

(11) 特許番号

特許第5247816号
(P5247816)

(45) 発行日 平成25年7月24日(2013.7.24)

(24) 登録日 平成25年4月19日 (2013.4.19)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 B 11/24 (2006.01)

GO 1 B 11/24

D

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2010-537862 (P2010-537862)	(73) 特許権者	509327909
(86) (22) 出願日	平成20年12月10日 (2008.12.10)		インテクトラス カンパニー、リミテッド
(65) 公表番号	特表2011-518312 (P2011-518312A)		大韓民国 ダエジェオン 305-500
(43) 公表日	平成23年6月23日 (2011.6.23)		、ユセオング-グ、ヨングサン-ドング、
(86) 国際出願番号	PCT/KR2008/007313		537
(87) 国際公開番号	W02009/078616	(74) 代理人	100111372
(87) 国際公開日	平成21年6月25日 (2009.6.25)		弁理士 津野 孝
審査請求日	平成22年6月14日 (2010.6.14)	(74) 代理人	100153497
(31) 優先権主張番号	10-2007-0131393		弁理士 藤本 信男
(32) 優先日	平成19年12月14日 (2007.12.14)	(72) 発明者	ヨー、ジョン-ホ
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		大韓民国 ダエジェオン 305-751
			、ユセオング-グ、ソングガン-グドング
			、サングガン-ググリーン アパート 3
			13-502

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立体形状測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源（１）と、該光源（１）からの照明光を分割するビーム分割器（２）と、該ビーム分割器（２）からの照明光が照射され、最高点と最低点の段差を有する測定物（３）と、前記ビーム分割器（２）からの照明光が照射される基準ミラー（４）と、前記測定物（３）の表面からの測定光と前記基準ミラー（４）で反射される基準光が合わせられて生成される干渉縞を検出する光検出素子（５）と、該光検出素子（５）を通して検出された画像を処理する制御コンピュータ（６）とを含む立体形状測定装置において、

前記ビーム分割器（２）からの光の経路を変換して補助基準光を生成する補助基準光生成手段（７）が、前記ビーム分割器（２）と前記基準ミラー（４）との間に備えられ、

前記補助基準光生成手段（７）が、前記ビーム分割器（２）および基準ミラー（４）間に備えられた補助ビーム分割器（７１）と、前記基準ミラー（４）に隣接する前記補助ビーム分割器（７１）の側面に備えられた補助基準ミラー（７２）とを含み、

前記補助ビーム分割器（７１）が、前記ビーム分割器（２）からの光が照射される平面状の前面及び前記前面に対して平行な後面を有する平板型ビーム分割器（７１ａ）と、前記基準ミラー（４）及び補助基準ミラー（７２）への光経路を調節するために平板型ビーム分割器（７１ａ）の後面に密着した補償板（７１ｂ）とを備えていることを特徴とする立体形状測定装置。

【請求項 2】

前記平板型ビーム分割器（ 7 1 a ）が、前記前面に反射防止コーティングが行われてい

10

20

るとともに前記後面に光分割コーティングが行われていることを特徴とする請求項 1 に記載の立体形状測定装置。

【請求項 3】

前記平板型ビーム分割器 (7 1 a) の後面の光分割における分割比が、50% : 50% に設定されていることを特徴とする請求項 2 に記載の立体形状測定装置。

【請求項 4】

前記補償板 (7 1 b) が、後面に反射防止コーティングを施されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の立体形状測定装置。

【請求項 5】

前記補助基準光生成手段 (7) が、前記補助ビーム分割器 (7 1) 、基準ミラー (4) 及び補助基準ミラー (7 2) のうち少なくとも一つ以上をそれぞれ X 軸、Y 軸及び Z 軸方向に微細に駆動させるための微細駆動機 (8) をさらに含んで構成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の立体形状測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、立体形状測定装置に関するもので、より詳細には、立体形状を有する測定物に対する最高点の測定光と同一の基準光及び最低点の測定光と同一の基準光をそれぞれ生成する反射距離調節手段を備えており、測定物の最低点と最高点に対する干渉縞を同時に獲得できるようにする立体形状測定装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

最近、電子・機械部品の小型化及び精密化により、複雑な段差形状を有する微細構造物の加工と製造状態を確認するためには、寸法、形状及び表面粗度に対する計測高精度化が要求されている。

【0003】

したがって、現在、小型の電子・機械部品などの計測には、光学式 2 次元測定装置を用いた寸法測定方法と、光学式 3 次元測定装置を用いた形状や厚さ (表面粗度) 測定方法が用いられている。

【0004】

このような光学式 3 次元測定方法の一例として、照明干渉計を用いた立体形状測定装置が提案された。

【0005】

図 5 は、一般的な干渉計の測定原理を示した図で、光源からの照明光がビーム分割器を通して分割され、基準ミラーと測定物の表面にそれぞれ照射されれば、基準ミラーと測定物の表面で反射された基準光と測定光がビーム分割器を通して合わせられながら相互干渉を起こし、干渉縞を生成する。

ここで、干渉縞は、測定物の表面と基準ミラーの表面、すなわち、基準面に照射される光の焦点が合うと同時に、測定光と基準光の光経路が一致する地点で現れる。

【0006】

このように合わせられた干渉縞を CCD カメラなどの光検出素子を通して検出することによって干渉縞の位相を計算したり、又は干渉縞の包絡線から可干渉性が最大である点を抽出することによって高さを測定することができる。

【0007】

これによって、段差を有する測定対象に対しては、高さ情報によって干渉縞獲得区間を一定に分割し、分割された区間別に基準面や測定対象を微小に移動させながら干渉縞を獲得した後、獲得された多数の干渉縞を合成することによって表面形状を測定しなければならない。

【0008】

一方、BGA (Ball Grid Array) のように段差を有する立体形状の

10

20

30

40

50

場合、最低点と最大点に対する干渉縞のみを獲得しても、表面形状を類推したり、不良有無を判断することができる。

【 0 0 0 9 】

ところが、この場合も、一度獲得される画像からは立体形状全体を測定できないので、最高点に該当する干渉縞と最低点に該当する干渉縞をそれぞれ獲得した後、合成を通して単一干渉縞を獲得したり、最高点から最低点までの全区間に対して干渉縞を獲得しなければならず、その結果、測定速度が遅くなるという短所がある。

【 0 0 1 0 】

また、最高点と最低点の反射率が異なる場合、例えば、B G Aのように、最高点は金属面からなって反射率が高く、最低点はP C Bからなって反射率が低い場合、基準面の反射率を最高点又は最低点のいずれか一部分に合わせれば、反射率が合わせられていない他の部分の測定がよく行われれないという短所がある。

10

【 0 0 1 1 】

このような問題を改善するための方法は、本出願人によって既に出願された特許文献 1 に「立体形状測定装置」という題目で開示されたことがある。

【 0 0 1 2 】

前記立体形状測定装置は、図 6 に示すように、光源 1 0 0 と、光源 1 0 0 からの照明光を分割するビーム分割器 2 0 0 と、ビーム分割器 2 0 0 からの照明光が照射され、最高点と最低点の段差を有する測定物 3 0 0 と、ビーム分割器 2 0 0 からの照明光が照射される基準ミラー 4 0 0 と、測定対象と基準ミラーの表面から反射されて合わせられた干渉縞を撮影する光検出素子 5 0 0 と、測定物 3 0 0 の最高点の反射距離及び最低点の反射距離とそれぞれ同一の反射距離を提供する反射距離調節手段 7 0 0 と、光検出素子 5 0 0 を通して獲得された画像を処理する制御コンピュータ 6 0 0 とを含んで構成される。

20

【 0 0 1 3 】

ここで、反射距離調節手段 7 0 0 は、測定物の最低点と最高点の反射距離、すなわち、測定光 A 1、A 2 と同一の基準面の反射距離、すなわち、基準光 A 1、A 2 を提供するために最低点と最高点の段差と同一の厚さを有する。

また、測定物が取り替えられることによって段差が変化する場合、測定対象によって位置を調節し、反射距離を調節できるように構成されているので、測定対象に連動して測定光と同一の基準光を生成することができる。

30

【 0 0 1 4 】

したがって、測定物の最低点と最高点に対する干渉縞を同時に得ることができるので、測定速度を向上させることができる。

【 0 0 1 5 】

しかしながら、干渉縞は、焦点が合う条件を充足すると同時に、反射光経路が同一でなければならないので、測定物の高さ情報が変化する場合、反射距離を調節すれば焦点が合わず、焦点距離を調節すれば反射距離が合わないという問題が発生する。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 6 】

40

【 特許文献 1 】 韓国特許出願第 2 0 0 7 — 0 0 5 2 2 9 0 号

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 7 】

本発明の目的は、測定物と基準ミラーでそれぞれ反射されて生成される測定光と基準光の干渉によって生成される干渉縞を獲得し、測定物の形状を測定する立体形状測定装置において、段差を有する測定物の最高点の測定光及び最低点の測定光と同一の焦点と光経路を有する基準光と補助基準光をそれぞれ生成し、測定物に対する最高点の干渉縞及び最低点の干渉縞を同時に獲得できるようにする立体形状測定装置を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

50

【 0 0 1 8 】

前記課題を解決するための本発明の立体形状測定装置は、光源と、前記光源からの照明光を分割するビーム分割器と、前記ビーム分割器からの照明光が照射され、最高点と最低点の段差を有する測定物と、前記ビーム分割器からの照明光が照射される基準ミラーと、前記測定物の表面からの測定光と前記基準ミラーで反射される基準光が合わせられて生成される干渉縞を検出する光検出素子と、前記光検出素子を通して検出された画像を処理する制御コンピュータとを含む立体形状測定装置において、前記ビーム分割器と前記基準ミラーとの間には、前記ビーム分割器からの光の経路を変換し、補助基準光を生成する補助基準光生成手段が備えられる。

【 0 0 1 9 】

10

ここで、前記補助基準光生成手段は、前記ビーム分割器と前記基準ミラーとの間に備えられる補助ビーム分割器と、前記基準ミラーと隣接する前記補助ビーム分割器の側面に備えられる補助基準ミラーとを含んで構成される。

【 0 0 2 0 】

そして、前記補助ビーム分割器は、前記ビーム分割器からの光が照射される平面状の前面及び前記前面に対して平行な後面を有する平板型ビーム分割器で構成され、前面に反射防止コーティングが行われ、後面に光分割コーティングが行われる。

このとき、平板型ビーム分割器の後面の光分割における分割比は50%：50%に設定されることが望ましい。

【 0 0 2 1 】

20

また、前記補助ビーム分割器は、前記基準ミラーと補助基準ミラーへの光経路を調節するために平板型ビーム分割器の後面に密着される補償板をさらに備えることができ、補償板は、後面に反射防止コーティングが行われることが望ましい。

【 0 0 2 2 】

また、前記補助基準光生成手段は、前記補助ビーム分割器、基準ミラー及び補助基準ミラーのうち少なくとも一つ以上をそれぞれX軸、Y軸及びZ軸方向に微細に駆動させるための微細駆動機をさらに含んで構成される。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

本発明は、基準ミラーの一側に補助基準光生成手段を備えており、段差を有する測定物の表面で反射される最高点の測定光及び最低点の測定光とそれぞれ同一の光経路を有する基準光と補助基準光が生成されるようにし、測定対象物に対する最高点の干渉縞及び最低点の干渉縞を同時に獲得し、測定速度及び効率を向上させることができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

【 図 1 】 本発明の立体形状測定装置の構成図。

【 図 2 】 図 1 の立体形状測定装置の変形例を示した構成図。

【 図 3 】 図 2 の “ A ” 部の拡大図。

【 図 4 】 図 3 の補助ビーム分割器の分解図。

【 図 5 】 一般的な干渉計の測定原理を示した図。

40

【 図 6 】 従来技術に係る立体形状測定装置の構成図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 5 】

図 1 は、本発明の立体形状測定装置の構成図で、本発明は、光源 1、ビーム分割器 2、測定物 3、基準ミラー 4、光検出素子 5、制御コンピュータ 6 及び補助基準光生成手段 7 を含んで構成される。

【 0 0 2 6 】

ここで、ビーム分割器 2 は、光源 1 からの照明光を分割し、それぞれの光が測定物 3 の表面と基準ミラー 4 に照射されるようにする。

【 0 0 2 7 】

50

測定物 3 は、最高点と最低点の段差を有するもので、ビーム分割器 2 からの照明光を反射させ、最高点の測定光 M 1 と最低点の測定光 M 2 をそれぞれ生成するようになる。

【 0 0 2 8 】

基準ミラー 4 は、ビーム分割器 2 からの照明光を反射させ、基準光を生成する。そして、光検出素子 5 は、それぞれの測定光と基準光が合わせられて生成される干渉縞を検出するもので、CCD カメラなどの撮像素子を用いる。

【 0 0 2 9 】

そして、制御コンピュータ 7 は、光検出素子 5 で検出される画像情報を分析し、欠陥有無を判断するようになる。

【 0 0 3 0 】

10

補助基準光生成手段 7 は、本発明の重要な構成要素であって、ビーム分割器 2 と基準ミラー 4 との間に備えられ、ビーム分割器 2 からの光の経路を変換し、補助基準光を生成するものである。

【 0 0 3 1 】

すなわち、干渉縞は、測定光と基準焦点が合うと同時に、光経路が同一である場合に発生するので、測定物の最高点と最低点に対する干渉縞を一度に獲得するためには、最高点の測定光と最低点の測定光と同一の焦点及び光経路を有する基準光を全て生成しなければならない。

【 0 0 3 2 】

そのため、本願発明は、補助基準光生成手段 7 を用いて、基準ミラー 4 で反射される基準光 R 1 の他に補助基準光 R 2 を生成するものである。

20

【 0 0 3 3 】

ここで、補助基準光生成手段 7 は、補助ビーム分割器 7 1 及び補助基準ミラー 7 2 を含んで構成される。

【 0 0 3 4 】

補助ビーム分割器 7 1 は、ビーム分割器 2 と基準ミラー 4 との間に備えられ、補助基準ミラー 7 2 は、基準ミラー 4 と隣接する補助ビーム分割器 7 1 の側面に備えられる。

【 0 0 3 5 】

これによって、ビーム分割器 2 で分離された照明光は、補助ビーム分割器 7 1 で分離され、基準ミラー 4 と補助基準ミラー 7 2 にそれぞれ照射される。

30

【 0 0 3 6 】

このとき、測定物 3 には光が直接照射されるが、基準ミラー 4 と補助基準ミラー 7 2 に照射される光は、補助ビーム分割器 7 1 を通過するので、測定物に照射される光とは異なる性質を有するようになる。

【 0 0 3 7 】

したがって、光の性質変化を最大限に防止するために、キュービック型分割器 (C B S : C u b i c B e a m S p l i t t e r) の代わりに、図 2 に示すように、ビーム分割器 2 から出射された光が照射される平面状の前面及びその前面に対して平行な後面を有する平板型ビーム分割器 7 1 a を用いることが望ましい。

【 0 0 3 8 】

40

このとき、平板型ビーム分割器 7 1 a としては、前面に反射防止コーティングが行われ、後面に光分割コーティングが行われたものを用い、光分割における分割比は 5 0 % : 5 0 % に設定する。

【 0 0 3 9 】

また、平板型ビーム分割器 7 1 a は、基準ミラー 4 と補助基準ミラー 7 2 への光経路を調節するために、後面に密着される補償板 7 1 b をさらに備えることが望ましい。このとき、補償板 7 1 b は、後面に反射防止コーティングが行われる。

【 0 0 4 0 】

すなわち、ビーム分割器 2 から出射された光は、補助ビーム分割器 7 1 の前面に照射され、補助ビーム分割器 7 1 の後面を通して基準ミラー 4 と補助基準ミラー 7 2 の方向にそ

50

れぞれ出射されるが、補助ビーム分割器 7 1 内部での光経路がそれぞれ距離 "b" だけの差を有するようになる。

【 0 0 4 1 】

換言すれば、補助ビーム分割器 7 1 の前面に照射された光は、後面の 5 0 % : 5 0 % 分割コーティングによって基準ミラー 4 と補助基準ミラー 7 2 の方向にそれぞれ分けられて出射されるが、基準ミラーの方向への光は、空气中にそのまま露出されて基準ミラー 4 に進行する。

【 0 0 4 2 】

その一方、補助基準ミラー 7 2 の方向への光は、後面で反射された後、補助ビーム分割器 7 1 を再び通過して前面を通して出射されるので、補助ビーム分割器内部の距離 "b" だけの経路差を有するようになる。

10

【 0 0 4 3 】

したがって、補助ビーム分割器内部の距離 "b" を補償するために、基準ミラー 4 の方向、すなわち、補助ビーム分割器 7 1 の後面には、後面に反射防止コーティングが行われた補償板 7 1 b がさらに備えられる。

【 0 0 4 4 】

一方、補助ビーム分割器 7 1、基準ミラー 4 及び補助基準ミラー 7 2 は、基準光 R 1 と補助基準光 R 2 に対する焦点距離及び光経路の調節のために、それぞれ X 軸、Y 軸及び Z 軸方向に微細に駆動させるための微細駆動機 8 を備えることができる。

【 0 0 4 5 】

20

以下、このような本発明の立体形状測定装置の作用を説明する。

【 0 0 4 6 】

まず、光源 1 からの光は、ビーム分割器 2 で分割された後、それぞれ測定物 3 の方向と基準ミラー 4 の方向に出射され、測定物と基準ミラーの表面で反射されて測定光と基準光を生成する。

【 0 0 4 7 】

このとき、所定の段差を有する測定物 3 は、最高点の測定光 M 1 と最低点の測定光 M 2 を生成するので、測定物のそれぞれの測定光 M 1、M 2 と同一の焦点と光経路を有する基準光 R 1、R 2 を生成するために、それぞれの微細駆動機 8 を駆動し、基準ミラー 4、補助ビーム分割器 7 1 及び補助基準ミラー 7 2 の位置を調節する。

30

【 0 0 4 8 】

このとき、基準ミラー 4 で生成される基準光 R 1 と補助基準ミラー 7 2 で生成される基準光 R 2 は、いずれか一つが最高点の測定光 M 1 と同一の光経路を有する場合、他の一つは最低点の測定光 M 2 と同一の光経路を有しなければならない。

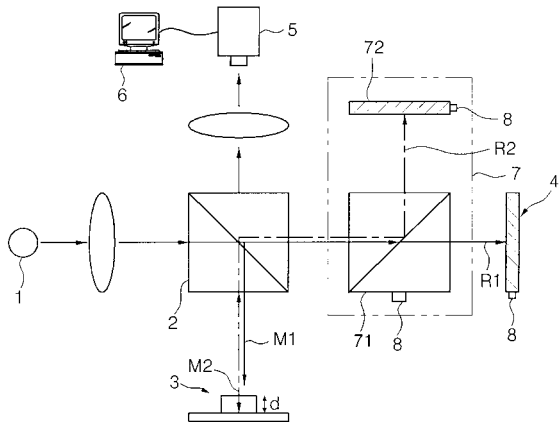
【 符号の説明 】

【 0 0 4 9 】

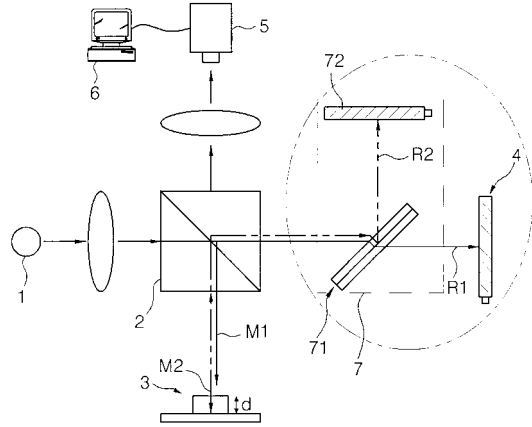
- 1 . . . 光源
- 2 . . . ビーム分割器
- 3 . . . 測定物
- 4 . . . 基準ミラー
- 5 . . . 光検出素子
- 6 . . . 制御コンピュータ
- 7 . . . 補助基準光生成手段
- 7 1 . . . 補助ビーム分割器
- 7 1 a . . . 平板型ビーム分割器
- 7 1 b . . . 補償板
- 7 2 . . . 補助基準ミラー
- 8 . . . 微細駆動機

40

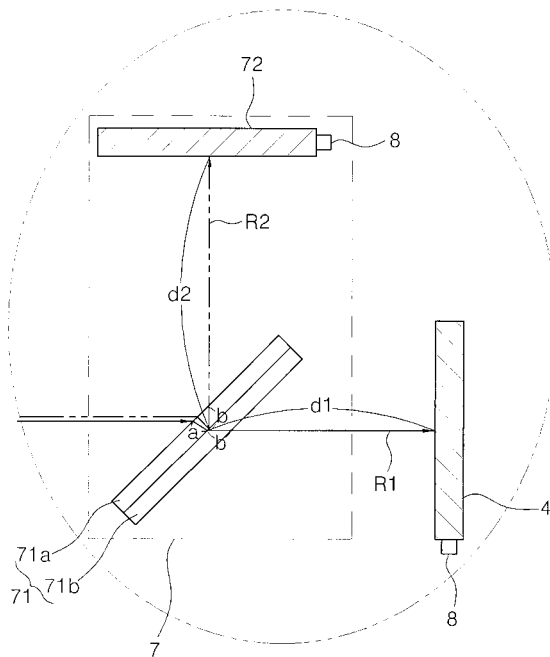
【図 1】



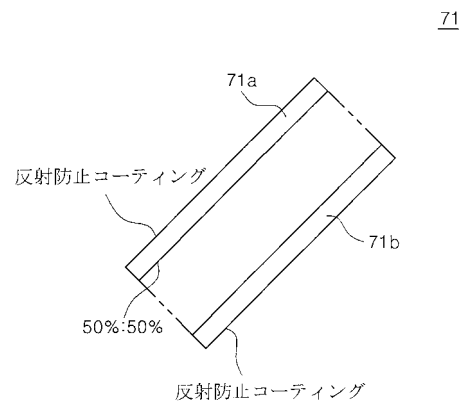
【図 2】



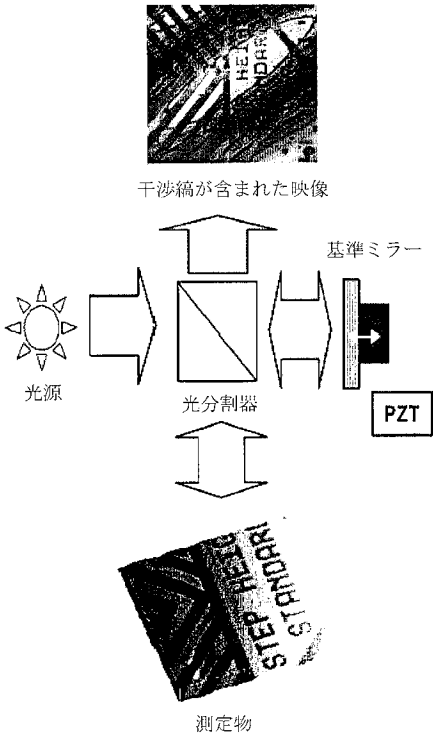
【図 3】



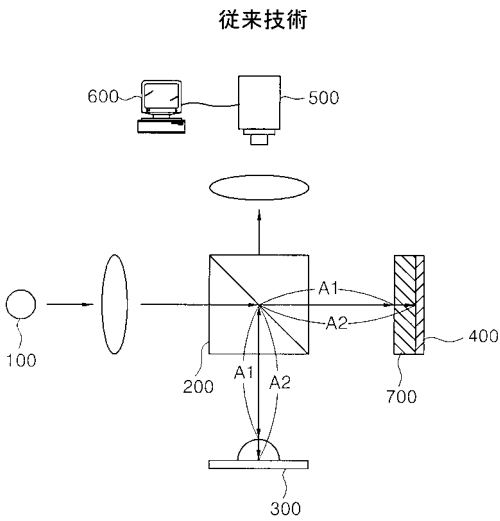
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 カング、ミング

大韓民国 ダエジェオン 305-755、ユセオング-グ、アウエウン-ドン、ハンビット
アパート 129-1505

(72)発明者 イム、サング-ゲン

大韓民国 ダエジェオン 302-741、セオ-グ、マンユン-ドン、ガングビェオン アパ
ート 107-402

審査官 中川 康文

- (56)参考文献 特開昭62-293107(JP,A)
特開昭63-193003(JP,A)
特開昭63-222207(JP,A)
特開昭64-001903(JP,A)
特開平02-167411(JP,A)
実開平05-069642(JP,U)
特開平05-332730(JP,A)
特開2001-004815(JP,A)
特開2003-344010(JP,A)
特開2004-347425(JP,A)
特開2005-148208(JP,A)
特表2005-527280(JP,A)
国際公開第2007/093385(WO,A1)
特表2009-526978(JP,A)
特開昭55-078203(JP,A)
特開昭61-111407(JP,A)
特開昭61-140806(JP,A)
特開昭63-259404(JP,A)
特開平01-235807(JP,A)
特開平02-006711(JP,A)
特開平02-167429(JP,A)
特開平05-335395(JP,A)
特開平07-120212(JP,A)
特開平08-159723(JP,A)
特開平09-178451(JP,A)
特開平10-311708(JP,A)
特開2001-165613(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 9/00-9/10
G01B 11/00-11/30
G02B 5/00-5/136
G01C 3/00-3/32