

(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2009-98046

(P2009-98046A)

(43) 公開日 平成21年5月7日(2009.5.7)

(51) Int.Cl.  
G01B 11/24 (2006.01)

F I  
G O 1 B 11/24

テーマコード (参考)  
2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-270974 (P2007-270974)  
(22) 出願日 平成19年10月18日 (2007.10.18)

(71) 出願人 507256120  
ヘキサゴン・メトロジー株式会社  
神奈川県相模原市橋本台1-15-8  
(74) 代理人 100091627  
弁理士 朝比 一夫  
(74) 代理人 100091292  
弁理士 増田 達哉  
(72) 発明者 鈴木 敏  
静岡県浜松市北区中条674-1 ヘキサ  
ゴン・メトロジー株式会社浜松事業所内  
(72) 発明者 佐藤 克広  
静岡県浜松市北区中条674-1 ヘキサ  
ゴン・メトロジー株式会社浜松事業所内

最終頁に続く

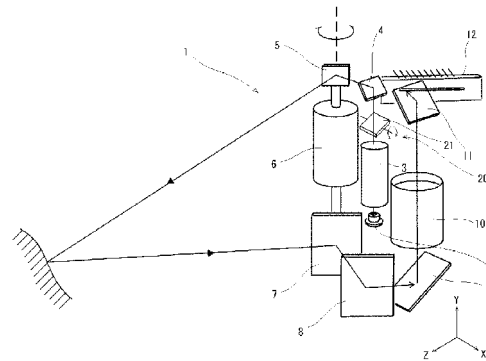
(54) 【発明の名称】 3次元形状測定器

(57) 【要約】

【課題】メンテナンス作業を行わなくても光軸ずれを補正できる形状測定装置を有する3次元形状測定器を提供すること。

【解決手段】3次元形状測定器の光学系1は、レーザダイオード2と、レーザ光を測定対象物へ照射するための第1光学系と、測定対象物からの反射光を結像されるための第2光学系と、第2光学系からのレーザ光の結像位置を検出するためのCCDラインセンサ部12とを有し、第1光学系はレーザ光の光路を変位される光路変位手段20を有し、光路変位手段20は光路の変位平面に垂直方向に延在する回転軸を中心にして回転するガラス板21とガラス板21の回転手段と回転手段制御部とを有し、回転手段制御部は回転手段の回転に伴うCCDラインセンサ部12の受光最大値が計測された際の回転手段の回転角度に回転手段の回転角度を一致させる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

レーザ光を出射するレーザダイオードと、

前記レーザダイオードから出射されたレーザ光を測定対象物の表面へ照射するための第 1 光学系と、

測定対象物の表面からの反射光であるレーザ光を結像されるための第 2 光学系と、

前記第 2 光学系からのレーザ光の結像位置を検出するための CCD ラインセンサ部とを有し、

前記第 1 光学系は、前記第 2 光学系からのレーザ光が前記 CCD ラインセンサ部に適正に結像するように、レーザ光の光路を変位される光路変位手段を有し、

10

前記光路変位手段は、光路の変位平面に垂直方向に延在する回動軸を中心にして回動するガラス板と、前記ガラス板を回動させる回動手段と、前記回動手段を制御する回動手段制御部とを有し、

前記回動手段制御部は、前記回動手段の回動に伴う前記 CCD ラインセンサ部の受光量の変化を計測し、前記 CCD ラインセンサ部の受光量の最大値が計測された際の回動手段の回動角度に前記回動手段の回動角度を一致させることを特徴とする 3 次元形状測定器。

## 【請求項 2】

前記回動手段は、超音波振動子により駆動されることを特徴とする請求項 1 記載の 3 次元形状測定器。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は非接触センサを利用した 3 次元形状測定器に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来の非接触センサを利用した 3 次元形状測定器は、特許文献 1 に開示されているように非接触センサを利用して対象物の表面の形状を測定し同測定データを出力する形状測定装置と、この形状測定装置から出力された測定データを処理するコンピュータ本体と、このコンピュータ本体により制御されて対象物の 3 次元画像を表示する表示装置とを有している。

30

## 【0003】

図 8 は、上記形状測定装置の光学系の概略図である。レーザダイオード 111 から出射した出射光は、ビームエキスパンダ 112、第 1 ミラー 113、第 2 ミラー 114、第 3 ミラー 115 を経て測定対象物に照射される。測定対象物の表面によって反射された戻り光は、第 3 ミラー 115、第 2 ミラー 114、第 4 ミラー 116、結像レンズ部 117 を経て非接触センサである CCD ラインセンサ部 118 に入射する。なお、この形状測定装置は、図 8 に示す X 軸回りに当該光学系を収容したケース全体（図示せず）を回動させ、また、第 3 ミラー 115 を Y 軸回りに回動させることにより測定対象物の表面の走査を行うことができる。

40

## 【0004】

図 9 は、この 3 次元形状測定器の測定原理を示している。レーザダイオード 111 から出射したレーザ光が測定対象物の表面に照射され、この測定対象物の表面により反射された戻り光が結像レンズ部 117 の結像レンズ 117a により収束されて CCD ラインセンサ部 118 のラインセンサ 118a 上に結像する。このラインセンサ 118a により計測された戻り光の結像位置が測定データとして形状測定装置から出力される。この測定データに基づいて、コンピュータ本体は、距離計測に用いられている三角測量法を適用し、測定対象物の表面の 3 次元形状を算出する。

## 【0005】

【特許文献 1】特許第 3554264 号公報

50

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

上記形状測定装置では、CCDラインセンサ部118のラインセンサ118a上における戻り光の結像位置の変位量を測定することによって測定対象物の表面の位置が計測されるが、この戻り光の結像位置がラインセンサ118a上から外れた位置(ラインセンサ118aの延在方向と90度の角度をなす方向における位置)に結像すると、ラインセンサ118aが受光できる光量が低下し、計測が不可能となってしまふ。この戻り光の結像位置のずれは、上記形状測定装置の光学系の光軸ずれが原因となって生じる。

## 【0007】

このような光軸ずれが生じた場合には、形状測定装置の光学系を構成する上述した各部材やCCDラインセンサ部118の位置調整を行うメンテナンスが必要となる。しかし、このメンテナンス作業は熟練した作業員により精密に行わなければならないため、メンテナンス作業の費用と時間がかかってしまうという問題がある。

## 【0008】

上記問題点に鑑み、本発明は、メンテナンス作業を行わなくても光軸ずれを補正できる形状測定装置を有する3次元形状測定器を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

本発明に係る3次元形状測定器は、レーザ光を出射するレーザダイオードと、前記レーザダイオードから出射されたレーザ光を測定対象物の表面へ照射するための第1光学系と、測定対象物の表面からの反射光であるレーザ光を結像されるための第2光学系と、前記第2光学系からのレーザ光の結像位置を検出するためのCCDラインセンサ部とを有し、前記第1光学系は、前記第2光学系からのレーザ光が前記CCDラインセンサ部に適正に結像するように、レーザ光の光路を変位される光路変位手段を有し、前記光路変位手段は、光路の変位平面に垂直方向に延在する回動軸を中心にして回動するガラス板と、前記ガラス板を回動させる回動手段と、前記回動手段を制御する回動手段制御部とを有し、前記回動手段制御部は、前記回動手段の回動に伴う前記CCDラインセンサ部の受光量の変化を計測し、前記CCDラインセンサ部の受光量の最大値が計測された際の前記回動手段の回動角度に前記回動手段の回動角度を一致させることを特徴とする。

ことを特徴とする請求項1記載の3次元形状測定器。

## 【0010】

さらに、本発明に係る3次元形状測定器は、前記回動手段が、超音波振動子により駆動されることが好ましい。

## 【発明の効果】

## 【0011】

請求項1記載の本発明に係る3次元形状測定器は、第1光学系に光路変位手段を有し、回動手段制御部によって回動手段の回動に伴うCCDラインセンサ部の受光量の変化を計測し、CCDラインセンサ部の受光量の最大値が計測された際の前記回動手段の回動角度に回動手段の回動角度を一致させる。従って、形状測定装置の光学系の光軸ずれを修正することができるため、従来行われてきたCCDラインセンサ部の位置調整を行うメンテナンス作業が不要になる。

## 【0012】

さらに、請求項2記載の本発明に係る3次元形状測定器は、回動手段が、超音波振動子により駆動されている。従って、超音波振動子の振動停止時において回動手段の停止状態を保持することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0013】

以下、図1ないし図7を参照しつつ本発明の実施形態について詳細に説明する。本実施形態の3次元形状測定器の光学系1は、レーザ光を出射するレーザダイオード2と、レー

10

20

30

40

50

ザダイオード 2 から出射されたレーザ光を測定対象物の表面へ照射するための第 1 光学系と、測定対象物の表面からの反射光であるレーザ光を結像されるための第 2 光学系と、前記第 2 光学系からのレーザ光の結像位置を検出するための CCD ラインセンサ部 1 2 とを有し、第 1 光学系は、第 2 光学系からのレーザ光が CCD ラインセンサ部 1 2 上に適正に結像するように、レーザ光の光路を変位される光路変位手段 2 0 を有し、光路変位手段 2 0 は、光路の変位平面に垂直方向に延在する回動軸を中心にして回動するガラス板 2 1 と、ガラス板 2 1 を回動させる回動手段と、回動手段を制御する回動手段制御部（図示せず）とを有し、この回動手段制御部は、回動手段の回動に伴う CCD ラインセンサ部 1 2 の受光量の変化を計測し、CCD ラインセンサ部 1 2 の受光量の最大値が計測された際の回動手段の回動角度に回動手段の回動角度を一致させることを特徴とする。なお、本実施形態において上記第 1 光学系は、ビームエキスパンダ 3、光路変位手段 2 0、第 1 鏡 4、及び、第 2 鏡 5 とから構成されており、上記第 2 光学系は、第 3 鏡 7、第 4 鏡 8、第 5 鏡 9、結像レンズ部 1 0、及び、第 6 鏡 1 1 とから構成されている。

10

#### 【 0 0 1 4 】

本実施形態の 3 次元形状測定器は、主に CCD ラインセンサ部 1 2 を使用して測定対象物の表面の形状を測定し同測定データを出力する形状測定装置と、この形状測定装置から出力された測定データを処理するコンピュータ本体と、このコンピュータ本体により制御されて測定対象物の 3 次元画像を表示する表示装置とを有している。なお、コンピュータ本体には、後述する回動手段制御部を構成するソフトウェアが内蔵されている。

20

#### 【 0 0 1 5 】

図 1 は、本実施形態の 3 次元形状測定器の形状測定装置の光学系を示す概略斜視図である。レーザダイオード 2 からの出射光は、後述する光路変位手段 2 0 のガラス板 2 1 を通過した後、第 1 光学系を通じて測定対象物の表面へ照射される。第 1 光学系において、ビームエキスパンダ 3 はレーザビーム径を計測距離範囲内に渡り小スポットを維持する為の光学系であり、また、第 1 鏡 4 と第 2 鏡 5 はレーザ光の方向を変更するために設けられている。

#### 【 0 0 1 6 】

第 2 鏡 5 は、揺動モータ 6 の回動軸の一端に設けられており、図 1 に示す Y 軸回りに回動するようになっている。この第 2 鏡 5 の回動により、測定対象物の表面へのレーザ光の照射範囲を図 1 における水平方向に移動することができる。また、後述する第 3 鏡 7 も揺動モータ 6 の回動軸の他端に設けられており、第 2 鏡 5 と同一の角度に回動するようになっている。なお、本実施形態における形状測定装置の上記光学系は、図 1 に示す X 軸回りに当該光学系を収容したケース全体（図示せず）を回動することにより、測定対象物の表面の垂直方向における走査を行うことができる。

30

#### 【 0 0 1 7 】

測定対象物の表面からの反射光であるレーザ光を結像されるための第 2 光学系において、第 3 鏡 7、第 4 鏡 8、第 5 鏡 9、及び第 6 鏡 1 1 は戻り光であるレーザ光の方向を変更するために設けられており、結像レンズ部 1 0 は戻り光を集光し CCD ラインセンサ部 1 2 のラインセンサ 1 2 a に結像するように配設されている。第 3 鏡 7 は、上述したように、揺動モータ 6 により図 1 に示す Y 軸回りに回動するようになっている。また、第 2 鏡 5 と連動することにより、測定対象物の表面へのレーザ光の照射角度に応じて、同表面において反射されたレーザ光の戻り光の入射角度が第 3 鏡 7 に与えられる。なお、結像レンズ部 1 0 は、結像レンズ 1 0 a を有している。また、CCD ラインセンサ部 1 2 は、戻り光の結像位置を測定するためのラインセンサ 1 2 a を有している。

40

#### 【 0 0 1 8 】

図 2 及び図 3 は、この 3 次元形状測定器の測定原理を示している。レーザダイオード 2 から出射したレーザ光が、レーザ光の光路を変位される光路変位手段 2 0 のガラス板 2 1 を通過した後、測定対象物の表面に照射され、この測定対象物の表面により反射された戻り光が結像レンズ部 1 0 の結像レンズ 1 0 a により収束されて CCD ラインセンサ部 1 2 のラインセンサ 1 2 a 上に結像する。このラインセンサ 1 2 a により計測された戻り光の

50

結像位置が測定データとして形状測定装置から出力される。この測定データに基づいて、コンピュータ本体は、距離計測に用いられている三角測量法を適用し、測定対象物の表面の3次元形状を算出する。

#### 【0019】

図6は、本実施形態の光路変位手段20の構成を示す概略斜視図である。光路変位手段20は、ガラス板21と、ガラス板21を支持すると共にガラス板21の回転軸を構成する支点部22と、支点部22と一端において固定されているアーム23と、アーム23の他端に連結されている突起24と、突起24に固定されている摺動子25と、摺動子25を貫通すると共に摺動子25を摺動させるための振動軸26と、振動軸26を振動させるための超音波振動子である振動子27と、回動手段制御部とから構成されている。上記支点部22、アーム23、突起24、摺動子25、振動軸26、及び、振動子27は回動手段を構成している。また、摺動子25、振動軸26、及び、振動子27は、超音波モータを構成しており、摺動子25はロータ、振動軸26及び振動子27はステータとしての機能を有している。超音波モータであるため、振動子25は振動軸26に対して振動停止時において密着し、停止状態を保持することができる。

10

#### 【0020】

振動子27に電流が供給されると振動子27が振動する。この振動子27の振動は振動軸26を振動させ、この振動軸26により摺動子25が振動軸26に沿って移動する。なお、振動子27への電流供給が停止されると、摺動子25の移動は停止し、その停止位置において振動軸26に保持される。振動子27への電流供給の制御は、後述する回動手段制御部によって行われる。

20

#### 【0021】

摺動子25の移動に伴い突起24によってアーム23が支点部22を回動させる。支点部22の回動によりガラス板21が支点部22を回転軸として図6に示す矢印方向に回動する。

#### 【0022】

図4及び図5は、光路変位手段20による光路と結像位置の変位を示す説明図である。この光路変位手段20は、CCDラインセンサ部12のラインセンサ12a上から外れた位置(ラインセンサ12aの延在方向と90度の角度をなす方向における位置)に結像することを防止するために設けられている。

30

#### 【0023】

図4に示すように、ガラス板21が支点部22の回動により支点部22を回転軸として回動すると、レーザダイオード2から出射したレーザ光がレーザダイオード2の光軸と平行に変位する。このレーザ光の変位により、図5に示すように、レーザ光の結像位置がCCDラインセンサ部12のラインセンサ12aの延在方向と90度の角度をなす方向に変位する。

#### 【0024】

図7は、ガラス板21の回動によりレーザ光の結像位置が変位した場合のラインセンサ12aの受光量の変化を示すグラフ図である。各グラフは、図5に示すA、B、C、D、Eの各結像位置における受光量を示しており、ラインセンサ12a上に位置するCの結像位置における受光量が最大値を示していることが理解できる。

40

#### 【0025】

回動手段のガラス板21の回動の制御は、回動手段制御部によって行われる。本実施形態においては、回動手段制御部は、3次元形状測定器を構成しているコンピュータ本体に内蔵されているソフトウェアである。このコンピュータ本体には主な作動モードを2つ有しており、一つは3次元形状測定を実行する3次元形状測定モードであり、他は光軸補正モードである。使用者がこのコンピュータ本体を操作し光軸補正モードを選択すると、回動手段制御部は、回動手段の回動に伴うCCDラインセンサ部12の受光量の変化を計測し、CCDラインセンサ部12の受光量の最大値が計測された際の回動手段の回動角度に回動手段の回動角度を一致させる。

50

## 【 0 0 2 6 】

以下、本実施形態の作用効果を説明する。

本実施形態の3次元形状測定器は、第1光学系に光路変位手段20を有し、使用者がコンピュータ本体を操作し光軸補正モードを選択すると、回動手段制御部によって回動手段の回動に伴うCCDラインセンサ部12の受光量の変化を計測し、CCDラインセンサ部12の受光量の最大値が計測された際の回動手段の回動角度に回動手段の回動角度を一致させる。従って、形状測定装置の光学系1の光軸ずれを修正することができるため、従来行われてきたCCDラインセンサ部の位置調整を行うメンテナンス作業が不要になる。

## 【 0 0 2 7 】

さらに、本実施形態の3次元形状測定装置は、回動手段が、超音波振動子である振動子27により駆動されている。従って、振動子25は振動軸26に対して振動停止時において密着し、停止状態を保持することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る3次元形状測定器の形状測定装置の光学系の概略図である。

【 図 2 】 図 1 に示す3次元形状測定器の測定原理を示す説明図である。

【 図 3 】 図 2 に示す説明図を上方から見た説明図である。

【 図 4 】 図 1 に示す3次元形状測定器における回動手段のガラス板21の回動状態と光軸の変位を示す説明図である。

【 図 5 】 図 1 に示す3次元形状測定器におけるラインセンサ12aにおける結像位置の変位を示す説明図である。

【 図 6 】 図 1 に示す3次元形状測定器における回動手段の概略斜視図である。

【 図 7 】 図 1 に示す3次元形状測定器におけるガラス板21の回動によりレーザ光の結像位置が変位した場合のラインセンサ12aの受光量の変化を示すグラフ図である。

【 図 8 】 従来の3次元形状測定器の形状測定装置の光学系の概略図である。

【 図 9 】 図 8 に示す3次元形状測定器の測定原理を示す説明図である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 2 9 】

- |      |                  |    |
|------|------------------|----|
| 1    | 形状測定装置の光学系       | 30 |
| 2、   | 1 1 1 レーザダイオード   |    |
| 3    | ビームエキスパンダ        |    |
| 4    | 第1鏡              |    |
| 5    | 第2鏡              |    |
| 6    | 揺動モータ            |    |
| 7    | 第3鏡              |    |
| 8    | 第4鏡              |    |
| 9    | 第5鏡              |    |
| 10、  | 1 1 7 結像レンズ部     |    |
| 10a、 | 1 1 7 a 結像レンズ    | 40 |
| 11   | 第6鏡              |    |
| 12、  | 1 1 8 CCDラインセンサ部 |    |
| 12a、 | 1 1 8 a ラインセンサ   |    |
| 20   | 光路変位手段           |    |
| 21   | ガラス板             |    |
| 22   | 支点部              |    |
| 23   | アーム              |    |
| 24   | 突起               |    |
| 25   | 摺動子              |    |
| 26   | 振動軸              | 50 |

2 7 振動子

1 1 2 ビームエキスパンダ

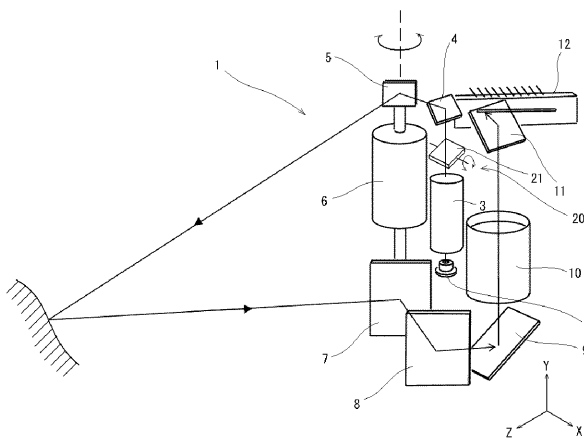
1 1 3 第 1 ミラー

1 1 4 第 2 ミラー

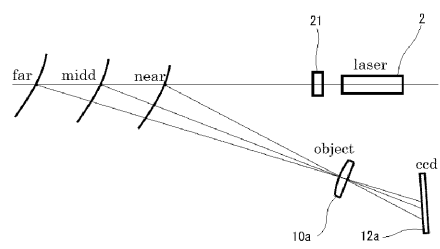
1 1 5 第 3 ミラー

1 1 6 第 4 ミラー

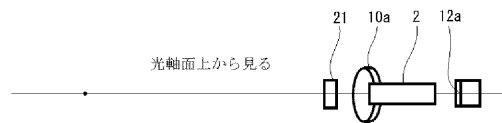
【 図 1 】



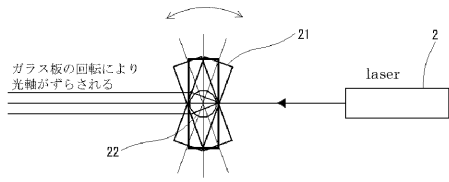
【 図 2 】



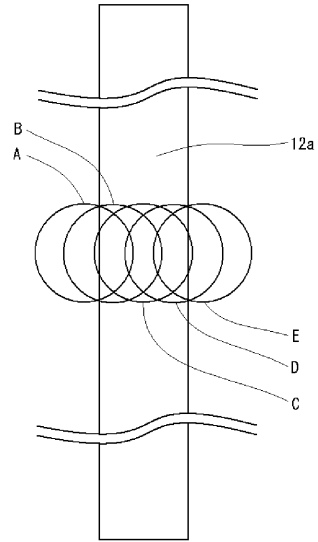
【 図 3 】



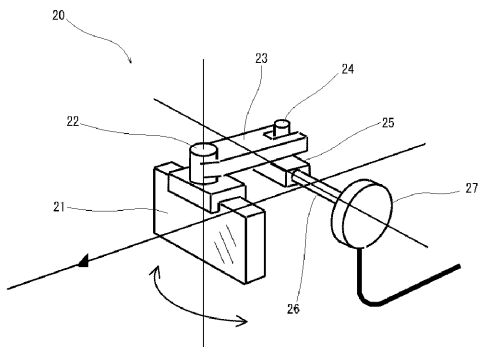
【 図 4 】



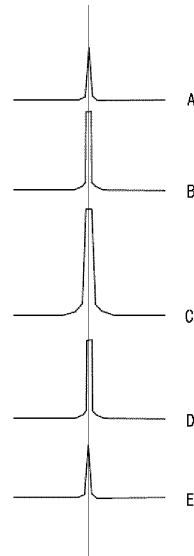
【 図 5 】



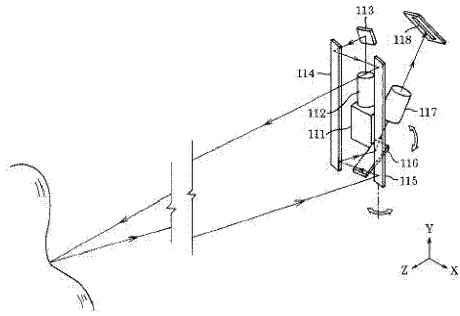
【 図 6 】



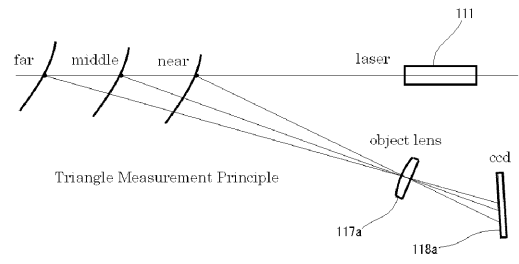
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 佐野 陽一

静岡県浜松市北区中条 6 7 4 - 1 ヘキサゴン・メトロジー株式会社浜松事業所内

Fターム(参考) 2F065 AA06 AA09 AA53 BB05 FF09 FF41 GG06 HH04 JJ02 JJ25

LL12 MM16