

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-23997

(P2010-23997A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.
B65G 54/02 (2006.01)F1
B65G 54/02テーマコード (参考)
3F021

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2008-188530 (P2008-188530)
(22) 出願日 平成20年7月22日 (2008.7.22)(71) 出願人 000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(74) 代理人 100084548
弁理士 小森 久夫
(72) 発明者 古樋 知重
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
株式会社村田製作所内
(72) 発明者 井上 学
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
株式会社村田製作所内
(72) 発明者 石川 容平
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
株式会社村田製作所内
Fターム(参考) 3F021 AA07 BA02 BA05 CA11

(54) 【発明の名称】 粒子輸送装置

(57) 【要約】

【課題】粒子が滞留する特異点が生じないようにして、粒子を高効率のもとで輸送できるようにした粒子輸送装置を構成する。

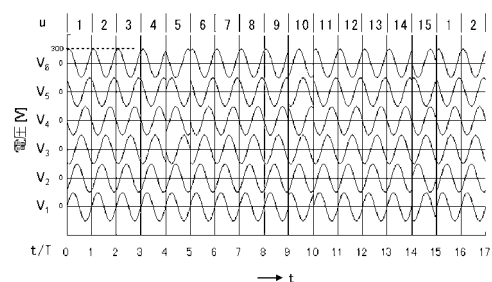
【解決手段】基板に形成された線状電極に対する印加電圧のパターンを時間経過に伴って周期的且つ断続的に切り替える。例えば6相の正弦波交流電圧をタイミング $u = 1 \sim 15$ の繰り返しのうち、 $u = 5, 10, 15$ のタイミングで幾つかの相の電圧を他の相の電圧に切り替える。これにより線状電極の配列空間上で粒子が滞留する特異点が生じることなく、粒子を高効率のもとで輸送できるようになる。

【選択図】図6

(A)

u	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	1	2	3	4	5	6
2	1	2	3	4	5	6
3	1	2	3	4	5	6
4	1	2	3	4	5	6
5	1	2	4	2	1	5
6	1	2	3	4	5	6
7	1	2	3	4	5	6
8	1	2	3	4	5	6
9	1	2	3	4	5	6
10	6	2	3	5	3	2
11	1	2	3	4	5	6
12	1	2	3	4	5	6
13	1	2	3	4	5	6
14	1	2	3	4	5	6
15	3	1	3	4	6	4

(B)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに平行または略平行に配列された線状電極と、
前記線状電極の配列順番号を k (k は 0 から始まる整数)、前記線状電極に印加すべき周期変化する駆動電圧の採り得る位相の数である相数を n としたとき、

$$p = \text{Mod}(k, n) + 1 \quad (\text{ここで、Mod は剰余関数である。})$$

で表される第 p 相の駆動電圧を前記配列順番号 k の線状電極に印加する電圧印加手段と、
を備えた粒子輸送装置において、

前記駆動電圧は n 相の交番電圧であり、前記電圧印加手段は前記線状電極に対する印加電圧のパターンが時間経過に伴って不連続に切り替えられたものである粒子輸送装置。

10

【請求項 2】

前記電圧印加手段は、前記 n 相のうちの相の選択によって前記印加電圧のパターンの切替を行う、請求項 1 に記載の粒子輸送装置。

【請求項 3】

前記複数の線状電極は誘電体または絶縁体の基板上に配置され、前記線状電極上に絶縁体膜が被覆された請求項 1 または 2 に記載の粒子輸送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、粒子を電氣的に輸送する粒子輸送装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

電極部に多相電圧を印加することによりクーロン力を発生させて粒子を移動させる粒子輸送装置が特許文献 1 に示されている。

【0003】

ここで特許文献 1 の粒子輸送装置の構成を、図 1・図 2 を基に説明する。

図 1 はその斜視図、図 2 は側面図である。図 1・図 2 に示すように、絶縁体 2 中に複数の線状電極 3 を平行に配置して平板状固定子 1 を構成し、電源 9 で線状電極 3 に交番電圧を印加することにより、線状電極 3 の近傍にクーロン力を発生させ、平板状固定子 1 上の粒子 29 を平板状固定子 1 表面に吸引しつつ輸送する。

30

【特許文献 1】特許第 3569544 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、特許文献 1 に示されている粒子輸送装置においては、平板状固定子 1 上の一部の粒子が定位置に付着したまま輸送されない、という問題が生じ得ることを発明者等は実験的及び理論的に発見した。

【0005】

平行配置された線状電極に対して複数相の交番電圧を印加することによって粒子が輸送されるのは、互いに隣接する線状電極間で粒子に生じる前方向と後方向のクーロン力が均衡する安定平衡位置(安定点)が各相の電圧変化に従って順次移動し、それに伴って粒子が移動するからである。

40

【0006】

しかし、印加される各相の電圧が一定周波数の正弦波交流電圧などであって、相間が互いに等しい位相差をもっている場合、時間経過に伴って駆動電圧の変移があっても粒子を安定点からそれに隣接する次の安定点まで動かすために必要な十分な大きさのクーロン力が作用しない位置(特異点)が生じる。このような位置の粒子はそこから移動せず滞留することになる。

このことは以降に示す本発明の実施形態で述べる従来技術との比較説明で一層明らかになる。

50

【 0 0 0 7 】

この発明の目的は、粒子が滞留する特異点が生じないようにして、粒子を高効率のもとで輸送できるようにした粒子輸送装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

この発明の粒子輸送装置は次のように構成する。

(1) 互いに平行または略平行に配列された線状電極と、

前記線状電極の配列順番号を k (k は 0 から始まる整数)、前記線状電極に印加すべき周期変化する駆動電圧の採り得る位相の数である相数を n としたとき、

$p = \text{Mod} (k, n)$ (ここで、 Mod は剰余関数である。)

10

で表される第 p 相の駆動電圧を前記配列順番号 k の線状電極に印加する電圧印加手段と、を備えた粒子輸送装置において、

前記駆動電圧は n 相の交番電圧であり、前記電圧印加手段は前記線状電極に対する印加電圧のパターンが時間経過に伴って不連続に切り替えられたものとする。

【 0 0 0 9 】

前述の特異点は、線状電極の配列空間上での線状電極への印加電圧パターンが並進対称で一定であることに起因しているので、上記の駆動電圧を印加することによって、上記特異点は一時的に解消されて、その特異点に一時的に滞留していた粒子が再度移動を開始することになり、粒子の滞留が抑制でき、高効率な粒子輸送が実現できる。

【 0 0 1 0 】

20

(2) 前記電圧印加手段は、前記 n 相のうちの相の選択によって前記印加電圧パターンの切替を行うものとする。

この構成により、簡易な波形切替によって駆動できるので、回路構成が複雑化せず、駆動制御も容易になる。

【 0 0 1 1 】

(3) 前記複数の線状電極は誘電体または絶縁体の基板上に配置し、前記線状電極上に絶縁体膜を被覆する。

この構成により、電極間の放電や電極からの放電を抑制することができ、また電極の酸化を抑制することができるので、長期に亘って安定した特性が維持できる。

【発明の効果】

30

【 0 0 1 2 】

この発明によれば、特異点が生じないかまたは生じにくくなって、粒子の滞留が抑制でき、高効率な粒子輸送が実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 3 】

《第 1 の実施形態》

この発明の第 1 の実施形態に係る粒子輸送装置について図 3 ~ 図 9 を参照して説明する。

図 3 は複数の線状電極とそれらに対して電圧を印加する電源の構成を示す図であり、図 3 (A) は線状電極を形成した誘電体基板の平面図、図 3 (B) はその側面図である。

40

【 0 0 1 4 】

誘電体基板 5 1 の上面には複数の線状電極 5 2 を平行且つ一定間隔に配列形成し、さらに絶縁物のカバーコート 5 4 を被覆することによって配列電極基板部 5 0 を構成している。交流電源部 4 0 は、その出力端子 $V 1 \sim V 6$ から 6 相の駆動電圧を出力する。線状電極 5 2 は、その並び順に 6 本ごとに接続部 5 3 を並列接続するとともに、後に示す交流電源部の出力端子 $V 1 \sim V 6$ にそれぞれ接続している。

【 0 0 1 5 】

図 3 (B) において、線状電極 5 2 は、各線状電極 $E 1(1)$, $E 2(1)$, $E 3(1)$, $E 4(1)$, $E 5(1)$, $E 6(1)$, $E 1(2)$, $E 2(2)$, $E 3(2)$, $E 4(2)$, $E 5(2)$, $E 6(2)$, $E 1(3)$, $E 2(3)$, $E 3(3)$, $E 4(3)$, $E 5(3)$, $E 6(3)$ からなる。

50

【 0 0 1 6 】

なお、線状電極 5 2 を絶縁物のカバークート 5 4 で被覆したことにより、線状電極 5 2 を腐食性ガスや酸素、水分などによる腐食や酸化から保護でき、また、火花放電を防止できる。また、粒子の帯電を防ぐことができ、安定に輸送することができる。また、電界が著しく大きい部位が露出しないため、粒子の破碎を防止できる。

【 0 0 1 7 】

図 4 は、この発明の第 1 の実施形態に係る粒子輸送装置の断面図であり、後述する方法によって配列電極基板部 5 0 の上に沿って動く粒子が受ける力を具体的に求めるために具体的な寸法も表している。

【 0 0 1 8 】

図 5 は交流電源部の構成を示すブロック図である。図 5 (A) は粒子輸送装置全体のブロック図であり、図 5 (B) は交流電源部 4 0 の構成を示すブロック図である。図 5 (A) において配列電極基板部 5 0 は図 3 に示した誘電体基板 5 1、それに形成した線状電極 5 2 及びそれらを所定間隔で並列接続する接続部 5 3 とからなる。

【 0 0 1 9 】

図 5 (B) に示すように、交流電源部 4 0 は 6 相交流電圧源 4 2、スイッチング回路 4 3 及びクロック発生回路 4 1 とで構成している。クロック発生回路 4 1 は、スイッチングパターン制御回路 4 4 に対して基準タイミングとなるクロック信号 C L K を発生する。

【 0 0 2 0 】

スイッチングパターン制御回路 4 4 は、後述するスイッチングパターンテーブルに応じ、上記 6 相交流電圧源 4 2 が発生した交流電圧 X 1 ~ X 6 のうちどれを出力端子 V 1 ~ V 6 へ出力するかを選択する選択信号 P 1 ~ P 6 を発生する。

【 0 0 2 1 】

上記交流電圧 X 1 ~ X 6 はそれぞれ 6 0 0 V p p の正弦波交流電圧である。

【 0 0 2 2 】

図 5 に示した 6 相交流電圧源 4 2 は、例えば相順に 6 0 度ずつ位相が異なる正弦波電圧出力 X 1 ~ X 6 を備えている。X 1 ~ X 6 の各出力電圧の瞬時値は、

【 0 0 2 3 】

【 数 1 】

$$X_i = A \sin \left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{(i-1)\pi}{3} \right) \quad \cdots (1)$$

【 0 0 2 4 】

のように表せる。ここで、t は時刻、T は周期である。

【 0 0 2 5 】

スイッチング回路 4 3 は、スイッチングパターン制御回路 4 4 から出力される信号 P m (m = 1、2、・・・、6) に応じて、出力端子 V j (j = 1、2、・・・、6) を入力電圧 X p_m に接続する。

例えば、

$$(P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6) = (1, 2, 4, 2, 1, 5)$$

であるとき、

$$(V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6) = (X_1, X_2, X_4, X_2, X_1, X_5)$$

となるように、接続される。

【 0 0 2 6 】

クロック発生回路は、一定周期でクロックパルス C L K を発生する。例えば、周期 T ごとにパルスを発生する。

【 0 0 2 7 】

スイッチングパターン制御回路 4 4 は、クロックパルス C L K が入力されるごとにスイッチングパターンテーブルを参照し、出力信号 P m (m = 1、2、・・・、6) を変更する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

スイッチングパターンテーブルには、スイッチングパターン制御回路が出力する信号 P_m ($m = 1, 2, \dots, 6$) の時間変化パターンがあらかじめ格納されている。

【 0 0 2 9 】

図 6 (A) は上記スイッチングパターンテーブルの内容の例である。スイッチングパターン制御回路 4 4 は初期状態において $u = 1$ に対応する P_m を出力する。クロックパルス CLK が入力されるたびに $u = 2, 3, \dots$ に対応する P_m を出力する。図 6 (A) の場合、 u の最大値は 1 5 であり、 $u = 1 5$ の状態でクロックパルス CLK が入力されたときは $u = 1$ に戻る。

【 0 0 3 0 】

10

図 6 (B) は (A) に示したスイッチングパターンテーブルの内容によって制御されて交流電源部 4 0 から出力される 6 相交流電圧の波形図である。ここで横軸は時刻、縦軸は電圧である。 t / T の値及び u の値も併せて示しているので、図 6 (A) と対比すれば分かるように、時間経過に伴う $P_1 \sim P_6$ の切替に応じて $V_1 \sim V_6$ の波形が断続的に切り替わる。

【 0 0 3 1 】

次に、空間的にゆるやかに変化する静電界勾配中に置かれた粒子に作用する力を求める。簡単のため、粒子の比誘電率は 1 と同程度とし、粒子の存在による電界の変化は十分小さいものとする。このとき、空間全体の静電エネルギーの変化量 U は、

【 0 0 3 2 】

20

【 数 2 】

$$U = - \int_V \frac{1}{2} \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) E^2 dV \quad \cdots (2)$$

【 0 0 3 3 】

と表されることが知られている。但し、 ϵ_0 は真空の誘電率、 ϵ_r は粒子の比誘電率、 E は電界の大きさであり、積分範囲は粒子の体積 V についてとるものとする。

【 0 0 3 4 】

この粒子を粒子径に対して十分ゆるやかな空間勾配のある静電界中に置いたときに働く力 F は、

30

【 0 0 3 5 】

【 数 3 】

$$\mathbf{F} = - \nabla U = \left[\int_V (\epsilon_r - 1) dV \right] \nabla \left(\frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \right) \quad \cdots (3)$$

【 0 0 3 6 】

で表される。ここで、記号 ∇ は勾配を表す。

【 0 0 3 7 】

式 (3) の中で、力の x 成分 F_x に着目すると、

【 0 0 3 8 】

40

【 数 4 】

$$F_x = \left[\int_V (\epsilon_r - 1) dV \right] \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \right) \quad \cdots (4)$$

【 0 0 3 9 】

を得る。

【 0 0 4 0 】

式 (3) , (4) より、粒子には、電界が大きい方向へ引き込まれる力が働くことが分かる。

【 0 0 4 1 】

50

ここまでは時間変化しない静電場を扱ったが、静電場がゆるやかに時間変化する場合にも上記の議論はほぼそのまま成り立つ。いま、 x 軸上の運動に着目して式 (4) を時刻 t 及び座標 x への依存性が明示的となるように書くと、

【0042】

【数5】

$$F_x(t, x) = \left[\int_V (\epsilon_r - 1) dV \right] \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{2} \epsilon_0 E^2(t, x) \right) \quad \cdots (5)$$

【0043】

が得られる。

10

【0044】

次に、この配列電極基板部の上に沿って動く粒子が受ける力を具体的に求める。なお、以下の考察においては、式 (5) で表される x 方向の力のみに着目する。また、粒子に作用する力としては、この他にも、電界から受ける z 方向の力、基板表面から受ける摩擦力、帯電に基づくクーロン力、空気の粘性による力などがあるが、これらの力が作用しても本発明の効果には大きな影響を与えないものと考えられる。

【0045】

図4に示すような構造パラメータを持つ配列電極基板部において、配列電極基板部の上面に接する半径 $4 \mu\text{m}$ の粒子を考える（なお、説明の便のため、図4に図示した粒子の縮尺は、図の他の部分の縮尺に一致していない）。ここで、粒子の材質はアルミナとし、比誘電率を 8.5 とする。また、誘電体基板51及びカバーコート54の誘電率はいずれも 5.24 とした。

20

【0046】

(a) 従来方法による場合

この発明の第1の実施形態に係る粒子輸送装置の格別な作用についての理解を助けるために、先ず従来の電圧印加方法による粒子の運動を、図7を参照して説明する。

従来の電圧印加方法とは、図6(A)に示したスイッチングパターン $u = 1$ の電圧出力を継続する場合に相当する。

【0047】

図7には、 $t = 0 \sim T$ において粒子が受ける力の x 成分 $F_x(x)$ の変化の様子をグラフとして描いた。図7は、その上から下へ向かって時間経過を表している。それぞれの波形において、 $F_x(x) = 0$ の軸を正から負へ横切る点は、位置の摂動に対して復元力が働くから安定平衡位置（安定点）に対応している。

30

【0048】

まず、 $t = 0$ において、粒子がA1の位置にあり静止している場合を考える。A1は、安定平衡位置のひとつである。

【0049】

次に時間が経過して $t = T/12$ のときを考える。図7より、A2においては、 $+x$ 方向の小さな力が働くことが分かる。

【0050】

このとき、粒子をA2に留める力が十分小さければ、粒子は $+x$ 方向へ動き続け、例えば別の安定平衡位置であるB2に至る。同様に、時間の経過に従って、粒子は $C3 \rightarrow D4 \rightarrow E5 \rightarrow F9 \rightarrow G13$ と移動すると考えられる。従って、時間 T の間に粒子は距離 $L/2$ だけ進むことになる。

40

【0051】

一方、A2に位置する粒子に作用する力 $F_x(x)$ が、粒子をA2に留める力（基板表面から受ける摩擦力など）に比べて小さいと、粒子はA3, A4, A5, A6, A1' に対応する位置に留まることが予想される。このように、条件によっては、一部の粒子が定位置に留まる。すなわち、この特異点で粒子が滞留してしまう。

【0052】

50

(b) 第1実施形態による場合

次に、本発明の第1の実施形態による電圧印加方法を用いた場合の粒子の運動を、図8を参照して説明する。

図8には、 $t = 4T \sim 5T$ において粒子が受ける力の x 成分 $F_x(x)$ の変化の様子をグラフとして描いた。これは、図6(A)に示したスイッチングパターン $u = 1 \sim 15$ の繰り返しのうち、 $u = 5$ ($t = 4T \sim 5T$)における $F_x(x)$ について表したものである。図8は、その上から下へ向かって時間経過を表している。

【0053】

まず、 $t = 4T$ において、粒子がAA1の位置にあり静止している場合を考える。この位置は図7に示したA1と同じ位置である。このAA1位置の粒子は、時刻 $t = 4T + T/12$ において、 $+x$ 方向の力を受ける。この力の大きさは、図7に示した従来方法におけるいずれの時刻よりも大きいので、粒子をAA1に留める力に打ち克って移動する可能性が高い。

【0054】

このように、図7に示したような作用を粒子に与えるスイッチングパターンに加えて適当な時間間隔で、図6(A)に示す $u = 5$, $u = 10$, $u = 15$ のような変則的なスイッチングパターンを挿入することによって、一旦静止した粒子を運動させて再び移動させる。なお、電極印加パターンの切替は、相数 n (駆動電圧の採り得る位相の数)のうちのいずれかの相を選択することによって行う。

【0055】

ここで、粒子が受ける力を、時間軸上の最大値という観点から見直してみる。粒子の運動を配列電極の並び方向に沿った一次元に限定して考える。まず、座標位置 x において粒子が受ける力の絶対値の時間軸上の最大値

【0056】

【数6】

$F_x^{\max}(x)$ は、

$$F_x^{\max}(x) = \max\{F_x(t, \xi) \mid 0 \leq t < T, \xi = x\} \quad \dots (6)$$

【0057】

と表すことができる。ここで、 $\max\{f|A\}$ は、独立変数に関する条件Aの下での関数 f の最大値を与える関数である。

さらに、

【0058】

【数7】

$F_x^{\max}(x)$ の座標軸 x 上の最小値 $F^{\min-\max}$ は、

$$F^{\min-\max} = \min\{F_x^{\max}(x) \mid 0 \leq x < L\} \quad \dots (7)$$

【0059】

と表すことができる。ここで、 $\min\{f|A\}$ は、独立変数に関する条件Aの下での関数 f の最小値を与える関数である。

このように与えられる $F^{\min-\max}$ が大きいほど、留まる粒子の割合は小さいものと考えられる。

上記の従来方法(a)と本発明の第1実施形態(b)の場合について、

【0060】

10

20

30

40

【数 8】

$F_x^{\max}(x)$ を図9に示す。この図9から分かるように、いずれの空間位置 x においても、(b)における

$F_x^{\max}(x)$ は、(a)における $F_x^{\max}(x)$ を上回っている。

従って当然ながら(b)における $F^{\min-\max}$ は(a)における $F^{\min-\max}$ を上回っている。

【0061】

そのため、(b)のような作用を粒子に与えるスイッチングパターンを含む本実施例の方法によって留まる粒子の割合を小さくすることができる。

10

【0062】

《第2の実施形態》

第1の実施形態では交流電圧の波形が正弦波であったが、第2の実施形態はこれを矩形波にした例である。

【0063】

交流電源部のブロック構成は図5に示したものと同様である。

図10(A)は図5におけるスイッチングパターンテーブルの内容の例である。スイッチングパターン制御回路44は初期状態において $u = 1$ に対応する P_m を出力する。クロックパルスCLKが入力されるたびに $u = 2, 3, 4$ に対応する P_m を出力する。図10(A)の場合、 u の最大値は4であり、 $u = 4$ の状態でクロックパルスCLKが入力されたときは $u = 1$ に戻る。

20

【0064】

図10(B)は(A)に示したスイッチングパターンテーブルの内容によって制御されて交流電源部40から出力される6相交流電圧の波形図である。ここで横軸は時刻、縦軸は電圧である。 t/T の値及び u の値も併せて示している。図10(A)と対比すれば明らかなように、時間経過に伴う $P_1 \sim P_6$ の切替に応じて $V_1 \sim V_6$ の波形が断続的に切り替わる。

【0065】

このように交流電圧の波形が矩形波であっても、第1の実施形態の場合と同様に安定点が生じにくくなって粒子の滞留が解消できる。

30

【0066】

なお、第2の実施形態では交流電圧波形の正負の平均時間がアンバランスであるのでDCバイアスが掛かることになるが、正期間と負期間の平均時間が均等になるような波形にしてもよい。

【0067】

その他にも、三角波や高調波成分が重畳された正弦波などであってもよく、一般に交番電圧に適用することによって同様の効果が得られる。

また、以上に示した例では相数を $V_1 \sim V_6$ の6としたが、相数 n は6に限らない。

【図面の簡単な説明】

【0068】

40

【図1】特許文献1に示されている粒子輸送装置の斜視図である。

【図2】特許文献1に示されている粒子輸送装置の側面図である。

【図3】第1の実施形態に係る粒子輸送装置の複数の線状電極とそれらに対して電圧を印加する構成を示す図であり、(A)は線状電極を形成した誘電体基板の平面図、(B)はその側面図である。

【図4】第1の実施形態に係る粒子輸送装置の断面図であり、配列電極基板部50の上に沿って動く粒子が受ける力を具体的に求めるために具体的な寸法の例を示す図である。

【図5】(A)は粒子輸送装置全体のブロック図であり、(B)は交流電源部の構成を示すブロック図である。

【図6】(A)は上記スイッチングパターンテーブルの内容の例、(B)は(A)に示し

50

たスイッチングパターンテーブルの内容によって制御されて交流電源部 40 から出力される 6 相交流電圧の波形図である。

【図 7】図 6 (A) に示したスイッチングパターン $u=1$ の電圧出力を継続する場合に相当する従来の電圧印加方法による粒子の運動を、 $t=0$ から $t=T$ までにおいて粒子が受ける力の x 成分 $F_x(x)$ を描いた図である。

【図 8】図 6 (A) に示したスイッチングパターンで制御した第 1 の実施形態による粒子の運動を、 $t=4T$ から $t=5T$ までにおいて粒子が受ける力の x 成分 $F_x(x)$ を描いた図である。

【図 9】従来方法 (a) と第 1 の実施形態 (b) の場合について、粒子が受ける力の絶対値の最大値を示す図である。

【図 10】(A) は第 2 の実施形態に係る粒子輸送装置におけるスイッチングパターンテーブルの内容の例、(B) は (A) に示したスイッチングパターンテーブルの内容によって制御されて交流電源部 40 から出力される 6 相交流電圧の波形図である。

【符号の説明】

【0069】

40 ... 交流電源部

41 ... クロック発生回路

42 ... 6 相交流電圧源

43 ... スwitchング回路

50 ... 配列電極基板部

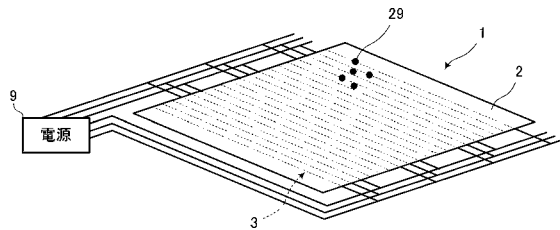
51 ... 誘電体基板

52 ... 線状電極

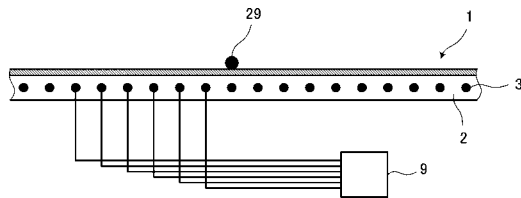
53 ... 接続部

54 ... カバーコート

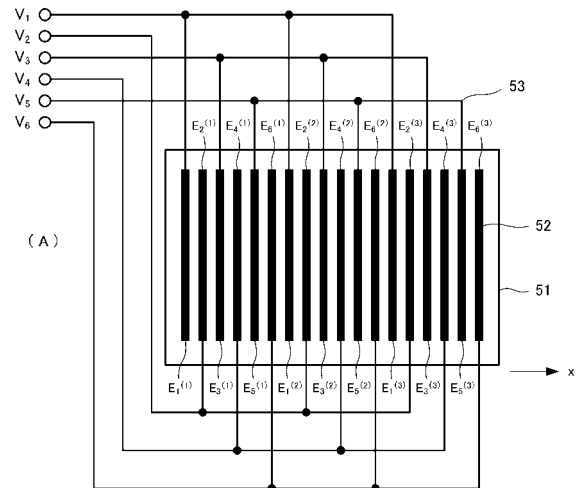
【図 1】



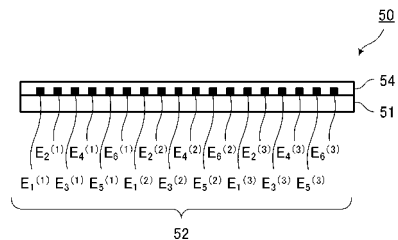
【図 2】



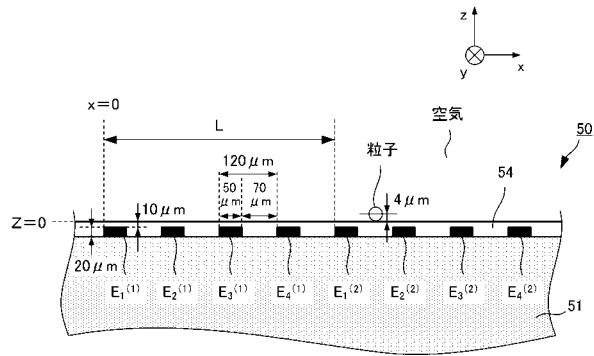
【図 3】



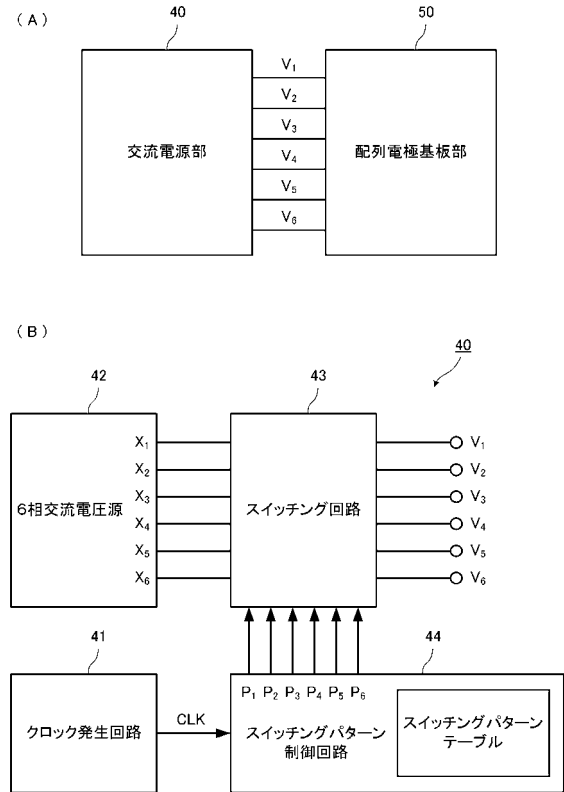
(B)



【図 4】



【図 5】

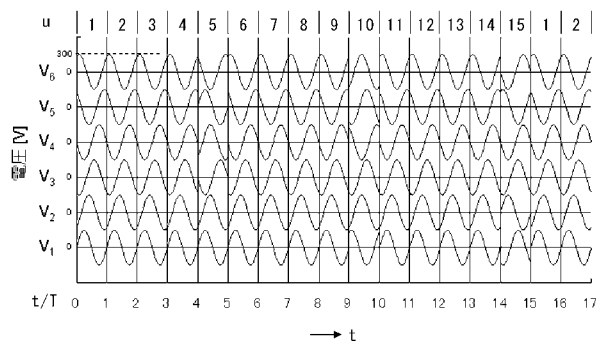


【図 6】

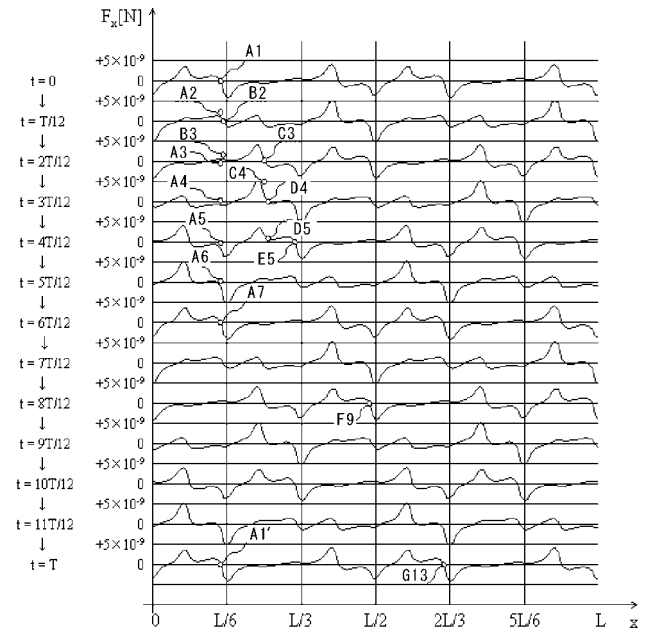
(A)

u	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	1	2	3	4	5	6
2	1	2	3	4	5	6
3	1	2	3	4	5	6
4	1	2	3	4	5	6
5	1	2	4	2	1	5
6	1	2	3	4	5	6
7	1	2	3	4	5	6
8	1	2	3	4	5	6
9	1	2	3	4	5	6
10	6	2	3	5	3	2
11	1	2	3	4	5	6
12	1	2	3	4	5	6
13	1	2	3	4	5	6
14	1	2	3	4	5	6
15	3	1	3	4	6	4

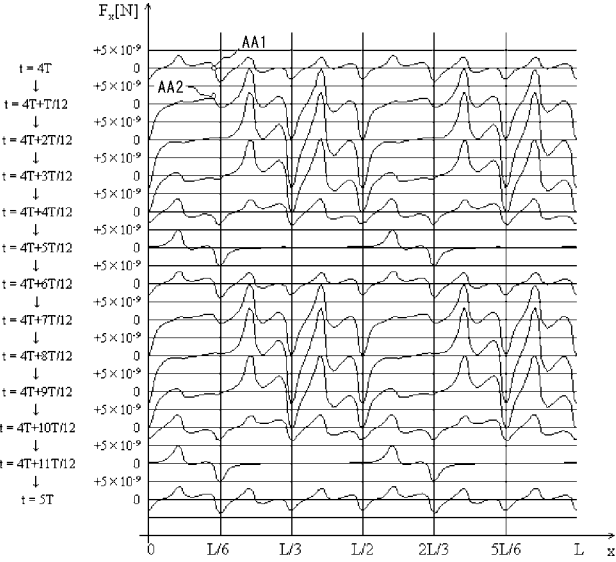
(B)



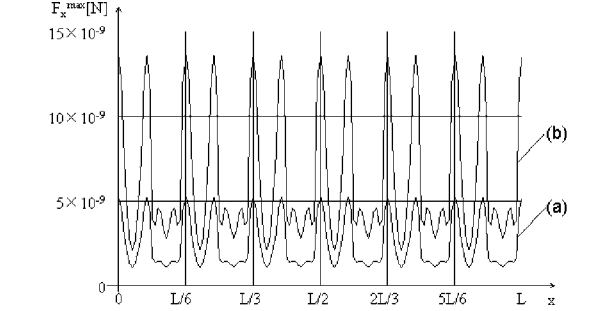
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

(A)

u	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	1	2	3	4	5	6
2	1	1	3	3	5	5
3	1	2	3	4	5	6
4	1	1	3	3	5	5

(B)

