

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02005/114825

発行日 平成20年3月27日 (2008. 3. 27)

(43) 国際公開日 **平成17年12月1日 (2005. 12. 1)**

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
HO2N 2/00 (2006.01) HO2N 2/00 B

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 30 頁)

出願番号	特願2006-513734 (P2006-513734)	(71) 出願人	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
(21) 国際出願番号	PCT/JP2005/009229	(74) 代理人	100089635 弁理士 清水 守
(22) 国際出願日	平成17年5月20日 (2005. 5. 20)	(72) 発明者	川勝 英樹 日本国東京都世田谷区尾山台一丁目9番1 8号
(31) 優先権主張番号	特願2004-150134 (P2004-150134)		
(32) 優先日	平成16年5月20日 (2004. 5. 20)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 精密高耐荷重移動方法および装置

(57) 【要約】

剪断変形を起こす piezo 素子とくさび、もしくは、剪断変形を起こす piezo 素子と縦変形を起こす piezo 素子とくさびとを組み合わせ、大きな摺動面へ押し付け圧を加えた時にも垂直方向へ移動体が的確に移動可能な精密高耐荷重移動方法および装置を提供する。剪断変形を起こす piezo 素子を、その剪断方向が異なるように積層し、くさびと組み合わせ、大きな摺動面へ押し付け圧を加えた時にも垂直方向へ移動体が的確に移動可能な精密高耐荷重移動方法および装置を提供する。

固定体の水平方向の面上に配置され、剪断変形を起こす piezo 素子 24A が固定されるくさび状移動子 23 と、前記 piezo 素子 24A を急速変形駆動するパルス源 30 と、前記くさび状移動子 23 の駆動によって前記固定体の垂直方向の壁面 22 に接触して垂直方向に上下する移動体 25 とを備え、前記移動体 25 に前記くさび状移動子 23 を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体 25 の移動位置決めを行う。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 剪断変形を起こす piezo 素子をベース上に載置されるくさび状移動子の底面に固定し、

(b) 前記 piezo 素子を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直方向に上下可能な移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の微小移動位置決めを行うことを特徴とする精密高耐荷重移動方法。

【請求項 2】

(a) 剪断変形を起こす piezo 素子と縦変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子をベース上に載置されるくさび状移動子の底面に固定し、

(b) 前記積層 piezo 素子を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直方向に上下可能な移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の微小移動位置決めを行うことを特徴とする精密高耐荷重移動方法。

【請求項 3】

(a) 剪断変形を起こす第 1 の piezo 素子をベース上に載置されるくさび状移動子の底面に固定するとともに、該くさび状移動子の上部傾斜面に沿って剪断変形を起こす第 2 の piezo 素子を固定し、

(b) 前記 piezo 素子を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直方向に上下可能な移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の微小移動位置決めを行うことを特徴とする精密高耐荷重移動方法。

【請求項 4】

(a) 剪断変形を起こす第 1 の piezo 素子をベース上に載置されるくさび状移動子の底面に固定するとともに、該くさび状移動子の上部傾斜面に紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第 2 の piezo 素子を固定し、

(b) 前記第 1 の piezo 素子を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直および紙面奥行き方向に移動可能な移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の微小移動位置決めを行い、

(c) また、前記第 2 の piezo 素子を急速変形駆動することにより前記ベースに対して鉛直および紙面奥行き方向に移動可能な移動体を紙面奥行き方向に微小移動位置決めを行うことを特徴とする精密高耐荷重移動方法。

【請求項 5】

(a) 剪断変形を起こす piezo 素子と縦変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子をベース上に載置されるくさび状移動子の底面に固定するとともに、該くさび状移動子の上部傾斜面に斜面に沿って剪断変形を起こす piezo 素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子を固定し、

(b) 前記くさび状移動子の底面に固定した積層 piezo 素子と前記上部傾斜面に固定した積層 piezo 素子のうち、斜面に沿って剪断変形する素子を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直方向に上下可能な移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の微小移動位置決めを行い、また、前記上部傾斜面に固定した積層 piezo 素子のうち、紙面奥行き方向に剪断変形する素子を急速変形駆動することにより、前記紙面奥行き方向にも前記移動体の微小移動位置決めを行うことを特徴とする精密高耐荷重移動方法。

【請求項 6】

(a) 剪断変形を起こす第 1 の piezo 素子を、両側に壁面を有するベース上に載置される断面が上側に斜辺 2 個を有する 3 角形状のくさび状移動子の底面に固定するとともに、該くさび状移動子の両側の上部傾斜面各々に紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第 2 および

10

20

30

40

50

第 3 の piezo 素子を固定し、

(b) 前記第 1 の piezo 素子を急速変形駆動することによって前記くさび状移動子を前記ベース上で左右に移動させ、ベースに対して鉛直方向と紙面に対して奥行き方向に移動可能な 2 個の移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより、前記 2 個の移動体の鉛直方向の位置エネルギーの総和が変わらない様に前記移動体の鉛直方向の微小移動位置決めを行い、また、前記第 2 および第 3 の piezo 素子を急速変形駆動することにより、紙面奥行き方向にも前記移動体の微小移動位置決めを行うことを特徴とする精密高耐荷重移動方法。

【請求項 7】

(a) 剪断変形を起こす piezo 素子を、両側に壁面を有するベース上に載置される断面が上側に斜辺 2 個を有する 3 角形状のくさび状移動子の底面に固定するとともに、該くさび状移動子の両側の上部傾斜面各々に、斜面に沿って剪断変形を起こす piezo 素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子を固定し、

(b) 前記ベース上に載置される断面が上側に斜面 2 個を有する 3 角形状のくさび状移動子の底面に固定される前記 piezo 素子と、前記斜面に沿って剪断変形を起こす piezo 素子を急速変形駆動することによって前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直方向に上下可能で紙面に対して奥行き方向にも移動可能な 2 個の移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記 2 個の移動体の鉛直方向の位置エネルギーの総和が変わらない様に前記移動体の微小移動位置決めを行い、また、前記上部傾斜面に配置した、前記紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子を急速変形駆動することにより、前記紙面奥行き方向にも前記移動体の微小移動位置決めを行うことを特徴とする精密高耐荷重移動方法。

【請求項 8】

剪断変形を起こす第 1 の piezo 素子を、両側に壁面を有する第 1 のベース上に載置される断面が上側に斜辺 2 個を有する 3 角形状のくさび状移動子の底面に固定するとともに、該くさび状移動子の両側の上部傾斜面各々に紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第 2 および第 3 の piezo 素子を固定し、前記第 1 の piezo 素子を急速変形駆動することによって前記くさび状移動子を前記第 1 のベース上で左右に移動させ、ベースに対して鉛直方向と紙面に対して奥行き方向に移動可能な 2 個の移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより、前記 2 個の移動体の鉛直方向の位置エネルギーの総和が変わらない様に前記移動体の鉛直方向の微小移動位置決めを行い、また、前記第 2 および第 3 の piezo 素子を急速変形駆動することにより、紙面奥行き方向にも前記移動体の微小移動位置決めを行う精密高耐荷重移動装置を、前記第 1 のベースの底面に固定された剪断変形を起こす第 4 の piezo 素子を介して第 2 のベース上に載置し、前記第 4 の piezo 素子を急速変形駆動することにより前記精密高耐荷重移動装置を前記第 2 のベース上で水平方向に移動させることにより、前記移動体の x y z 方向の位置決めを行うことを特徴とする精密高耐荷重移動方法。

【請求項 9】

請求項 8 記載の精密高耐荷重移動方法において、前記第 2 および第 3 の piezo 素子が、斜面方向に剪断変形を起こす piezo 素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子であることを特徴とする精密高耐荷重移動方法。

【請求項 10】

ベース上の左側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こす piezo 素子からなる第 1 の piezo 素子と、前記傾斜面には紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第 2 の piezo 素子が固定される第 1 のくさび状移動子と、ベース上の右側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こす piezo 素子からなる第 3 の piezo 素子と、前記傾斜面には紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第 4 の piezo 素子とが固定される第 2 のくさび状移動子とを備え、前記第 1 のくさび状移動子および第 2 のくさび状移動子にブリッジされるように移動体が配置され、前記第 1 および第 3 の piezo 素子を急速変形駆動することにより前記第 1 および第 2

のくさび状移動子を前記ベース上で移動させ、鉛直方向に上下可能な前記移動体を紙面左右および上下方向に微小移動位置決めを行い、また、前記第2および第4のピエゾ素子を急速変形駆動することにより、前記移動体を紙面奥行き方向にも微小移動位置決めを行うことを特徴とする精密高耐荷重移動方法。

【請求項11】

ベース上の左側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こすピエゾ素子からなる第1のピエゾ素子と、前記傾斜面には斜面方向に剪断変形を起こすピエゾ素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こすピエゾ素子とを貼り合わせた積層ピエゾ素子からなる第2のピエゾ素子が固定される第1のくさび状移動子と、ベース上の右側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こすピエゾ素子からなる第3のピエゾ素子と、前記傾斜面には斜面方向に剪断変形を起こすピエゾ素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こすピエゾ素子とを貼り合わせた積層ピエゾ素子からなる第4のピエゾ素子とが固定される第2のくさび状移動子とを備え、前記第1のくさび状移動子および第2のくさび状移動子にブリッジされるように移動体が配置され、前記第1および第3のピエゾ素子を急速変形駆動することにより前記第1および第2のくさび状移動子を前記ベース上で移動させ、鉛直方向に上下可能な前記移動体を紙面左右および上下方向に微小移動位置決めを行い、また、前記第2および第4のピエゾ素子を急速変形駆動することにより、前記移動体を紙面奥行き方向にも微小移動位置決めを行うことを特徴とする精密高耐荷重移動方法。

10

【請求項12】

(a) 固定体の水平方向の面上に配置され、剪断変形を起こすピエゾ素子が底面に固定されるくさび状移動子と、
(b) 前記ピエゾ素子を急速変形駆動するパルス源と、
(c) 前記くさび状移動子の駆動によって前記固定体の水平方向の面に対して鉛直方向に上下可能な移動体とを備え、
(d) 前記移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の移動位置決めを行うことを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

20

【請求項13】

(a) 固定体の水平方向の面上に配置され、剪断変形を起こすピエゾ素子と縦変形を起こすピエゾ素子とを貼り合わせた積層ピエゾ素子が底面に固定されるくさび状移動子と、
(b) 前記ピエゾ素子を急速変形駆動するパルス源と、
(c) 前記くさび状移動子の駆動によって前記固定体の水平方向の面に対して鉛直方向に上下可能な移動体とを備え、
(d) 前記移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の移動位置決めを行うことを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

30

【請求項14】

請求項12記載の精密高耐荷重移動装置において、さらに第2のピエゾ素子を前記くさび状移動子の上面に固定することを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

【請求項15】

請求項14記載の精密高耐荷重移動装置において、前記第2のピエゾ素子が積層ピエゾ素子であることを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

40

【請求項16】

請求項14記載の精密高耐荷重移動装置において、前記第2のピエゾ素子が、紙面奥行き方向に剪断するピエゾ素子であることを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

【請求項17】

請求項15記載の精密高耐荷重移動装置において、前記第2の積層ピエゾ素子が、斜面方向に剪断するピエゾ素子と、紙面奥行き方向に剪断するピエゾ素子を積層したものであることを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

【請求項18】

請求項15記載の精密高耐荷重移動装置において、前記第2の積層ピエゾ素子が、斜面

50

方向に剪断する piezo 素子と、斜面法線方向に伸縮する piezo 素子を積層したものであることを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

【請求項 19】

請求項 12 記載の精密高耐荷重移動装置において、さらに前記固定体の壁面側と接触する前記移動体の面に第 3 の piezo 素子を固定することを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

【請求項 20】

請求項 13 記載の精密高耐荷重移動装置において、さらに前記固定体の壁面側と接触する前記移動体の面に第 3 の積層 piezo 素子を固定することを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

10

【請求項 21】

(a) 剪断変形を起こす piezo 素子を、両側に壁面を有するベース上に載置される断面が 3 角形状のくさび状移動子の底面に備えるとともに、該くさび状移動子の両側の上部傾斜面各々に、紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子を備え、

(b) 前記くさび状移動子底面の piezo 素子を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、鉛直方向および紙面奥行き方向に移動可能な左右 2 個の移動体にくさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより、前記 2 個の移動体の鉛直方向の位置エネルギーの総和が変わらない様な前記移動体の左右および上下方向の微小移動位置決めを行う手段を具備し、また、前記上部傾斜面に配置した紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子を急速変形駆動することにより、前記移動体を紙面奥行き方向にも微小移動位置決めを行う手段を具備することを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

20

【請求項 22】

(a) 剪断変形を起こす piezo 素子を、両側に壁面を有するベース上に載置される断面が 3 角形状のくさび状移動子の底面に備えるとともに、該くさび状移動子の両側の上部傾斜面各々に、斜面方向に剪断変形を起こす piezo 素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子を備え、

(b) 前記くさび状移動子底面の piezo 素子と上部傾斜面に固定した積層 piezo 素子のうち、前記斜面方向に剪断変形を起こす piezo 素子を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、鉛直方向および紙面奥行き方向に移動可能な左右 2 個の移動体にくさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより、前記 2 個の移動体の鉛直方向の位置エネルギーの総和が変わらない様な前記移動体の左右および上下方向の微小移動位置決めを行う手段を具備し、また、前記上部傾斜面に配置した積層 piezo 素子のうち、前記紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子を急速変形駆動することにより、前記移動体を紙面奥行き方向にも微小移動位置決めを行う手段を具備することを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

30

【請求項 23】

(a) ベース上の左側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こす piezo 素子からなる第 1 の piezo 素子と、前記傾斜面には紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第 2 の piezo 素子が固定される第 1 のくさび状移動子と、

(b) ベース上の右側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こす piezo 素子からなる第 3 の piezo 素子と、前記傾斜面には紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第 4 の piezo 素子とが固定される第 2 のくさび状移動子とを備え、

40

(c) 前記第 1 のくさび状移動子および第 2 のくさび状移動子にブリッジされるように移動体が配置され、前記 piezo 素子を急速変形駆動することにより前記第 1 および第 2 のくさび状移動子を前記ベース上で移動させ、鉛直方向および紙面奥行き方向に移動可能な前記移動体を前記 2 個の移動体の鉛直方向の位置エネルギーの総和が変わらない様に紙面左右および上下方向に微小移動位置決めを行う手段を具備し、また、前記紙面奥行き方向に剪断を起こす piezo 素子を急速変形駆動することにより、前記移動体を紙面奥行き方向にも微小移動位置決めを行う手段を具備することを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

50

【請求項 2 4】

(a) ベース上の左側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こす piezo 素子からなる第 1 の piezo 素子と、前記傾斜面には斜面方向に剪断変形を起こす piezo 素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子からなる第 2 の piezo 素子が固定される第 1 のくさび状移動子と、

(b) ベース上の右側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こす piezo 素子からなる第 3 の piezo 素子と、前記傾斜面には斜面方向に剪断変形を起こす piezo 素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子からなる第 4 の piezo 素子とが固定される第 2 のくさび状移動子とを備え、

(c) 前記第 1 のくさび状移動子および第 2 のくさび状移動子にブリッジされるように移動体が配置され、前記 piezo 素子を急速変形駆動することにより前記第 1 および第 2 のくさび状移動子を前記ベース上で移動させ、鉛直方向および紙面奥行き方向に移動可能な前記移動体を前記 2 個の移動体の鉛直方向の位置エネルギーの総和が変わらない様に紙面左右および上下方向に微小移動位置決めを行う手段を具備し、また、前記紙面奥行き方向に剪断を起こす piezo 素子を急速変形駆動することにより、前記移動体を紙面奥行き方向にも微小移動位置決めを行う手段を具備することを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

10

【請求項 2 5】

(a) ベース上の左側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こす piezo 素子と縦変形を起こす piezo 素子からなる第 1 の積層 piezo 素子と、前記傾斜面には紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第 2 の piezo 素子とを備える第 1 のくさび状移動子と、

(b) ベース上の右側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こす piezo 素子と縦変形を起こす piezo 素子からなる第 3 の積層 piezo 素子と、前記傾斜面には紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第 4 の piezo 素子とを備える第 2 のくさび状移動子とを備え、

(c) 前記第 1 のくさび状移動子および第 2 のくさび状移動子にブリッジされるように移動体が配置され、前記 piezo 素子を急速変形駆動することにより前記第 1 および第 2 のくさび状移動子を前記ベース上で移動させ、鉛直方向および紙面奥行き方向に移動可能な前記移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体を紙面左右および上下方向に微小移動位置決めを行う手段を具備し、また、前記紙面奥行き方向に剪断を起こす piezo 素子を急速変形駆動することにより、前記移動体を紙面奥行き方向にも微小移動位置決めを行う手段を具備することを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

20

30

【請求項 2 6】

(a) ベース上の左側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こす piezo 素子からなる第 1 の piezo 素子と、前記傾斜面には斜面方向に剪断変形を起こす piezo 素子と縦変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた第 2 の piezo 素子とを備える第 1 のくさび状移動子と、

(b) ベース上の右側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こす piezo 素子からなる第 3 の piezo 素子と、前記傾斜面には斜面方向に剪断変形を起こす piezo 素子と縦変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた第 4 の piezo 素子とを備える第 2 のくさび状移動子とを備え、

(c) 前記第 1 のくさび状移動子および第 2 のくさび状移動子にブリッジされるように移動体が配置され、前記 piezo 素子を急速変形駆動することにより前記第 1 および第 2 のくさび状移動子を前記ベース上で移動させ、鉛直方向および紙面奥行き方向に移動可能な前記移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の微小移動位置決めを行う手段を具備することを特徴とする精密高耐荷重移動装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、精密高耐荷重移動装置に係り、特に、くさびと piezo 素子を用いた精密移動機構、顕微鏡用微小移動機構に好適な精密高耐荷重移動方法および装置に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

図 1 は従来の piezo 素子の急速変形によるインパクト駆動機構としてのステージの位置決め装置である。

【 0 0 0 3 】

この図において、101 は固定部の床面、102 は固定部の壁面、103 はくさび状の移動体、104 はその移動体 103 の側面に固定される piezo 素子、105 はその piezo 素子 104 の先端部に固定される衝撃子、106 はくさび状の移動体 103 の移動によって鉛直方向に移動するステージ、107 はパネによる移動体 103 のガイドである。図示しないが、piezo 素子 104 には、piezo 素子 104 の急速変形を生成させるパルス電圧源が接続される（下記非特許文献 1 参照）。

10

【 0 0 0 4 】

また、剪断 piezo 素子の急速変形によって移動体を移動させる機構として、以下のよう なものが開示されている（下記非特許文献 2 参照）。

【 0 0 0 5 】

図 2 はかかる従来の剪断 piezo 素子の急速変形によって移動体を移動させる機構の模式 図である。

20

【 0 0 0 6 】

この図に示すように、従来は、本体 201 と脚 203 の間に剪断方向に変位する piezo 素子 202 を挟み、鋸歯状波の電圧を piezo 素子 202 に印加することによって移動を生 じるようにしている。

【非特許文献 1】曾國浩、渋谷俊克、樋口俊郎「圧電素子による大荷重用高さ微調整機構 の開発（第一報）」2002 年度精密工学会春季大会講演論文集 p p 1 1 2 .

【非特許文献 2】Ph. Niedermann, R. Emch, and P. Descouts, Rev. Sci. Instrum., 59, 368, (1988).

【 発明の開示 】

30

【 0 0 0 7 】

しかしながら、上記した従来のインパクト駆動機構では移動体 103 の側面に衝撃力が 加えられるので、実際の移動体 103 の移動に寄与する駆動力は弱く、その分移動には強 い衝撃力が必要になるとともに、移動速度が遅く、かつ精密な調整に難があると言った問 題があった。

【 0 0 0 8 】

また、上記した従来の剪断 piezo 素子の急速変形によって移動体を移動させる機構では、剪断 piezo 素子 202 の急速変形によって移動体を直接鉛直方向に移動させていたが、摺動面への押し付け圧の選択幅の狭さ、移動速度の遅さ、耐荷重の低さ、鉛直方向への力 の付加による位置決め後の変位、数～十 nm での安定した移動の維持ができないことなど の問題点があった。

40

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記状況に鑑みて、剪断変形を起こす piezo 素子を利用し、あるいは、剪断 変形を起こす piezo 素子と縦変形を起こす piezo 素子とを組み合わせ、鉛直方向下向きへ 力を加えた時にも垂直方向へ移動体が的確に移動可能な精密高耐荷重移動方法および装置 を提供することを目的とする。また、剪断変形を起こす複数の piezo 素子を、その剪断方 向が異なるように配置、あるいは積層することにより、鉛直方向下向きへ力を加えた時 にも垂直方向へ移動体が的確に移動可能な精密高耐荷重移動方法および装置であって、x y 方向、あるいは x y z 方向の 3 自由度の位置決めが可能なものを提供することを目的とす る。

50

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔 1 〕精密高耐荷重移動方法において、剪断変形を起こす piezo 素子をベース上に載置されるくさび状移動子の底面に固定し、前記 piezo 素子を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直方向に上下可能な移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の微小位置決めを行うことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

〔 2 〕精密高耐荷重移動方法において、剪断変形を起こす piezo 素子と縦変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子をベース上に載置されるくさび状移動子の底面に固定し、前記積層 piezo 素子を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直方向に上下可能な移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の微小移動位置決めを行うことを特徴とする。

10

【 0 0 1 2 】

〔 3 〕精密高耐荷重移動方法において、剪断変形を起こす第 1 の piezo 素子をベース上に載置されるくさび状移動子の底面に固定するとともに、このくさび状移動子の上部傾斜面に斜面に沿って剪断変形を起こす第 2 の piezo 素子を固定し、前記 piezo 素子を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直方向に上下可能な移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の微小移動位置決めを行うことを特徴とする。

20

【 0 0 1 3 】

〔 4 〕精密高耐荷重移動方法において、剪断変形を起こす第 1 の piezo 素子をベース上に載置されるくさび状移動子の底面に固定するとともに、このくさび状移動子の上部傾斜面に紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第 2 の piezo 素子を固定し、前記第 1 の piezo 素子を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直および紙面奥行き方向に移動可能な移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の微小移動位置決めを行い、また、前記第 2 の piezo 素子を急速変形駆動することにより前記ベースに対して鉛直および紙面奥行き方向に移動可能な移動体を紙面奥行き方向に微小移動位置決めを行うことを特徴とする。

30

【 0 0 1 4 】

〔 5 〕精密高耐荷重移動方法において、剪断変形を起こす piezo 素子と縦変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子をベース上に載置されるくさび状移動子の底面に固定するとともに、このくさび状移動子の上部傾斜面に斜面に沿って剪断変形を起こす piezo 素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子を固定し、前記くさび状移動子の底面に固定した積層 piezo 素子と前記上部傾斜面に固定した積層 piezo 素子のうち、斜面に沿って剪断変形する素子を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直方向に上下可能な移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の微小移動位置決めを行い、また、前記上部傾斜面に固定した積層 piezo 素子のうち、紙面奥行き方向に剪断変形する素子を急速変形駆動することにより、前記紙面奥行き方向にも前記移動体の微小移動位置決めを行うことを特徴とする。

40

【 0 0 1 5 】

〔 6 〕精密高耐荷重移動方法において、剪断変形を起こす第 1 の piezo 素子を、両側に壁面を有するベース上に載置される断面が上側に斜辺 2 個を有する 3 角形状のくさび状移動子の底面に固定するとともに、このくさび状移動子の両側の上部傾斜面各々に紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第 2 および第 3 の piezo 素子を固定し、前記第 1 の piezo 素子を急速変形駆動することによって前記くさび状移動子を前記ベース上で左右に移動させ、ベースに対して鉛直方向と紙面に対して奥行き方向に移動可能な 2 個の移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより、前記 2 個の移動体の鉛直方向の位置工

50

エネルギーの総和が変わらない様に前記移動体の鉛直方向の微小移動位置決めを行い、また、前記第2および第3のpiezo素子を急速変形駆動することにより、紙面奥行き方向にも前記移動体の微小移動位置決めを行うことを特徴とする。

【0016】

〔7〕精密高耐荷重移動方法において、剪断変形を起こすpiezo素子を、両側に壁面を有するベース上に載置される断面が上側に斜辺2個を有する3角形状のくさび状移動子の底面に固定するとともに、このくさび状移動子の両側の上部傾斜面各々に、斜面に沿って剪断変形を起こすpiezo素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こすpiezo素子とを貼り合わせた積層piezo素子を固定し、前記ベース上に載置される断面が上側に斜面2個を有する3角形状のくさび状移動子の底面に固定される前記piezo素子と、前記斜面に沿って剪断変形を起こすpiezo素子を急速変形駆動することによって前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直方向に上下可能で紙面に対して奥行き方向にも移動可能な2個の移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記2個の移動体の鉛直方向の位置エネルギーの総和が変わらない様に前記移動体の微小移動位置決めを行い、また、前記上部傾斜面に配置した、前記紙面奥行き方向に剪断変形を起こすpiezo素子を急速変形駆動することにより、前記紙面奥行き方向にも前記移動体の微小移動位置決めを行うことを特徴とする。

10

【0017】

〔8〕精密高耐荷重移動方法において、剪断変形を起こす第1のpiezo素子を、両側に壁面を有する第1のベース上に載置される断面が上側に斜辺2個を有する3角形状のくさび状移動子の底面に固定するとともに、このくさび状移動子の両側の上部傾斜面各々に紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第2および第3のpiezo素子を固定し、前記第1のpiezo素子を急速変形駆動することによって前記くさび状移動子を前記第1のベース上で左右に移動させ、ベースに対して鉛直方向と紙面に対して奥行き方向に移動可能な2個の移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより、前記2個の移動体の鉛直方向の位置エネルギーの総和が変わらない様に前記移動体の鉛直方向の微小移動位置決めを行い、また、前記第2および第3のpiezo素子を急速変形駆動することにより、紙面奥行き方向にも前記移動体の微小移動位置決めを行う精密高耐荷重移動装置を、前記第1のベースの底面に固定された剪断変形を起こす第4のpiezo素子を介して第2のベース上に載置し、前記第4のpiezo素子を急速変形駆動することにより前記精密高耐荷重移動装置を前記第2のベース上で水平方向に移動させることにより、前記移動体のx y z方向の位置決めを行うことを特徴とする。

20

30

【0018】

〔9〕上記〔8〕記載の精密高耐荷重移動方法において、前記第2および第3のpiezo素子が、斜面方向に剪断変形を起こすpiezo素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こすpiezo素子とを貼り合わせた積層piezo素子であることを特徴とする精密高耐荷重移動方法。

【0019】

〔10〕精密高耐荷重移動方法において、ベース上の左側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こすpiezo素子からなる第1のpiezo素子と、前記傾斜面には紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第2のpiezo素子が固定される第1のくさび状移動子と、ベース上の右側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こすpiezo素子からなる第3のpiezo素子と、前記傾斜面には紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第4のpiezo素子とが固定される第2のくさび状移動子とを備え、前記第1のくさび状移動子および第2のくさび状移動子にブリッジされるように移動体が配置され、前記第1および第3のpiezo素子を急速変形駆動することにより前記第1および第2のくさび状移動子を前記ベース上で移動させ、鉛直方向に上下可能な前記移動体を紙面左右および上下方向に微小移動位置決めを行い、また、前記第2および第4のpiezo素子を急速変形駆動することにより、前記移動体を紙面奥行き方向にも微小移動位置決めを行うことを特徴とする。

40

50

【 0 0 2 0 】

〔 1 1 〕 上記〔 1 0 〕記載の精密高耐荷重移動方法において、前記第 2 および第 4 の piezo 素子を、斜面方向に剪断変形を起こす piezo 素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子にすることにより、 $x y z$ の 3 方向の微小位置決めを行うことを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

〔 1 2 〕 精密高耐荷重移動装置において、固定体の水平方向の面上に配置され、剪断変形を起こす piezo 素子が底面に固定されるくさび状移動子と、前記 piezo 素子を急速変形駆動するパルス源と、前記くさび状移動子の駆動によって前記固定体の水平方向の面に対して鉛直方向に上下可能な移動体とを備え、前記移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の移動位置決めを行うことを特徴とする。

10

【 0 0 2 2 】

〔 1 3 〕 上記〔 1 2 〕記載の精密高耐荷重移動装置において、前記 piezo 素子が、剪断変形を起こす piezo 素子と縦変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子であることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

〔 1 4 〕 上記〔 1 2 〕記載の精密高耐荷重移動装置において、さらに第 2 の piezo 素子を前記くさび状移動子の上面に固定することを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

〔 1 5 〕 上記〔 1 4 〕記載の精密高耐荷重移動装置において、前記第 2 の piezo 素子が積層 piezo 素子であることを特徴とする。

20

【 0 0 2 5 】

〔 1 6 〕 上記〔 1 5 〕記載の精密高耐荷重移動装置において、前記第 2 の積層 piezo 素子が、斜面方向に剪断する piezo 素子と、紙面奥行き方向に剪断する piezo 素子を積層したものであることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

〔 1 7 〕 上記〔 1 5 〕記載の精密高耐荷重移動装置において、前記第 2 の積層 piezo 素子が、斜面方向に剪断する piezo 素子と、斜面法線方向に伸縮する piezo 素子を積層したものであることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

〔 1 8 〕 上記〔 1 2 〕記載の精密高耐荷重移動装置において、さらに前記固定体の壁面側と接触する前記移動体の面に第 3 の piezo 素子を固定することを特徴とする。

30

【 0 0 2 8 】

〔 1 9 〕 上記〔 1 3 〕記載の精密高耐荷重移動装置において、さらに前記固定体の壁面側と接触する前記移動体の面に第 3 の積層 piezo 素子を固定することを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

〔 2 0 〕 上記〔 1 4 〕記載の精密高耐荷重移動装置において、前記第 2 の piezo 素子が紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子であることを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

〔 2 1 〕 上記〔 1 4 〕記載の精密高耐荷重移動装置において、前記第 2 の piezo 素子が斜面方向に剪断変形を起こす piezo 素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子であることを特徴とする。

40

【 0 0 3 1 】

〔 2 2 〕 精密高耐荷重移動装置において、剪断変形を起こす第 1 の piezo 素子を、両側に壁面を有するベース上に載置される断面が 3 角形状のくさび状移動子の底面に備えるとともに、このくさび状移動子の両側の上部傾斜面各々に、紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第 2 および第 3 の piezo 素子を備え、前記第 1 の piezo 素子を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直方向に上下可能な移動体にくさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の鉛直方向の微小移動位置決めを行う手段、また、前記第 2 および第 3 の piezo 素子を急速変形

50

駆動することにより、前記移動体を紙面奥行き方向にも微小移動位置決めを行う手段を具備することを特徴とする。

【0032】

〔23〕上記〔22〕記載の精密高耐荷重移動装置において、前記第2および第3のピエゾ素子が斜面方向に剪断変形を起こすピエゾ素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こすピエゾ素子とを貼り合わせた積層ピエゾ素子であることを特徴とする。

【0033】

〔24〕精密高耐荷重移動装置において、ベース上の左側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こすピエゾ素子からなる第1のピエゾ素子と、前記傾斜面には紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第2のピエゾ素子が固定される第1のくさび状移動子と、ベース上の右側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有し、前記底面には剪断変形を起こすピエゾ素子からなる第3のピエゾ素子と、前記傾斜面には紙面奥行き方向に剪断変形を起こす第4のピエゾ素子とが固定される第2のくさび状移動子とを備え、前記第1のくさび状移動子および第2のくさび状移動子にブリッジされるように移動体が配置され、前記ピエゾ素子を急速変形駆動することにより前記第1および第2のくさび状移動子を前記ベース上で移動させ、鉛直方向に上下可能な前記移動体を紙面左右および上下方向に微小移動位置決めを行う手段、また、前記紙面奥行き方向に剪断を起こすピエゾ素子を急速変形駆動することにより、前記移動体を紙面奥行き方向にも微小移動位置決めを行う手段を具備することを特徴とする。

10

【0034】

〔25〕上記〔24〕記載の精密高耐荷重移動装置において、前記第2および第4のピエゾ素子が、斜面方向に剪断変形を起こすピエゾ素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こすピエゾ素子とを貼り合わせた積層ピエゾ素子であることを特徴とする。

20

【0035】

〔26〕上記〔24〕記載の精密高耐荷重移動装置において、前記第2および第4のピエゾ素子が、剪断変形を起こすピエゾ素子と縦変形を起こすピエゾ素子とを貼り合わせた積層ピエゾ素子であることを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】従来のピエゾ素子の急速変形によるインパクト駆動機構としてのステージの位置決め装置である。

30

【図2】従来の剪断ピエゾ素子の急速変形によって移動体を移動させる機構の模式図である。

【図3】本発明の第1実施例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【図4】本発明の第1実施例を示す精密高耐荷重移動装置の動作を示す模式図である。

【図5】本発明の第1実施例を示す精密高耐荷重移動装置の駆動パルスの一例を示す模式図である。

【図6】本発明の第1実施例を示す精密高耐荷重移動装置の駆動パルスの他の例を示す模式図である。

40

【図7】本発明の第2実施例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【図8】本発明の第3実施例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【図9】本発明の第4実施例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【図10】本発明の第4実施例を示す精密高耐荷重移動装置の動作を示す模式図である。

【図11】本発明の第4実施例を示す精密高耐荷重移動装置の駆動パルスの一例を示す模式図である。

【図12】本発明の第5実施例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【図13】本発明の第5実施例の変形例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【図14】本発明の第6実施例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【図15】本発明の精密高耐荷重移動装置の超音波モータモードの際、積層ピエゾ素子（図9参照）に印加される波形を示す図である。

50

【図 1 6】図 1 4 に示す精密高耐荷重移動装置による移動子の挙動を示す図である。

【図 1 7】本発明の精密高耐荷重移動装置のガイドの変形例を示す図である。

【図 1 8】本発明の摺動面を付設した精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【図 1 9】全体として位置ポテンシャルが変化しない上下位置決め機構を有する本発明の精密高耐荷重移動装置（その 1）の模式図である。

【図 2 0】全体として位置ポテンシャルが変化しない上下位置決め機構を有する本発明の精密高耐荷重移動装置（その 2）の模式図である。

【図 2 1】全体として位置ポテンシャルが変化しない上下位置決め機構で、移動子が x y z 3 軸の移動位置決め機能を有する本発明の精密高耐荷重移動装置（その 3）の模式図である。

【図 2 2】全体として位置ポテンシャルが変化しない上下位置決め機構で、移動子が x y z 3 軸の移動位置決め機能を有する本発明の精密高耐荷重移動装置（その 4）の模式図である。

【図 2 3】ベース、2 個のくさびと 4 個のピエゾ素子を用いて、移動子を x y z 方向に位置決めする本発明の精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【図 2 4】本発明の精密高耐荷重移動装置の移動子の鉛直方向の変位を計測した図（その 1）である。

【図 2 5】本発明の精密高耐荷重移動装置の移動子の鉛直方向の変位を計測した図（その 2）である。

【図 2 6】本発明の精密高耐荷重移動装置の移動子の鉛直方向の変位を計測した図（その 3）である。

【図 2 7】本発明の精密高耐荷重移動装置の移動子の鉛直方向の変位を計測した図（その 4）である。

【図 2 8】本発明の精密高耐荷重移動装置の移動子の鉛直方向の変位を計測した図（その 5）である。

【図 2 9】本発明の精密高耐荷重移動装置の移動子の鉛直方向の変位を計測した図（その 6）である。

【図 3 0】本発明の精密高耐荷重移動装置の移動子の鉛直方向の変位を計測した図（その 7）である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

剪断変形を起こすピエゾ素子、又は剪断変形を起こすピエゾ素子と縦変形を起こすピエゾ素子を組み合わせた積層ピエゾ素子と、くさび状移動子を組み合わせることにより、大きな摺動面へ押しつけ圧を加えた時にも移動可能で、かつ、縦横に変位するピエゾ素子の相互の位相を調整することにより、両方向性の超音波モータとしての高速移動機構も実現することができる。

【0038】

特に、剪断変形を起こすピエゾ素子に縦変形を起こすピエゾ素子を貼り合わせ、その両者を同時、もしくはある位相差をもって駆動することにより高い耐荷重性と面の状態に対する堅牢性を得ることが可能になる。

【0039】

また、複数個の剪断変形を起こすピエゾ素子を利用し、その剪断変形ピエゾ素子の剪断方向を異なるようにすることにより、2 軸あるいは 3 軸の方向に移動可能な移動機構を実現することができる。

【実施例】

【0040】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0041】

図 3 は本発明の第 1 実施例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【0042】

10

20

30

40

50

この図において、1は固定部の床面、2は固定部の壁面、3はくさび状移動子、4はそのくさび状移動子3の底面に固定される剪断変形を起こす piezo素子、5はそのくさび状移動子3によって駆動され垂直方向へ移動する移動体であり、この移動体5の上には試料6などが載置される。7はこの移動体5をパネにより押さえるガイド（ベアリング）、8は剪断変形を起こす piezo素子4に急速変形を生成するための駆動パルス源である。

【0043】

そこで、剪断変形を起こす piezo素子4が駆動パルス源8からのパルスによって急速変形することにより、くさび状移動子3は水平方向（ここでは左方向）に微小移動する。すると、移動体5に対してくさび状移動子3を打ち込むことになり移動体5は上方に移動され（逆に引き抜くことにより、移動体5を下方に移動させることもできる）、移動体5の垂直方向の微小移動位置決めを行うことができる。

10

【0044】

図4は本発明の第1実施例を示す精密高耐荷重移動装置の動作を示す模式図、図5はその駆動パルスの一例を示す模式図である。

【0045】

まず、図4(a)に示すような位置にくさび状移動子3があり、そのくさび状移動子3の底面に剪断変形を起こす piezo素子4が固定されている。

【0046】

次に、この剪断変形を起こす piezo素子4に、駆動パルス源8から図5に示すような鋸歯状の駆動パルス9、9'が印加されると、図4(b)に示すように、piezo素子4は左方向へ急速変形する。すなわち、図4(c)に示すように、piezo素子4がdだけ左側へと移動し、くさび状移動子3が移動体5の下に右側から打ち込まれることになるので、移動体5はhだけ垂直上方へ持ち上げられて位置決めされる。

20

【0047】

ここでは、駆動パルスとして図5に示すような鋸歯状パルスを印加する例を示したが、このほか、図6に示すような、頂点を上向き、下向きにした富士山形状（頂点に行くほど勾配が急で、山頂は平らでない）の駆動パルス10、10'を印加するようにしてもよい。

【0048】

図7は本発明の第2実施例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

30

【0049】

この実施例では、さらに、くさび状移動子3の上面にも剪断変形（ここでは、左方向）を起こす piezo素子11を固定して、前記剪断変形（左方向）を起こす piezo素子4と同期を取って駆動する。それにより、移動体5にくさび状移動子3を打ち込んだり、引き抜くことになるため、移動体5の垂直方向の微小移動位置決めを行うことができる。

【0050】

また、図7において、piezo素子11を紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo素子とすることも可能である。この場合、前記 piezo素子4を急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直方向および紙面に対して奥行き方向に移動可能な移動体に前記くさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の鉛直方向の微小移動位置決めを行い、前記 piezo素子11を急速変形駆動することにより、前記鉛直および紙面奥行き方向に移動可能な移動体を紙面奥行き方向に微小移動位置決めを行うことが可能となる。

40

【0051】

さらに、図7において、piezo素子11を斜面方向に剪断変形を起こす piezo素子と紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo素子とを貼り合わせた積層 piezo素子とすることも可能である。前記くさび状移動子底面の piezo素子4と、前記積層 piezo素子11のうち斜面方向に剪断変形を起こす素子とを急速変形駆動することにより前記くさび状移動子を前記ベース上で移動させ、前記ベースに対して鉛直方向および紙面に対して奥行き方向に移動可能な移動体にくさび状移動子を打ち込んだり、引き抜くことにより前記移動体の

50

鉛直方向の微小移動位置決めを行い、また、前記上部傾斜面に配置した積層ピエゾ素子 1 1 のうち、前記紙面奥行き方向に剪断変形する素子を急速変形駆動することにより、前記移動体を紙面奥行き方向にも微小移動位置決めを行うことが可能になる。

【0052】

図 8 は本発明の第 3 実施例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【0053】

この実施例では、第 2 実施例にさらに、移動体 5 と固定部の壁面 2 が接触する部分に剪断変形（ここでは上下方向）を起こすピエゾ素子 1 2 を固定して、前記剪断変形を起こすピエゾ素子 4 , 1 1 と同期を取って駆動する。それにより、移動体 5 と固定部の壁面 2 が接触する面の摩擦係数を下げた状態で、移動体 5 にくさび状移動子 3 を打ち込んだり、引き抜くことになるため、移動体 5 の垂直方向の微小移動位置決めを行うことができる。

10

【0054】

図 9 は本発明の第 4 実施例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【0055】

この図において、2 1 は固定部の床面、2 2 は固定部の壁面、2 3 はくさび状移動子、2 4 はそのくさび状移動子 2 3 の底面に固定される、剪断変形（ここでは左方向）を起こすピエゾ素子 2 4 A と縦変形（伸長）を起こすピエゾ素子 2 4 B とを張り合わせた積層ピエゾ素子、2 5 はそのくさび状移動子 2 3 によって駆動され垂直方向へ移動する移動体であり、この移動体 2 5 の上面には試料 2 6 などが載置される。2 7 は移動体 2 5 をバネにより固定部の壁面 2 2 に対して押さえるガイド（ベアリング）、3 0 は積層ピエゾ素子 2 4 を駆動するための駆動パルス源である。

20

【0056】

そこで、剪断変形を起こすピエゾ素子 2 4 A と縦変形を起こすピエゾ素子 2 4 B とを貼り合わせた積層ピエゾ素子 2 4 が、駆動パルス源 3 0 からのパルスにより急速変形することにより、くさび状移動子 2 3 は水平方向及び垂直方向に微小移動する。すると、移動体 2 5 に対してくさび状移動子 2 3 を打ち込んだり、引き抜くことになるため、移動体 2 5 の垂直方向の微小移動位置決めを行うことができる。

【0057】

図 1 0 は本発明の第 4 実施例を示す精密高耐荷重移動装置の動作を示す模式図、図 1 1 はその駆動パルスの一例を示す模式図である。

30

【0058】

まず、図 1 0 (a) に示すような位置にくさび状移動子 2 3 があり、そのくさび状移動子 2 3 の底面に剪断変形（ここでは左方向）を起こすピエゾ素子 2 4 A と縦変形（伸長）を起こすピエゾ素子 2 4 B とを貼り合わせた積層ピエゾ素子 2 4 が固定されている。

【0059】

次に、剪断変形を起こすピエゾ素子 2 4 A に図 1 1 (a) に示すような駆動パルスを印加し、縦変形を起こすピエゾ素子 2 4 B に図 1 1 (b) に示すような駆動パルスを印加すると、図 1 0 (b) に示すように、まず、剪断変形を起こすピエゾ素子 2 4 A が左方向に変形し、その変形に伴いくさび状移動子 2 3 が左に移動し、次に、縦変形を起こすピエゾ素子 2 4 B が伸長して移動体 2 5 を持ち上げる。

40

【0060】

つまり、図 1 0 (c) に示すように、剪断変形を起こすピエゾ素子 2 4 A が d だけ左側へと移動して、くさび状移動子 2 3 が移動体 2 5 の右側から打ち込まれるとともに、縦変形を起こすピエゾ素子 2 4 B が伸長して移動体 2 5 を持ち上げることになるので、移動体 2 5 は h だけ垂直上方へ持ち上げられて位置決めされる。

【0061】

なお、駆動パルスとしては、図 6 に示したような富士山形状の駆動パルスであってもよい。

【0062】

上記したように、剪断変形と縦変形を急速、かつ適切な時間差をもって行うことにより

50

、例えば、ウサギ跳びのように、斜め下向きに急激な抗力を発生させ、それにより摺動面に高い面圧がある場合でも、意図した方向への変位が可能となる。なお、本実施例では、さらに高い耐荷重性がある。また、縦変形を生じる素子を導入することにより、移動しなくなる限界を高めることが可能となる。

【0063】

さらに、図9において、移動体25と固定部の壁面22が接触する部分に、ベアリングの代わりに、剪断変形を起こす piezo 素子と縦変形を起こす piezo 素子とを貼り合わせた積層 piezo 素子（図示せず）を固定して、piezo 素子24と同期を取って駆動する。それにより、移動体25と固定部の壁面22が接触する面の摩擦係数を下げた状態で、移動体25にくさび状移動子23を打ち込んだり、引き抜くことになるため、移動体25の垂直方向の微小移動位置決めを行うことができる。

10

【0064】

図12は本発明の第5実施例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【0065】

この実施例では、第4実施例にさらに、くさび状移動子23の上面にも、剪断変形（ここでは左方向）を起こす piezo 素子28Aと縦変形（伸長）を起こす piezo 素子28Bとを貼り合わせた積層 piezo 素子28を固定して、前記積層 piezo 素子24と同期を取って駆動する。それにより、移動体25にくさび状移動子23を打ち込んだり、引き抜くことになるため、移動体25の垂直方向の微小移動位置決めを行うことができる。

20

【0066】

図13は本発明の第5実施例の変形例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【0067】

この実施例では、第4実施例にさらに、くさび状移動子23の上面にも、剪断変形（ここでは左方向）を起こす piezo 素子28Aと紙面奥行き方向に剪断変形を起こす piezo 素子28Cとを貼り合わせた積層 piezo 素子28を固定して、前記積層 piezo 素子24と同期を取って駆動する。それにより、移動体25にくさび状移動子23を打ち込んだり、引き抜くことになるため、移動体25の垂直方向の微小移動位置決めを行うことができる。また、piezo 素子28Cを急速変形駆動することにより、鉛直面（固定部の床面21）と移動体25の下側を案内面として、紙面方向に微小移動位置決めを行うことができる。

30

【0068】

図14は本発明の第6実施例を示す精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【0069】

この実施例は、第5実施例にさらに、移動体25と固定部の壁面22が接触する部分に剪断変形（ここでは上方向）を起こす piezo 素子29Aと縦変形を起こす piezo 素子29Bとを貼り合わせた積層 piezo 素子29を固定して、前記積層 piezo 素子24と28と同期を取って駆動する。それにより、移動体25にくさび状移動子23を打ち込んだり、引き抜くことになるため、移動体25の垂直方向の微小移動位置決めを行うことができる。

【0070】

図15は本発明の精密高耐荷重移動装置の超音波モータモードの際、積層 piezo 素子（図9参照）に印加される波形を示す図、図16はその精密高耐荷重移動装置による piezo 素子側の摺動面の、水平面横から見たマイクロな変位を示す図である。この場合、マクロには、該当する piezo 素子を配した移動子は右に移動する。

40

【0071】

固定部の床面21上に剪断変形（ここでは左方向）を起こす piezo 素子24Aと縦変形（伸長）を起こす piezo 素子24Bとを貼り合わせ、剪断変形を起こす piezo 素子24Aに図15(a)に示すような正弦波を、縦変形を起こす piezo 素子24Bに図15(b)に示すような正弦波を印加する。これにより、摺動面は図16に示すように、図を見る方向から時計方向の円運動ないし楕円運動をしており、くさび状移動子23を駆動する。なお、上記した正弦波に代えて、余弦波を印加するようによい。

【0072】

50

上記したように、正弦波や矩形波、また、移動機構の振動特性を踏まえた上で、信号発生器から発生させる周期性のある波形を用い、それらを縦変形、剪断変形を生じる piezo 素子に同時、ないし位相差を持って与えることにより、超音波モータモードの高速変位が可能となる。移動効率の良い位相差を見だし、縦変形に対する横変形の極性の逆転や、位相の 180 度シフトを行わせることにより、別方向への効率の良い変位を行わせることが可能となる。

【0073】

また、さらに、上記した実施例に以下のような変形を施すことができる。

【0074】

(1) 上記した精密高耐荷重移動装置をバネにより押さえるガイド 7, 27 に代えて、固定部の壁面を磁性体にするとともに、移動体の、固定部の壁面側に磁石を配置することによって、移動体を固定部に吸着させることができる。なお、かかる磁石による移動体の固定部への吸着手段は、その他の全ての実施例(図3、図4、図7、図8、図9、図10、図12、図13、図14、図18参照)に適用できることは言うまでもない。

10

【0075】

図17はかかる精密高耐荷重移動装置のガイドの変形例を示す図である。

【0076】

この図において、31は固定部の床面、32は磁性体からなる固定部の壁面、33はくさび状移動子、34はそのくさび状移動子33の底面に固定される剪断変形(ここでは左方向)を起こす piezo 素子、35はそのくさび状移動子33によって駆動され垂直方向へ移動する移動体であり、この移動体35の上面には試料36などが載置される。37は磁性体からなる固定部の壁面32に接触するように、移動体35に固定される磁石である。

20

【0077】

(2) 上記した磁石によるガイドに代えて、図示しないが、ボールベアリングによるガイド機構とするようにしてもよい。

【0078】

(3) 上記した積層 piezo 素子を直接固定部の床面に接触させるのではなく、積層 piezo 素子に別体の摺動面を付設して、固定部の床面と接触させるようにしてもよい。

【0079】

図18はかかる摺動面を付設した精密高耐荷重移動装置の模式図である。

30

【0080】

ここでは、固定部の床面21には積層 piezo 素子24の底面に固定された摺動面29が接触するように構成されている。

【0081】

このように構成することにより、安定な接触状態を保持することができる。

【0082】

次に、図19は全体として位置ポテンシャルが変化しない上下位置決め機構を有する本発明の精密高耐荷重移動装置(その1)の模式図である。

【0083】

この図において、40は上下位置決め機構を有する精密高耐荷重移動装置、41はベース、42は第1の固定部(ベース)、42Aは第1の固定部(ベース)の壁面、43は第2の固定部(ベース)、43Aは第2の固定部(ベース)の壁面、44は断面が3角形状のくさび、45はその断面が3角形状のくさび44の底面に固定される剪断変形を起こす piezo 素子からなる第1の piezo 素子、46は断面が3角形状のくさび44の左側の傾斜面に固定される、剪断変形を起こす piezo 素子46Aと縦変形を起こす piezo 素子46Bとを貼り合わせた積層 piezo 素子からなる第2の piezo 素子、47は断面が3角形状のくさび44の右側の傾斜面に固定される、剪断変形を起こす piezo 素子47Aと縦変形を起こす piezo 素子47Bとを貼り合わせた積層 piezo 素子からなる第3の piezo 素子、48は第1の移動体、49は第2の移動体である。

40

【0084】

50

このように構成したので、第1の移動体48と第2の移動体49による上下位置決め機構において、第1の移動体48と第2の移動体49の同時駆動により、全体として位置ポテンシャルが変化しなくさび形移動機構を提供することができ、上り下りの特性に差が生じない利点があり、信頼性も高い。摺動面への押しつけパネや、押しつけ力を得るための磁石を必要とせず、また、くさびにより大荷重の負荷に耐えることができる。さらに、上下負荷に対して変位を生じにくい。第2のピエゾ素子46と第3のピエゾ素子47の駆動により、第1の移動体48と第2の移動体49を上下方向に変位可能である。

【0085】

図20は全体として位置ポテンシャルが変化しない上下位置決め機構を有する本発明の精密高耐荷重移動装置(その2)の模式図である。

10

【0086】

ここでは、上記した図19に示す上下位置決め機構を有する精密高耐荷重移動装置40を、第2のベース41'の底面に固定された、剪断変形を起こすピエゾ素子からなる第4のピエゾ素子52を介して第1のベース51上に載置するようにしたものである。

【0087】

この実施例でも、第1の移動体48と第2の移動体49による上下位置決め機構において、全体として位置ポテンシャルが変化しなくさび形移動機構を提供することができ、上り下りの特性に差が生じない利点があり、信頼性も高い。摺動面への押しつけパネや、押しつけ力を得るための磁石を必要とせず、また、くさびにより大荷重の負荷に耐えることができる。さらに、上下負荷に対して変位を生じにくい。第1の移動体48と第2の移動体49は、上下方向に変位可能であるのみならず、剪断変形を起こすピエゾ素子からなる第4のピエゾ素子52の駆動により、左右方向への変位を可能にすることができる。

20

【0088】

また、図19および図20に記載した位置決め機構の変形として、剪断ピエゾ素子46Aと47A、あるいは、縦変形ピエゾ素子46Bと47Bを排除した場合も同様の変位が得られる。

【0089】

図21は全体として位置ポテンシャルが変化しない上下位置決め機構で、移動子がx y z 3軸の移動位置決め機能を有する本発明の精密高耐荷重移動装置(その3)の模式図、図22は全体として位置ポテンシャルが変化しない上下位置決め機構で、移動子がx y z 3軸の移動位置決め機能を有する本発明の精密高耐荷重移動装置(その4)の模式図である。

30

【0090】

ここでは、上記した図19または20に示す上下位置決め機構を有する精密高耐荷重移動装置40において、紙面奥行き方向に剪断変形を起こすピエゾ素子46Cと47Cを配置するようにして、移動子48, 49の紙面奥行き方向の変位位置決めを可能にしたものである。

【0091】

図21において、40は上下位置決め機構を有する精密高耐荷重移動装置、41はベース、42は第1の固定部(ベース)、42Aは第1の固定部(ベース)の壁面、43は第2の固定部(ベース)、43Aは第2の固定部(ベース)の壁面、44は断面が3角形状のくさび、45はその断面が3角形状のくさび44の底面に固定される剪断変形を起こすピエゾ素子からなる第1のピエゾ素子、46は断面が3角形状のくさび44の左側の傾斜面に固定される、剪断変形を起こすピエゾ素子46Aと紙面奥行き方向に剪断変形を起こすピエゾ素子46Cとを貼り合わせた積層ピエゾ素子からなる第2のピエゾ素子、47は断面が3角形状のくさび44の右側の傾斜面に固定される、剪断変形を起こすピエゾ素子47Aと紙面奥行き方向に剪断変形を起こすピエゾ素子47Cとを貼り合わせた積層ピエゾ素子からなる第3のピエゾ素子、48は第1の移動体、49は第2の移動体である。

40

【0092】

このように構成したので、第1の移動体48と第2の移動体49による上下位置決め機

50

構において、第1の移動体48と第2の移動体49の同時駆動により、全体として位置ポテンシャルが変化しなくさび形移動機構を提供することができ、上り下りの特性に差が生じない利点があり、信頼性も高い。摺動面への押しつけバネや、押しつけ力を得るための磁石を必要とせず、また、くさびにより大荷重の負荷に耐えることができる。さらに、上下負荷に対して変位を生じにくい。 piezo素子46A及び47Aの駆動により、第1の移動体48と第2の移動体49を上下方向に変位可能である。また、piezo素子46Cの急速変形駆動により移動子48の紙面方向の微小移動位置決め、piezo素子47Cの急速変形駆動により移動子49の紙面奥行き方向の微小移動位置決めが可能である。つまり、全体として位置ポテンシャルが変化しない上下位置決め機構で、x y z 3軸の移動位置決めが可能である。

10

【0093】

また図22は、上記した図21に示す上下位置決め機構を有する精密高耐荷重移動装置40を、第2のベース41'の底面に固定された、剪断変形を起こすpiezo素子からなる第4のpiezo素子52を介して第1のベース51上に支持するようにしたものである。

【0094】

この実施例でも、第1の移動体48と第2の移動体49による上下位置決め機構において、全体として位置ポテンシャルが変化しなくさび形移動機構を提供することができ、上り下りの特性に差が生じない利点があり、信頼性も高い。摺動面への押しつけバネや、押しつけ力を得るための磁石を必要とせず、また、くさびにより大荷重の負荷に耐えることができる。さらに、上下負荷に対して変位を生じにくい。第1の移動体48と第2の移動体49は、上下方向、及び紙面法線方向に変位可能であるのみならず、剪断変形を起こすpiezo素子からなる第4のpiezo素子52の駆動により、左右方向への変位を可能にすることができる。

20

【0095】

また、図21および図22に記載した位置決め機構の変形として、剪断piezo素子46Aと47Aを排除した場合も、同様にx y z 3軸の移動位置決めが可能である。

【0096】

図23は、ベースと、くさび2個とpiezo素子4個を用いて、移動体をx y z方向に位置決めする本発明の精密高耐荷重移動装置の模式図である。

【0097】

この図において、61はベース、62はベース61上左側に配置され、底面は水平で内側が低い傾斜面を有する第1のくさびであり、この第1のくさび62の底面には剪断変形を起こすpiezo素子からなる第1のpiezo素子63が固定され、上面の傾斜面には剪断変形を起こすpiezo素子64Aと紙面奥行き方向の剪断変形を起こすpiezo素子64Cとを貼り合わせた積層piezo素子からなる第2のpiezo素子64が固定される。また、65はベース61上右側に配置され、底面は水平で上面に内側が低い傾斜面を有する第2のくさびであり、この第2のくさび65の底面には剪断変形を起こすpiezo素子からなる第3のpiezo素子66が固定され、上面の傾斜面には剪断変形を起こすpiezo素子67Aと紙面奥行き方向の剪断変形を起こすpiezo素子67Cとを貼り合わせた積層piezo素子からなる第4のpiezo素子67が固定される。68は第1のくさび62と第2のくさび65にブリッジされるように配置される移動体である。

30

40

【0098】

このように、この実施例は、ベース61、2個のくさび62、65を備え、移動体68をx y z方向に位置決めする精密高耐荷重移動装置であり、第1のくさび62と第2のくさび65は、第1のpiezo素子63と第3のpiezo素子66の駆動によって、左右に移動可能であり、また、移動体68は、第1のくさび62と第2のくさび65の動きに伴って、さらに、第2のpiezo素子64と第4のpiezo素子67の駆動によって、上下方向に移動可能である。また、移動体68は、piezo素子64C、67Cの剪断駆動により、紙面奥行き方向の移動位置決めが可能である。つまり、全体としてx y z 3軸の移動位置決めが可能である。

50

【0099】

なお、図23に記載した位置決め機構の変形として、剪断ピエゾ素子64Aと67Aを排除した場合も同様の自由度の変位が得られることは言うまでもない。

【0100】

また、図23に記載した位置決め機構の他の変形として、ピエゾ素子63と66を剪断ピエゾ素子と縦変形ピエゾ素子とを貼り合わせた積層ピエゾ素子とした場合も同様の自由度の変位が得られることは言うまでもない。

【0101】

図24～図28は、図23記載の装置を用いて、くさび62、65の左右方向への変位により生じさせた移動体68の鉛直方向の変位を計測したものの(その1～その5)である。図24は下り特性を示しており、300Vppの鋸歯の電圧(A)で1秒に50ステップで急速変形駆動され、上下変位を100nm/divで表した場合(B)で1ステップあたり20nmの変位が得られており、非常に高い直線性が得られることが分かる。図25も下り特性を示しており、300Vppの鋸歯の電圧(A)で1秒に50ステップで急速変形駆動され、上下変位を1μm/divで表した場合(B)で1ステップあたり20nmの変位が得られている。図26は、図25と同じ駆動条件と同じ上下変位スケールでの上り特性を示しており、1ステップあたり20nmの変位が得られている。図25と図26は、鉛直上方と下方の両方向において、安定した微小移動が可能であることを示している。図27は変位センサの感度を高めて計測した下り特性を示しており、300Vppの鋸歯の電圧(A)で1秒に1ステップで急速変形駆動され、上下変位を200nm/divで表した場合(B)で1ステップあたり17nmの変位が得られている。図28は、図27と同じ駆動条件での上り特性を示しており、上下変位を50nm/divで表した場合(B)で1ステップあたり5nmの変位が得られている。図27、図28は、1ステップごとに確実に上向きもしくは下向きの変位を生じていることを示している。

10

20

【0102】

図29および図30は、図7に記載の装置を用いて、くさび状移動子3を引き抜いたり、打ち込むことにより生じさせた移動体5の鉛直方向の変位を計測したものの(その6および7)である。200Vppの鋸歯電圧(A)で駆動し、上下変位を2.5nm/divで表した場合(B)で、上下への移動位置決めが可能であること、nmオーダの微小な移動が可能であることを示している。なお、図29および図30のBの上下変位が細かく振動しているのはノイズである。

30

【0103】

上記図から明らかのように、上向き、下向きに変位位置決めが可能であること、1ステップあたり1nmから10nmオーダの変位が実現できること、一定周波数の急速変形信号に対して高い線形性の変位が得られること、1ステップごとに確実な歩進動作が得られることが確認される。また、くさびの特徴として、鉛直下向きのkgオーダの負荷付与に対しても、変位が生じないことが確認された。

【0104】

本発明によれば、従来のピエゾ素子を用いた移動機構と比べ、より大きな摺動面に対する面圧が選択できるため、より大きな負荷を移動させることが可能となる。また、剪断変形を起こすピエゾ素子と縦変形を起こすピエゾ素子を用いて楕円振動を発生させる、すなわち、それぞれのピエゾ素子に位相の異なる正弦波や矩形波を印加することにより、双方向性の高速移動が可能な超音波モータとしての高速変位も可能となる。さらに、くさび状移動子を用いることにより、より高い耐荷重性や、移動の減速効果による、より細かい位置決めが可能となる。また、くさび状移動子により、大きな下向きの力が掛かった場合も、変位を的確に生じさせ、かつ、位置決め点を保持することができるといった利点がある。また、くさび状移動子とピエゾ素子の組み合わせでxyz移動機構が実現できる。

40

【0105】

また、高剛性、高固有振動数であると同時に、コンパクトに構成することができる。

【0106】

50

このように、本発明は、微小なピエゾ素子でkgオーダの負荷を鉛直方向に位置決め可能にする装置を提供でき、さらにその分解能はnmオーダである。

また、ピエゾ素子は、対向するどちらの面に固定しても良い。また、積層ピエゾ素子の代わりに、積層ピエゾ素子を構成する各層を対向する各々の面に固定しても良いことは言うまでもない。

【0107】

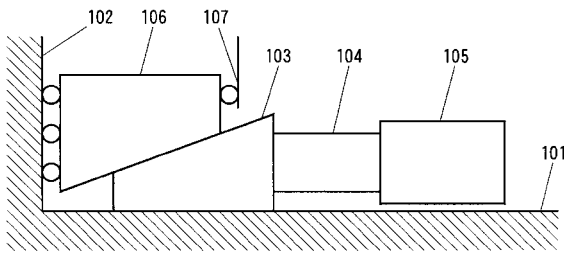
なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の主旨に基づき種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【産業上の利用可能性】

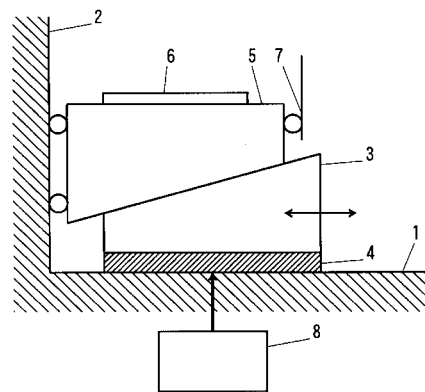
【0108】

本発明のくさび状移動子とピエゾ素子を用いた精密高耐荷重移動方法および装置は、精密移動機構、顕微鏡での試料の移動機構として利用可能である。

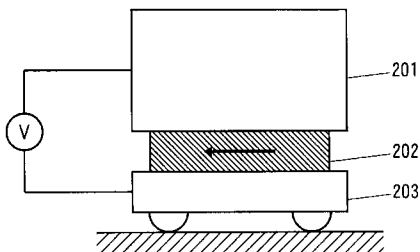
【図1】



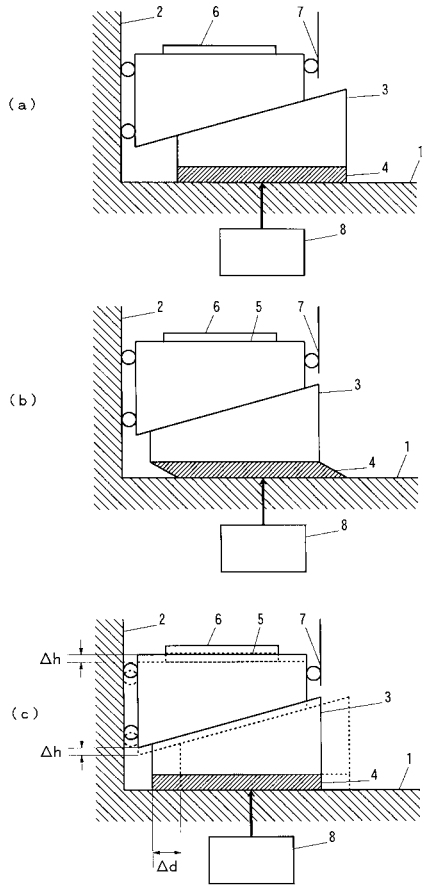
【図3】



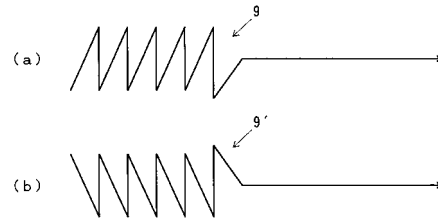
【図2】



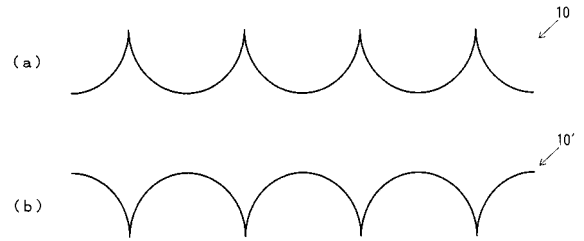
【 図 4 】



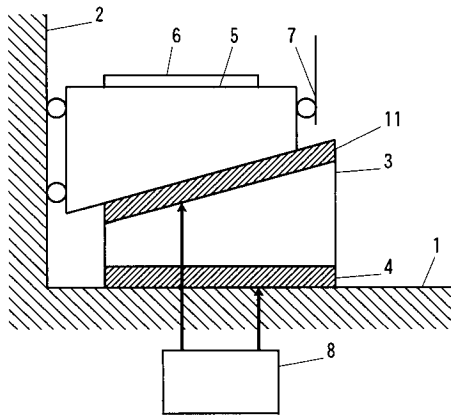
【 図 5 】



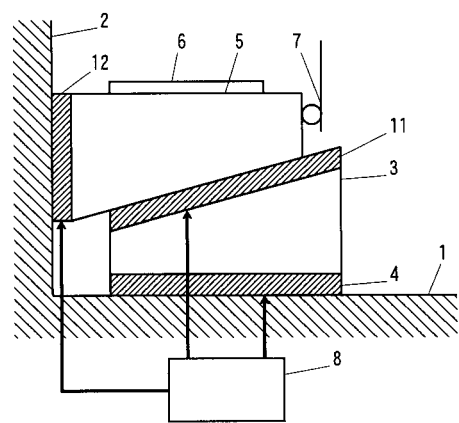
【 図 6 】



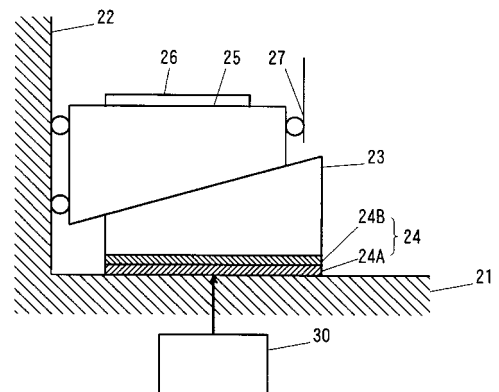
【 図 7 】



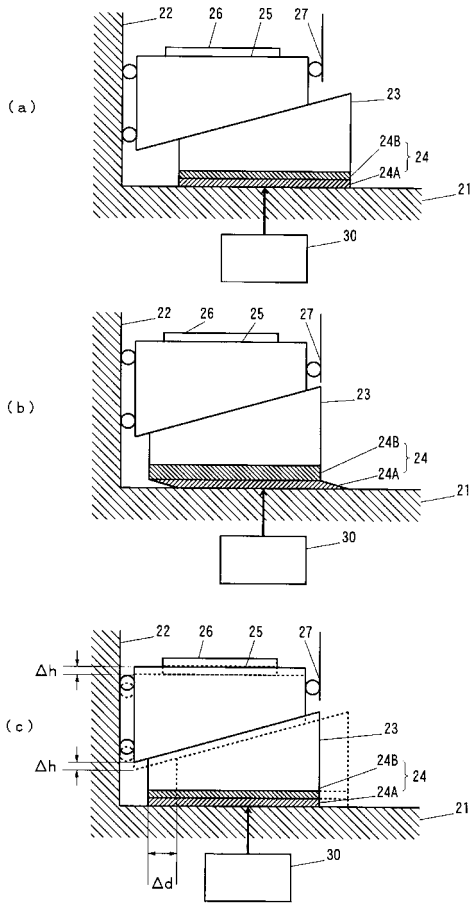
【 図 8 】



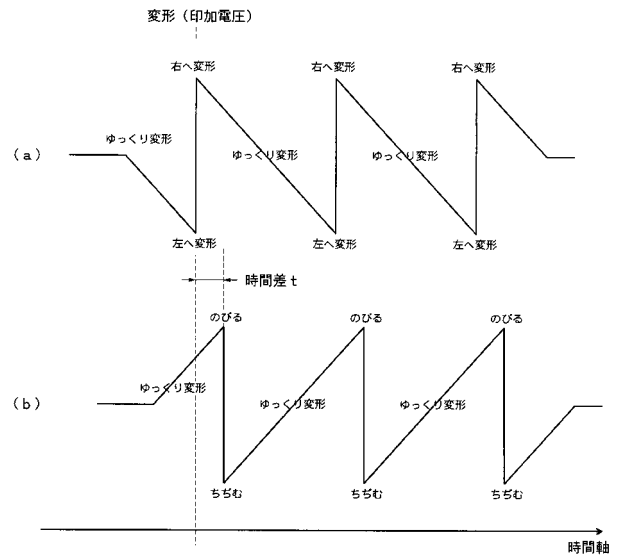
【 図 9 】



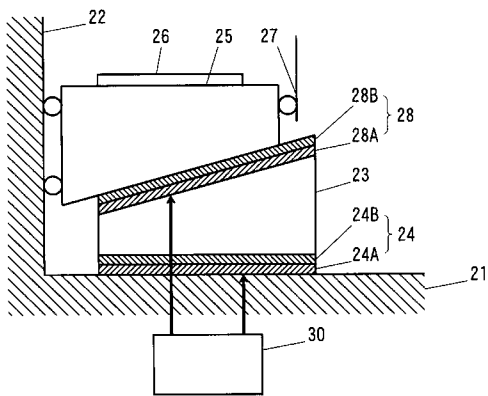
【図10】



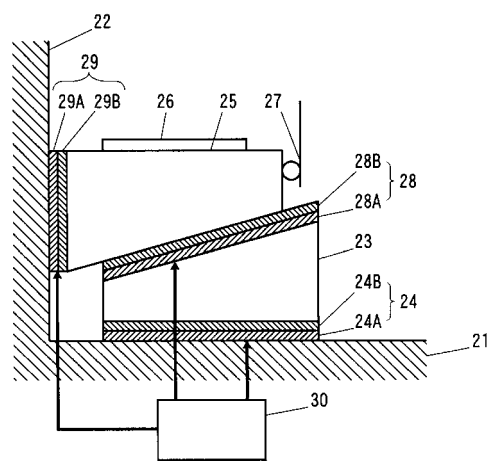
【図11】



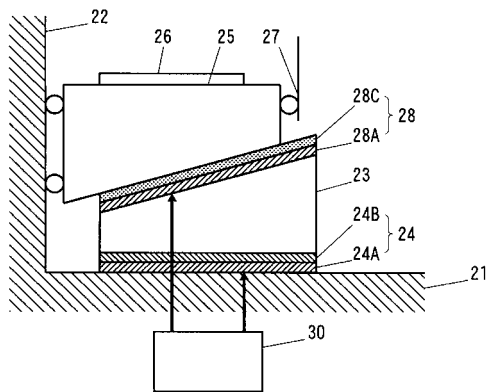
【図12】



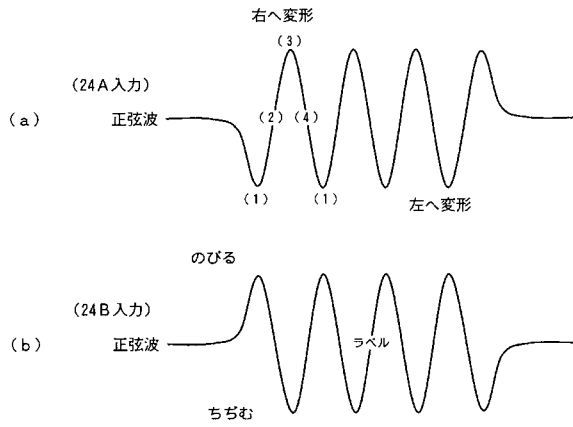
【図14】



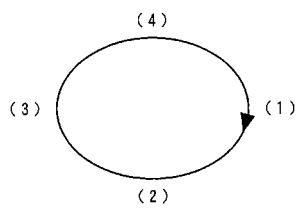
【図13】



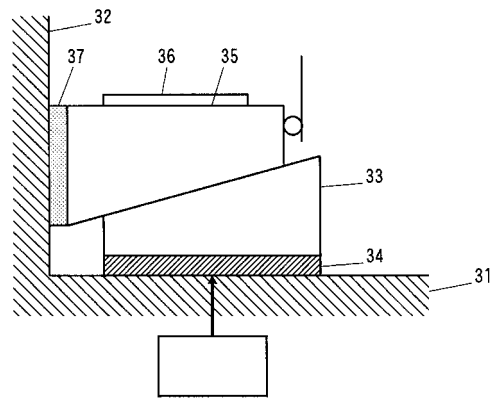
【 図 1 5 】



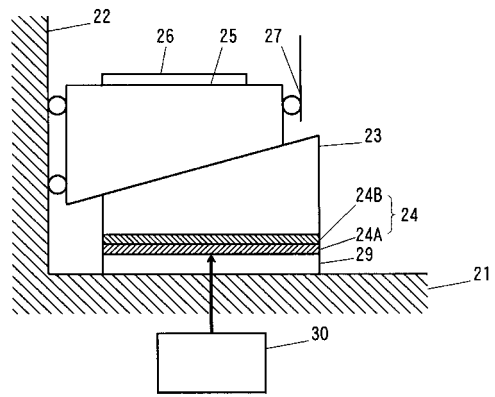
【 図 1 6 】



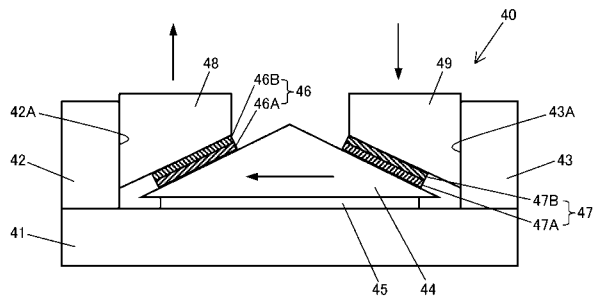
【 図 1 7 】



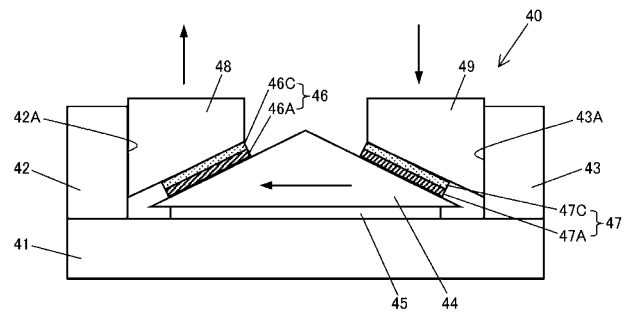
【 図 1 8 】



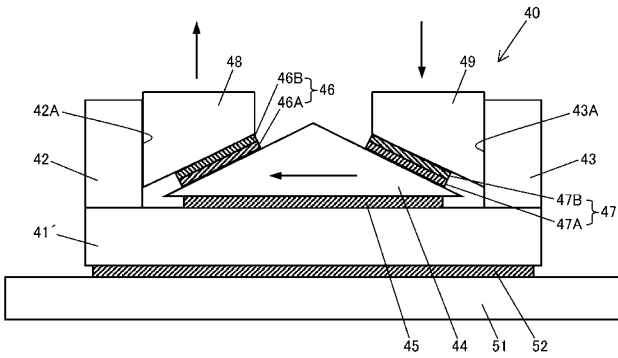
【 図 1 9 】



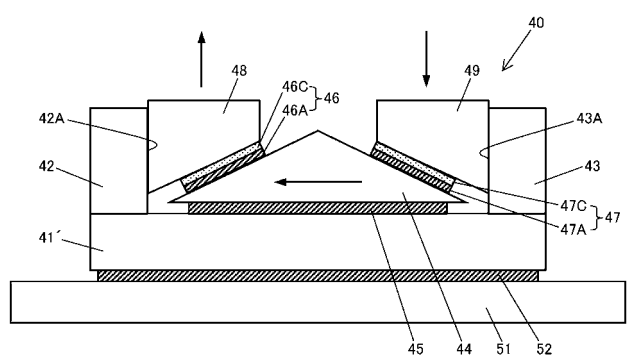
【 図 2 1 】



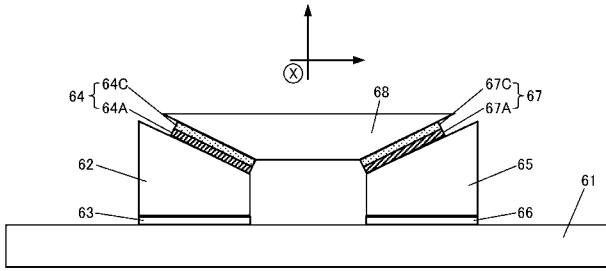
【 図 2 0 】



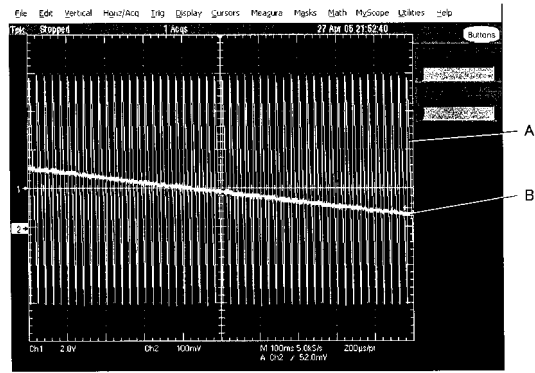
【 図 2 2 】



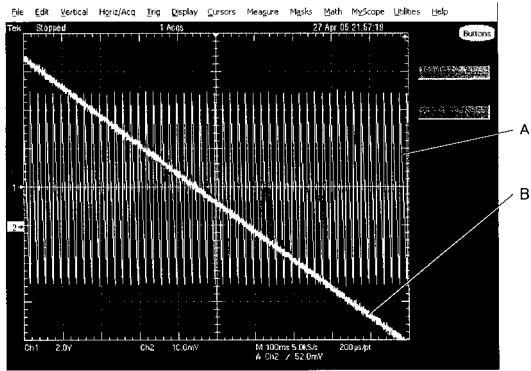
【 図 2 3 】



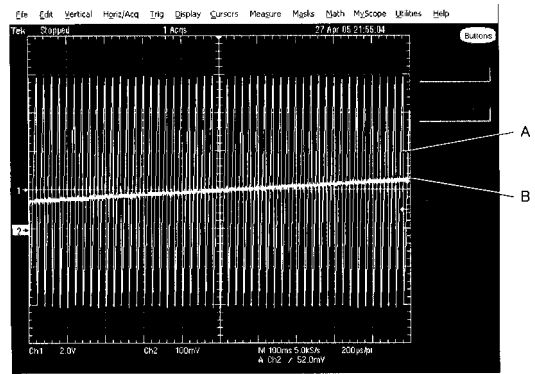
【 図 2 5 】



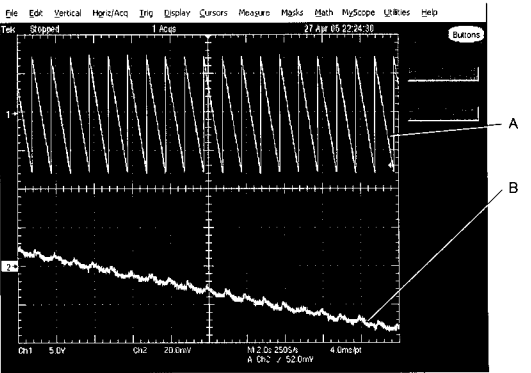
【 図 2 4 】



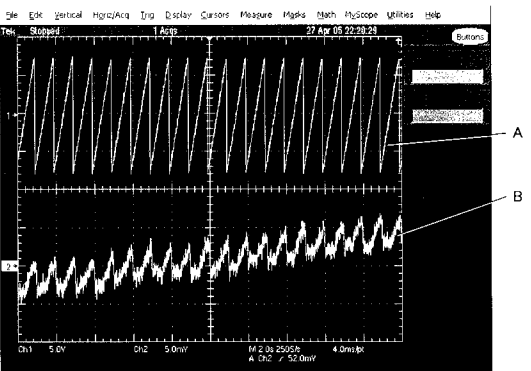
【 図 2 6 】



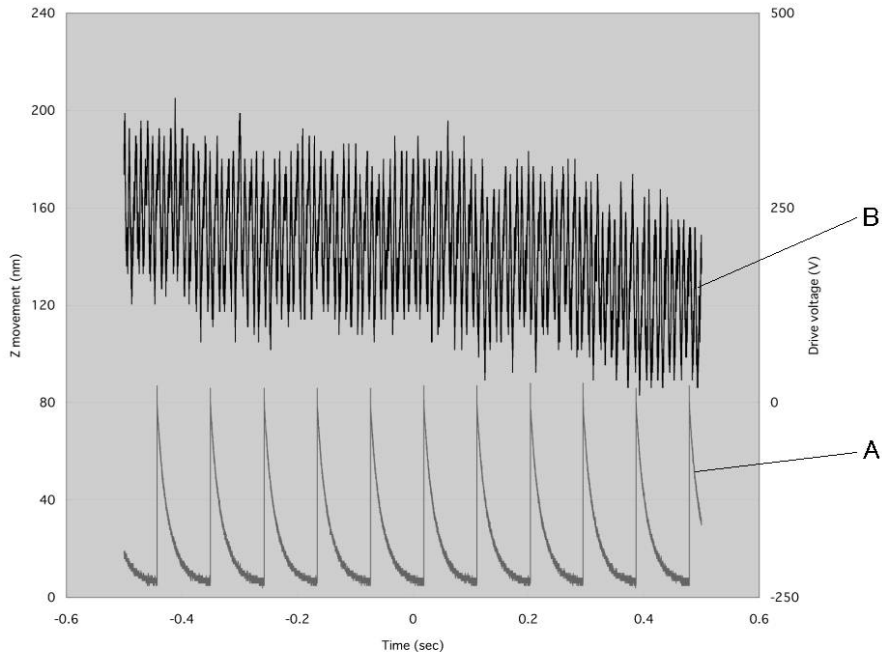
【 図 2 7 】



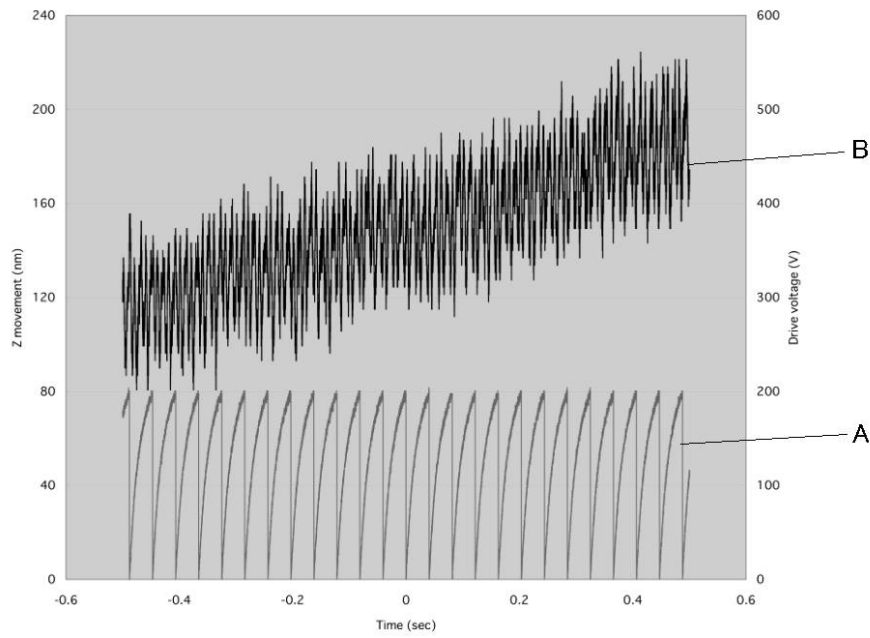
【 図 2 8 】



【 図 29 】



【 図 30 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2005/009229
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ H02N2/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. ⁷ H02N2/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-272149 A (Taiheiy Cement Corp.), 20 September, 2002 (20.09.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-26
A	JP 2706534 B2 (Rockwell International Corp.), 28 January, 1998 (28.01.98), Full text; all drawings & US 4928030 A & EP 0360975 A2	1-26
A	JP 3-81119 B2 (Kiyohiko UOZUMI), 27 December, 1991 (27.12.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-26
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 03 August, 2005 (03.08.05)		Date of mailing of the international search report 23 August, 2005 (23.08.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/009229

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-243282 A (Nikon Corp.), 29 August, 2003 (29.08.03), Full text; all drawings & US 2003/0226976 A1	1-26
A	JP 2003-134859 A (Toshiro HIGUCHI), 09 May, 2003 (09.05.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-26
A	JP 11-143542 A (The Kanagawa Academy of Science), 28 May, 1999 (28.05.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-26

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2005/009229									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ H02N2/00											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ H02N2/00											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">日本国実用新案公報</td> <td style="width: 50%;">1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2005年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2005年	日本国実用新案登録公報	1996-2005年	日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2005年										
日本国実用新案登録公報	1996-2005年										
日本国登録実用新案公報	1994-2005年										
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
A	JP 2002-272149 A (太平洋セメント株式会社) 20.09.2002, 全文、 全図 (ファミリーなし)	1-26									
A	JP 2706534 B2 (ロックウェル インターナショナル コーポレーシ ョン) 28.01.1998, 全文、全図 & US 4928030 A & EP 0360975 A2	1-26									
A	JP 3-81119 B2 (魚住 清彦) 27.12.1991, 全文、全図 (ファミリ ーなし)	1-26									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 03.08.2005		国際調査報告の発送日 23.8.2005									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 佐々木 剛	3V 9818								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3358									

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2005/009229

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-243282 A (株式会社ニコン) 29.08.2003, 全文、全図 & US 2003/0226976 A1	1-26
A	JP 2003-134859 A (樋口 俊郎) 09.05.2003, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-26
A	JP 11-143542 A (財団法人神奈川県科学技術アカデミー) 28.05.1999, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-26

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。