である。

【 図 4 】 本発明の第 1 実施例を示すハンドリング対象物が高抵抗体や誘電体材料である場合に適する電極形状の平面図（その 2）である。

【 図 5 】 本発明の第 1 実施例を示すハンドリング対象物が高抵抗体や誘電体材料である場合に適する電極形状の平面図（その 3）である。

20

【 図 6 】 図 3 ~ 図 5 の電極形状が高抵抗体や誘電体材料であるハンドリング対象物に対して、浮上ハンドリング時に、強い横方向拘束力を発生する原理を説明する図である。

【 図 7 】 本発明の第 2 実施例を示す静電気力を用いた高抵抗体や誘電体材料のハンドリング装置の模式図である。

【 図 8 】 本発明の第 2 実施例が有効であることを説明する静電気吸引力の実測データを示す図である。

【 図 9 】 本発明の第 3 実施例を示す静電気力を用いた高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物のハンドリング装置の模式図である。

【 図 10 】 本発明の第 4 実施例を示す静電気力を用いた高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング対象物のハンドリング装置の模式図である。

30

【 図 11 】 本発明の第 5 実施例を示す静電気力を用いた高抵抗体や誘電体材料からなるハンドリング装置の模式図である。

【 図 12 】 図 11 の装置を用いて浮上実験を行った結果を示す図である。

【 図 13 】 図 11 の装置を用いて浮上実験を行った結果を示す図である。

【 図 14 】 本発明の他の実施例を示すハンドリング対象物の断面図である。

【 図 15 】 従来の静電浮上システムの概略構成図及びその電極形状を示す図である。

【 符号の説明 】

- 1 0 0 , 7 0 0 , 9 0 0 , 1 0 0 0 , 1 1 0 3 ベース
- 1 0 1 , 7 0 1 , 9 0 1 , 1 0 0 1 , 1 1 0 4 電極面
- 1 1 0 , 1 3 0 , 1 5 0 , 1 7 0 , 7 1 0 , 7 3 0 , 7 5 0 , 7 7 0 , 9 1 0 , 9 3 0
, 9 5 0 , 9 7 0 , 1 0 1 0 , 1 0 3 0 , 1 0 5 0 , 1 0 7 0 , 1 1 0 2 コントローラ（オンオフスイッチ）
- 1 1 1 , 1 1 2 , 1 1 4 , 1 1 5 , 7 1 1 , 7 1 2 , 7 1 4 , 7 1 5 , 9 1 1 , 9 1 4
, 1 0 1 1 , 1 0 1 4 スイッチ
- 1 1 3 , 7 1 3 , 9 1 3 , 1 0 1 3 インバータ
- 1 1 6 , 1 3 6 , 1 5 6 , 1 7 6 , 7 1 6 , 7 3 6 , 7 5 6 , 7 7 6 , 9 1 6 , 9 3 6
, 9 5 6 , 9 7 6 , 1 0 1 6 , 1 0 3 6 , 1 0 5 6 , 1 0 7 6 , 1 1 0 1 変位センサー（近接センサー）
- 1 1 7 , 1 1 8 , 7 1 7 , 7 1 8 , 9 1 7 , 9 1 8 , 1 0 1 7 , 1 0 1 8 電極要素

40

50

群

1 1 9 , 3 0 8 , 4 0 6 , 5 0 6 , 7 1 9 , 9 1 9 , 1 0 1 9 , 1 1 0 6 センサー

穴

1 9 0 , 6 0 2 , 7 9 0 , 9 9 0 , 1 0 9 0 , 1 1 0 7 ハンドリング対象物

2 0 1 , 8 0 1 印加電圧

2 0 2 , 8 0 2 静電気吸引力

3 0 0 , 4 0 0 , 5 0 0 電極パターン

3 0 1 , 4 0 1 , 5 0 1 基板

3 0 2 , 3 0 6 , 4 0 2 , 5 0 2 第 1 の電極要素 (+)

3 0 3 , 3 0 5 , 4 0 4 , 5 0 4 第 2 の電極要素 (-)

3 0 4 , 3 0 7 絶縁部分

4 0 3 , 5 0 3 第 1 の接続線

4 0 5 , 5 0 5 第 2 の接続線

6 0 1 2 つの電極 (電極要素)

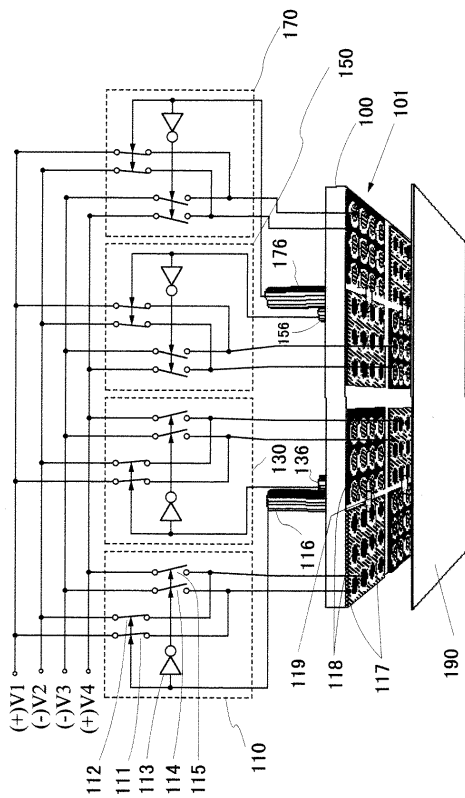
7 2 0 , 1 0 1 4 A 遅延タイマ

1 1 0 5 電極ユニット

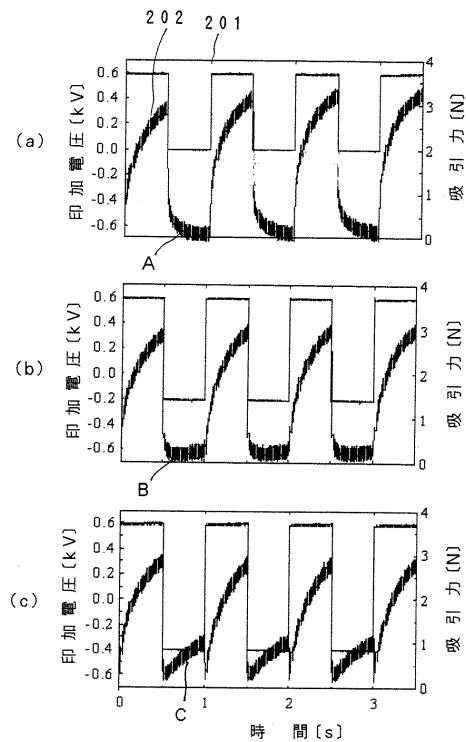
1 4 0 1 母材

1 4 0 2 高抵抗体や誘電体材料

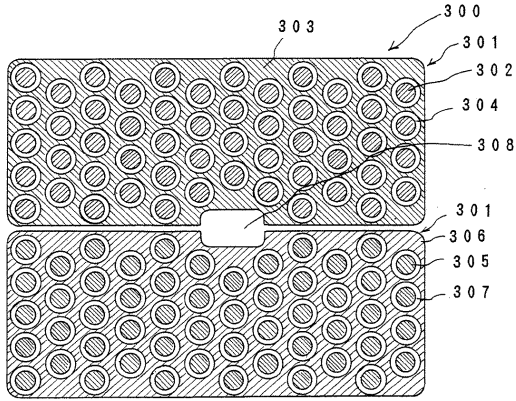
【 図 1 】



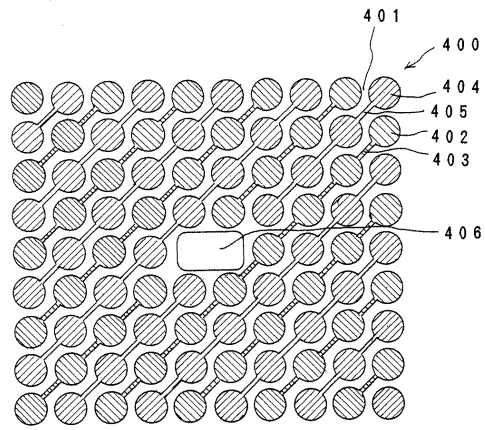
【 図 2 】



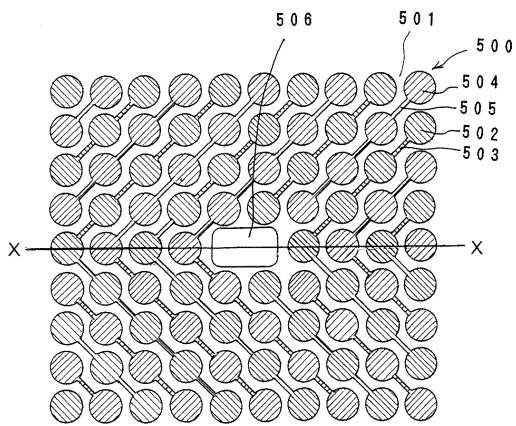
【 図 3 】



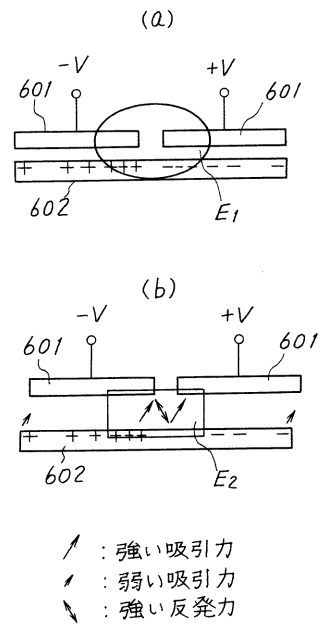
【 図 4 】



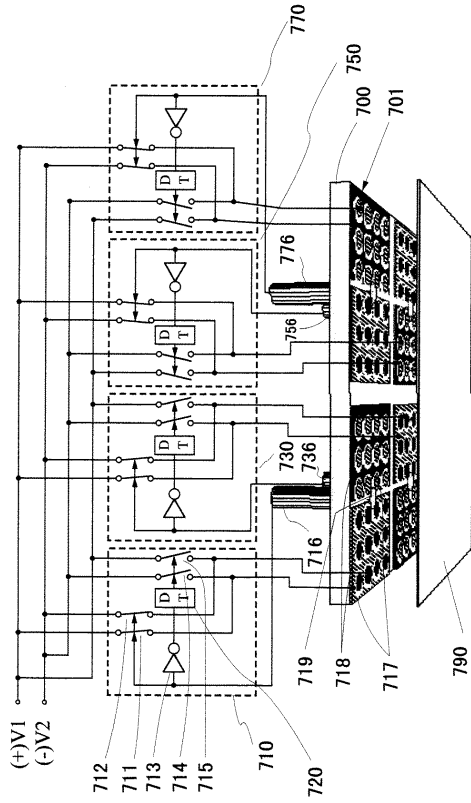
【 図 5 】



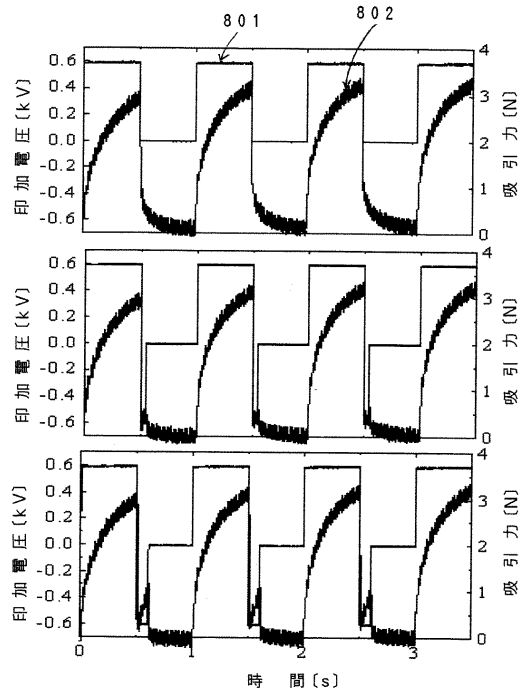
【 図 6 】



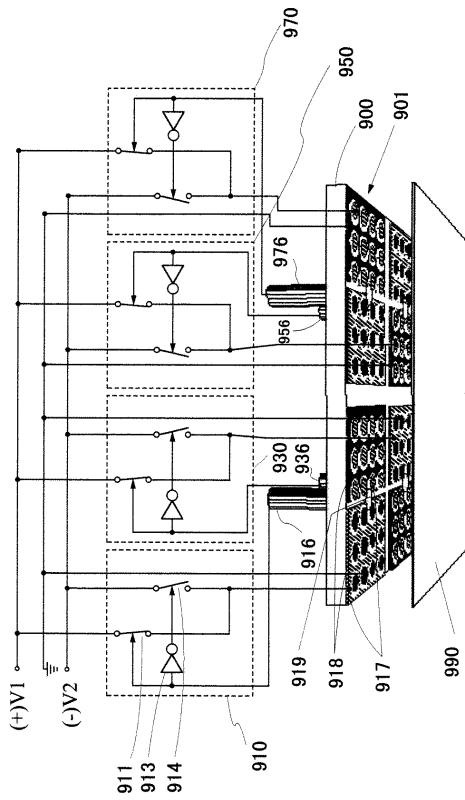
【 図 7 】



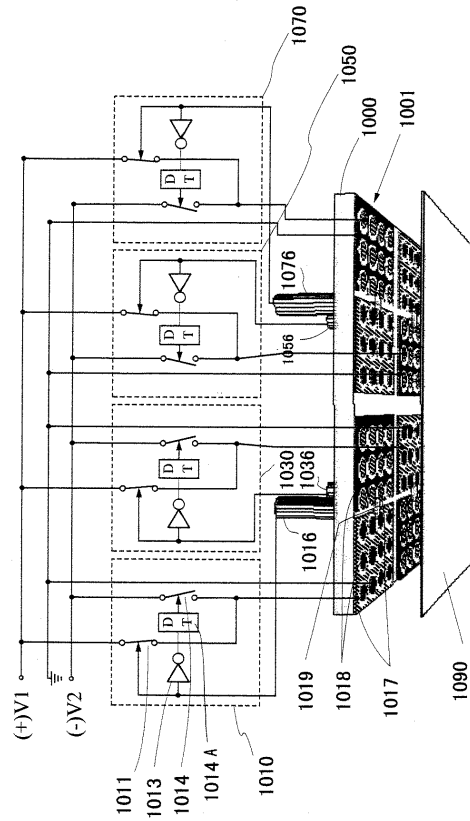
【 図 8 】



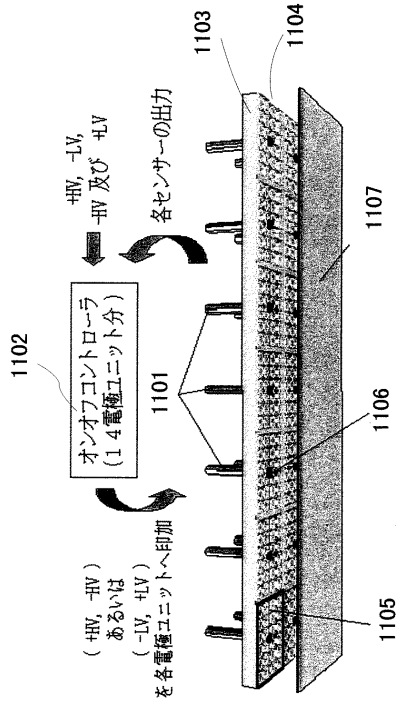
【 図 9 】



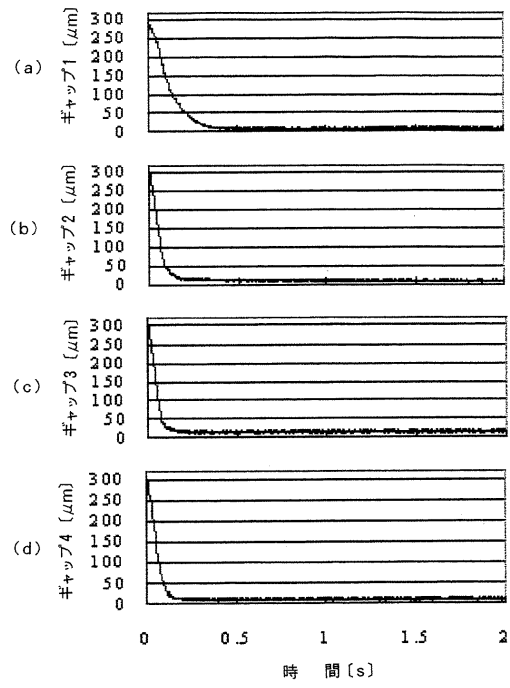
【 図 10 】



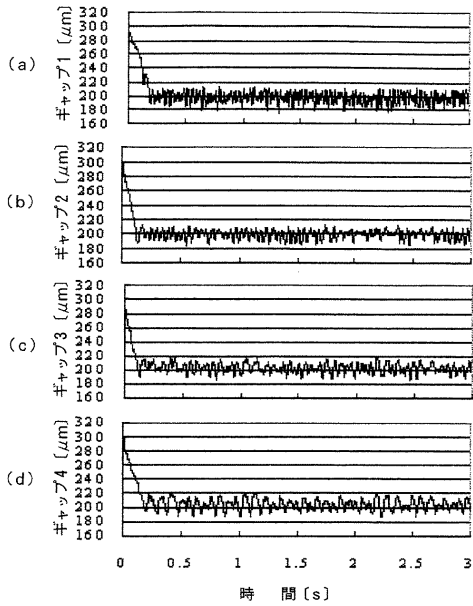
【 図 1 1 】



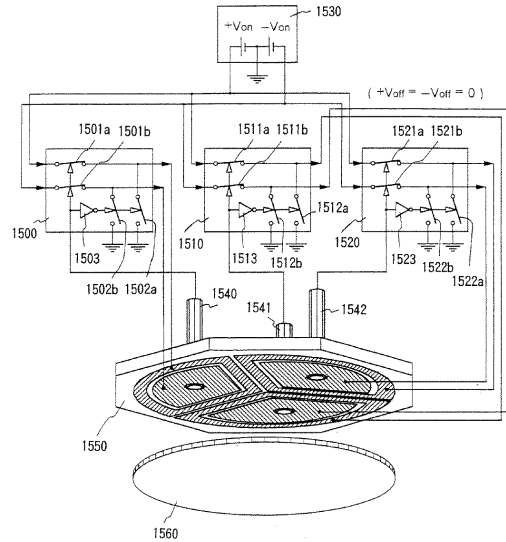
【 図 1 2 】



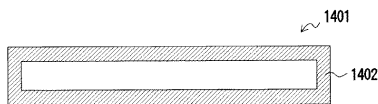
【 図 1 3 】



【 図 1 5 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10 - 066367 (JP, A)
特開平09 - 213780 (JP, A)
特開平11 - 040661 (JP, A)
特開平09 - 285142 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02N 13/00