

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成24年4月12日(2012.4.12)

【公表番号】特表2012-505533(P2012-505533A)

【公表日】平成24年3月1日(2012.3.1)

【年通号数】公開・登録公報2012-009

【出願番号】特願2011-530409(P2011-530409)

【国際特許分類】

H 01 L 21/027 (2006.01)

G 02 B 26/08 (2006.01)

B 8 1 B 3/00 (2006.01)

F 2 1 S 2/00 (2006.01)

【F I】

H 01 L 21/30 5 2 9

G 02 B 26/08 E

B 8 1 B 3/00

F 2 1 S 2/00 3 5 5

【手続補正書】

【提出日】平成24年1月31日(2012.1.31)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイクロミラー(24)を駆動する方法であって、

a)マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明システム(10)に配置され前記マイクロミラー(24)を含むマイクロミラーアレイ(22)を設けるステップであって、前記マイクロミラー(24)は、2つの傾斜軸(x、y)に対して各傾斜角度(α_x 、 α_y)で傾斜可能であり、前記2つの傾斜軸(x、y)に対して前記マイクロミラー(24)を傾斜させるために、該マイクロミラー(24)に、制御信号(U₁、U₂、U₃)によりそれぞれ駆動され得る3つのアクチュエータ(E₁、E₂、E₃)が割り当てられる、ステップと、

b)それぞれが1つの傾斜軸(x、y)に割り当てられると共に両方が非摂動傾斜角度(α_x 、 α_y)に割り当てられる、2つの制御変数(SG_x、SG_y)を指定するステップと、

c)前記2つの制御変数(SG_x、SG_y)の任意の所望の組み合わせに関して、前記2つの制御変数(SG_x、SG_y)に応じて、前記3つのアクチュエータのうち、制御信号(U₁)が一定値に設定される1つ(E₁)を選択するステップと、

d)前記制御信号(U₁、U₂、U₃)が他の2つのアクチュエータ(E₂、E₃)に印加されると前記マイクロミラー(24)が前記2つの制御変数(SG_x、SG_y)の関数として前記非摂動傾斜角度(α_x 、 α_y)を採用するように、前記制御信号(U₁、U₂、U₃)を求めるステップと、

e)前記制御信号(U₁、U₂、U₃)を前記アクチュエータ(E₁、E₂、E₃)に印加するステップと、

を含む、方法。

【請求項2】

前記制御変数 ($S G_x$ 、 $S G_y$) は、前記非摂動傾斜角度 (α_x 、 α_y) に線形に割り当てられることを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記制御信号 (U_1) が一定値に設定されるアクチュエータ (E_1) は、前記ステップ c)において、方向 () を有する 2 次元制御変数ベクトル (SGV) を、前記 2 つの傾斜軸 (x 、 y) に対する前記非摂動傾斜角度 (α_x 、 α_y) に割り当てる前記 2 つの制御変数 ($S G_x$ 、 $S G_y$) に割り当て、実効傾斜ベクトル (w_1 、 w_2 、 w_3) を個々のアクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) それぞれに割り当て、続いて実効傾斜ベクトル (w_1) が前記制御変数ベクトル (SGV) の前記方向 () に直接隣接しない方向 () を有するアクチュエータ (E_1) を選択することにより、選択されることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

アクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) の前記実効傾斜ベクトル (w_1 、 w_2 、 w_3) は、このアクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) のみが駆動されるときに前記マイクロミラー (24) が採用する前記非摂動傾斜角度 (α_x 、 α_y) に割り当てる前記制御変数 ($S G_x$ 、 $S G_y$) から得られることを特徴とする、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記実効傾斜ベクトル (w_1 、 w_2 、 w_3) は、測定により求められることを特徴とする、請求項 3 又は 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記制御変数ベクトル (SGV) 及び前記実効傾斜ベクトル (w_1 、 w_2 、 w_3) の方向は、

【数 1】

$$\theta = \arctan(S G_y / S G_x)$$

に従って求められ、式中、 $S G_x$ 及び $S G_y$ は、前記各傾斜軸 (x 、 y) に対する前記非摂動傾斜角度 (α_x 、 α_y) に割り当てる前記制御変数 ($S G_x$ 、 $S G_y$) であり、

は、各ベクトルが前記 2 つの傾斜軸 (x 、 y) の一方と一致する方向 y と形成する角度を示すことを特徴とする、請求項 3 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

前記アクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) は、3 回対称で配置されることを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

第 1 のアクチュエータ (E_1) の前記実効傾斜ベクトル (w_1) は、アライメント角度内の前記方向 y と一致する方向を有し、第 2 のアクチュエータ (E_2) の前記実効傾斜ベクトル (w_2) は、前記第 1 のアクチュエータ (E_1) の前記実効傾斜ベクトル (w_1) と 120° の角度を本質的に形成し、第 3 のアクチュエータ (E_3) の前記実効傾斜ベクトル (w_3) は、前記第 2 のアクチュエータ (E_2) の前記実効傾斜ベクトル (w_2) と 120° の角度を本質的に形成し、前記制御変数ベクトル (SGV) の前記方向 が求められてから、前記第 3 のアクチュエータ (E_3) は [$120^\circ +$] で選択され、前記第 1 のアクチュエータ (E_1) は [$120^\circ +$ 、 $240^\circ +$] で選択され、前記第 2 のアクチュエータ (E_2) は [$240^\circ +$ 、 $360^\circ +$] で選択されることを特徴とする、請求項 6 又は 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記 2 つの制御変数 ($S G_x$ 、 $S G_y$) は、前記ステップ b) において、制御アルゴリズム (62)、調整アルゴリズム (58)、又は制御・調整複合アルゴリズム (54) により設定点傾斜角度から求められることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】

目標傾斜角度が指定され、前記マイクロミラー (24) を瞬時に傾斜させる実傾斜角度

から前記目標傾斜角度への遷移を表す一連の設定点傾斜角度を含む軌道が決定されることを特徴とする、請求項9に記載の方法。

【請求項11】

前記設定点傾斜角度を求めるときに較正データが考慮されることを特徴とする、請求項9又は10に記載の方法。

【請求項12】

前記2つの制御変数(SG_x 、 SG_y)は、調整アルゴリズム(58)により指定されるか又はこれにより補正され、前記調整アルゴリズム(58)は、前記設定点傾斜角度と、監視システム(60)により測定される前記マイクロミラー(24)を瞬時に傾斜させる前記実傾斜角度の負のフィードバックとから求められる調整差を受け取ることを特徴とする、請求項9～11のいずれか1項に記載の方法。

【請求項13】

前記2つの制御変数(SG_x 、 SG_y)は、逆システムダイナミクスモデルを用いる予測制御アルゴリズム(62)を用いて前記設定点傾斜角度に割り当てることにより指定されることを特徴とする、請求項9～12のいずれか1項に記載の方法。

【請求項14】

前記ステップc)及び前記ステップd)は、

割り当て表から所与の制御変数(SG_x 、 SG_y)に関する制御信号(U_1 、 U_2 、 U_3)を求めるステップ

を含むことを特徴とする、請求項1～13のいずれか1項に記載の方法。

【請求項15】

前記2つの制御変数(SG_x 、 SG_y)と前記3つの制御信号(U_1 、 U_2 、 U_3)との間の前記割り当て表は、前記アクチュエータ(E_1 、 E_2 、 E_3)に様々な制御信号(U_1 、 U_2 、 U_3)を印加し、そこから得られる傾斜角度(α_x 、 α_y)を測定し、その後で前記2つの制御変数(SG_x 、 SG_y)を得られた前記傾斜角度(α_x 、 α_y)に線形に割り当てることにより、パラメータ化段階で編集され、前記制御信号(U_1 、 U_2 、 U_3)の印加中は1つの制御信号(U_1 、 U_2 、 U_3)が一定に保たれていることを特徴とする、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記ステップd)は、

パラメータベクトルを用いる計算規則を用いて、所与の制御変数(SG_x 、 SG_y)に関する前記制御信号(U_1 、 U_2 、 U_3)を求めるステップ

を含むことを特徴とする、請求項1～13のいずれか1項に記載の方法。

【請求項17】

前記パラメータベクトルは、傾斜角度(α_x 、 α_y)と前記3つのアクチュエータ(E_1 、 E_2 、 E_3)の前記制御信号(U_1 、 U_2 、 U_3)との間の少なくとも3つの割り当てからの推定により、パラメータ化段階で求められ、前記少なくとも3つの割り当ては、前記アクチュエータ(E_1 、 E_2 、 E_3)に様々な制御信号(U_1 、 U_2 、 U_3)を印加し、そこから得られる傾斜角度(α_x 、 α_y)を測定することにより求められることを特徴とする、請求項16に記載の方法。

【請求項18】

マイクロミラー(24)を駆動する方法であって、

a)マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明システム(10)に配置されて前記マイクロミラー(24)を含むマイクロミラーアレイを設けるステップであって、前記マイクロミラー(24)は、2つの傾斜軸(x 、 y)に対して各傾斜角度(α_x 、 α_y)で傾斜可能であり、前記2つの傾斜軸(x 、 y)に対して前記マイクロミラー(24)を傾斜するために、該マイクロミラー(24)に、制御信号(U_1 、 U_2 、 U_3)によりそれぞれ駆動され得る3つのアクチュエータ(E_1 、 E_2 、 E_3)が割り当てられる、ステップと、

b)前記マイクロミラーの複数の傾斜角度(α_x 、 α_y)を起動及び測定し、このため

に前記 3 つのアクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) に印加される前記制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) を記憶することにより、前記傾斜角度 (α_x 、 α_y) と前記 3 つのアクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) の前記制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) との間の割り当て表を編集するステップと、

c) それぞれが 1 つの傾斜軸 (x 、 y) に割り当てられると共に両方が非摂動傾斜角度 (α_x 、 α_y) に線形に割り当てられる 2 つの制御変数 (SG_x 、 SG_y) を指定するステップと、

d) 前記ステップ c) における割り当てに従って前記 2 つの制御変数 (SG_x 、 SG_y) を前記割り当て表の前記傾斜角度 (α_x 、 α_y) に線形に割り当て、前記割り当て表からこれらの傾斜角度 (α_x 、 α_y) に割り当てられた前記制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) を読み出すことにより、前記マイクロミラー (24) を前記非摂動傾斜角度 (α_x 、 α_y) で傾斜させる制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) を求めるステップと、

e) 制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) を前記アクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) に印加するステップと、

を含む、方法。

【請求項 19】

マイクロミラー (24) を駆動する方法であって、

a) マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明システム (10) に配置されて前記マイクロミラー (24) を含むマイクロミラーアレイを設けるステップであって、前記マイクロミラー (24) は、2 つの傾斜軸 (x 、 y) に対して各傾斜角度 (α_x 、 α_y) で傾斜可能であり、前記 2 つの傾斜軸 (x 、 y) に対して前記マイクロミラー (24) を傾斜するために、該マイクロミラー (24) に、制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) によりそれぞれ駆動され得る 3 つのアクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) が割り当てられる、ステップと、

b) 前記マイクロミラー (24) の様々な傾斜角度 (α_x 、 α_y) と、このために前記 3 つのアクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) に印加される前記制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) とを起動及び測定することにより、前記傾斜角度 (α_x 、 α_y) と前記 3 つのアクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) の前記制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) との間の少なくとも 3 つの割り当てを求めるステップと、

c) 該ステップ b) から得られる割り当てからパラメータベクトルを推定するステップと、

d) それぞれが 1 つの傾斜軸 (x 、 y) に割り当てられる 2 つの制御変数 (SG_x 、 SG_y) を指定するステップと、

e) 前記推定されたパラメータベクトルを用いる計算規則を用いて、所与の制御変数 (SG_x 、 SG_y) に関する前記制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) を求めるステップと、

f) 前記制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) を前記アクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) に印加するステップと、

を含む、方法。

【請求項 20】

前記パラメータベクトルは、最小 2 乗推定量により推定されることを特徴とする、請求項 17 または 19 に記載の方法。

【請求項 21】

前記マイクロミラー (24) は、前記傾斜軸 (x 、 y) に対してそれぞれ少なくとも 3 つの異なる傾斜角度 (α_x 、 α_y) を採用し得ることを特徴とする、請求項 1 ~ 20 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 22】

マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明システム (10) に配置されるマイクロミラーアレイ (22) に含まれるマイクロミラー (24) を駆動するドライブエレクトロニクス (39) であって、前記マイクロミラー (24) は、2 つの傾斜軸 (x 、 y) を有し、該 2 つの傾斜軸 (x 、 y) に対して前記マイクロミラー (24) を傾斜するために、3

つのアクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) が前記マイクロミラー (24) に割り当てられ、該ドライブエレクトロニクス (39) は、

a) 前記 2 つの傾斜軸 (x 、 y) に対する非摂動傾斜角度 (θ_x 、 θ_y) に割り当てられる制御変数 (SG_x 、 SG_y) 用の入力を有する変換器 (46) と、

b) 該変換器 (46) により制御され得る 2 つの信号増幅器 (50、52) と、

c) 前記 3 つのアクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) に制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) を印加するのに用いられ得る切換ユニット (48) と、

を備える、ドライブエレクトロニクス (39) において、

d) 前記変換器 (46) 及び前記切換ユニット (48) を用いて、前記変換器 (46) の前記入力に適用される前記制御変数 (SG_x 、 SG_y) の関数として前記 3 つのアクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) のうちの 1 つの前記制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) が一定値に設定され得ると共に、

e) 前記マイクロミラー (24) が、前記 2 つの傾斜軸 (x 、 y) に対する前記制御変数 (SG_x 、 SG_y) に割り当てられた前記非摂動傾斜角度 (θ_x 、 θ_y) を採用するよう、前記変換器 (46)、前記切換ユニット (48)、及び前記 2 つの信号増幅器 (50、52) を用いて、他の 2 つの制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) が前記アクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) に印加され得ることを特徴とする、ドライブエレクトロニクス。

【請求項 23】

ドライブエレクトロニクス (39) であって、前記変換器 (46) の制御変数 (SG_x 、 SG_y) 用の前記入力は、設定傾斜角度から前記制御変数 (SG_x 、 SG_y) を求めるのに用いられ得る制御システム (62)、調整システム (58)、又は制御・調整複合システムに接続されることを特徴とする、請求項 22 に記載のドライブエレクトロニクス。

【請求項 24】

ドライブエレクトロニクス (39) であって、前記変換器 (46) は、該変換器 (46) の前記入力に適用される前記制御変数 (SG_x 、 SG_y) の関数として前記 3 つのアクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) の前記制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) を求めるのに用いられ得る割り当て表のための、メモリ (45) を備えることを特徴とする、請求項 22 又は 23 に記載のドライブエレクトロニクス。

【請求項 25】

ドライブエレクトロニクス (39) であって、前記変換器 (46) は、パラメータベクトルを用いる計算規則を用いて前記 3 つのアクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) の前記制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) を前記変換器 (46) の前記入力に適用される前記制御変数 (SG_x 、 SG_y) の関数として計算し得る、計算ユニット (47) を備えることを特徴とする、請求項 22 ~ 24 のいずれか 1 項に記載のドライブエレクトロニクス。

【請求項 26】

マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明システム (10) に配置されるマイクロミラーアレイ (22) に含まれるマイクロミラー (24) を駆動するドライブエレクトロニクス (39) であって、前記マイクロミラー (24) は、2 つの傾斜軸 (x 、 y) を有し、前記 2 つの傾斜軸 (x 、 y) に対して前記マイクロミラー (24) を傾斜させるために、該マイクロミラー (24) に、制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) によりそれぞれ駆動され得る 3 つのアクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) が割り当てられ、該ドライブエレクトロニクス (39) は、

a) 前記 2 つの傾斜軸 (x 、 y) に対する非摂動傾斜角度 (θ_x 、 θ_y) に割り当てられる制御変数 (SG_x 、 SG_y) 用の入力を有する変換器 (46) と、

b) 前記制御信号 (U_1 、 U_2 、 U_3) が前記アクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) に印加され得るように、前記変換器 (46) により制御され得ると共に前記アクチュエータ (E_1 、 E_2 、 E_3) に直接的又は間接的に接続される 2 つの信号増幅器 (50、52) と、

を備える、ドライブエレクトロニクス (39) において、

c) 前記変換器(46)は、該変換器の前記入力に適用される前記制御变数($S G_x$ 、 $S G_y$)の関数として前記3つのアクチュエータ(E_1 、 E_2 、 E_3)の前記制御信号(U_1 、 U_2 、 U_3)を求めるのに用いられ得る割り当て表のための、メモリ(45)を備える

ことを特徴とする、ドライブエレクトロニクス。

【請求項27】

マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明システム(10)に配置されるマイクロミラーアレイ(22)に含まれるマイクロミラー(24)を駆動するドライブエレクトロニクス(39)であって、前記マイクロミラー(24)は、2つの傾斜軸を有し、前記2つの傾斜軸(x 、 y)に対して前記マイクロミラー(24)を傾斜させるために、該マイクロミラー(24)に、制御信号(U_1 、 U_2 、 U_3)によりそれぞれ駆動され得る3つのアクチュエータ(E_1 、 E_2 、 E_3)が割り当てられ、該ドライブエレクトロニクス(39)は、

a) 前記2つの傾斜軸(x 、 y)に対する非摂動傾斜角度(θ_x 、 θ_y)に割り当てられる制御变数($S G_x$ 、 $S G_y$)用の入力を有する変換器(46)と、

b) 前記制御信号(U_1 、 U_2 、 U_3)が前記アクチュエータ(E_1 、 E_2 、 E_3)に印加され得るように、前記変換器(46)により制御され得ると共に前記アクチュエータ(E_1 、 E_2 、 E_3)に直接的又は間接的に接続される2つの信号増幅器(50、52)と、

を備える、ドライブエレクトロニクス(39)において、

c) 前記変換器(46)は、パラメータ化段階で推定され得るパラメータベクトルを用いる計算規則を用いて、前記3つのアクチュエータ(E_1 、 E_2 、 E_3)の前記制御信号(U_1 、 U_2 、 U_3)を前記変換器(46)の前記入力に適用される前記制御变数($S G_x$ 、 $S G_y$)の関数として計算し得る、計算ユニット(47)を備える

ことを特徴とする、ドライブエレクトロニクス。

【請求項28】

請求項22～27のいずれか1項に記載のドライブエレクトロニクスと、マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明システム(10)に配置されるマイクロミラーアレイ(22)に含まれるマイクロミラー(24)とを備える、マイクロミラーシステムであって、前記マイクロミラー(24)は、2つの傾斜軸を有し、前記2つの傾斜軸(x 、 y)に対して前記マイクロミラー(24)を傾斜させるために、3つのアクチュエータ(E_1 、 E_2 、 E_3)が前記マイクロミラー(24)に割り当てられる、マイクロミラーシステム。