



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I885655 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：112150332

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 12 月 22 日

(51)Int. Cl. : G01B11/25 (2006.01)

B21B38/02 (2006.01)

B21C51/00 (2006.01)

(30)優先權：2023/03/10 日本

2023-037229

(71)申請人：日商杰富意鋼鐵股份有限公司 (日本) JFE STEEL CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：大野紘明 ONO, HIROAKI (JP)；赤澤貴大 AKAZAWA, TAKAHIRO (JP)；後藤寬人 GOTO, HIROTO (JP)；浮田昂史 UKIDA, TAKAFUMI (JP)

(74)代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀

(56)參考文獻：

TW 201837423A

JP 2000-357228A

JP 2019-181562A

US 2022/0280989A1

WO 2018/168700A1

審查人員：邱元玠

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：15 共 46 頁

(54)名稱

帶狀物體的形狀的測定方法、帶狀物體的形狀的控制方法、帶狀物體的製造方法、帶狀物體的品質管理方法、帶狀物體的形狀的測定裝置以及帶狀物體的製造設備

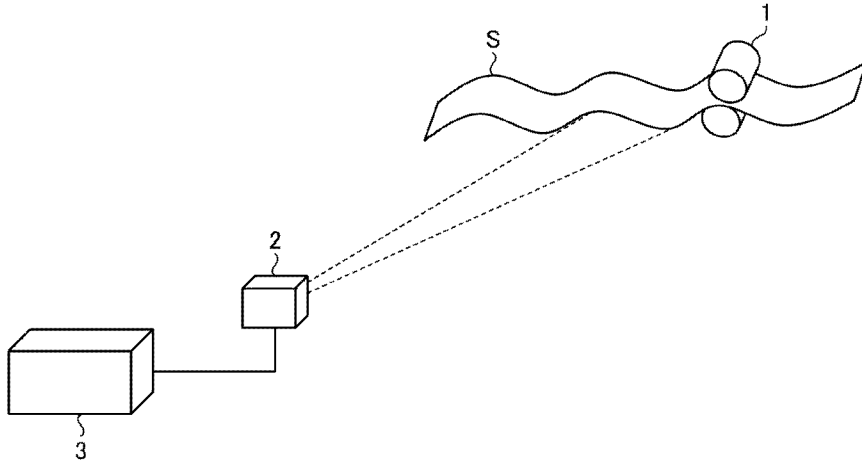
(57)摘要

本發明的帶狀物體的形狀的測定方法是測定帶狀物體的形狀的形狀測定方法，其包括：拍攝步驟，以避免作為帶狀物體的表面的基準面的平面 $\alpha$ 與相機的光軸所形成的角 $\theta$ 成為90度的方式，且以避免相機的光軸朝向平面 $\alpha$ 的正投影與帶狀物體的搬送方向 $p$ 所形成的角 $\square$ 成為0度的方式，拍攝帶狀物體的熱輻射光的圖像；及圖像處理步驟，根據所獲得的圖像算出帶狀物體的輪廓分佈，藉此算出帶狀物體的邊緣部的形狀的指標。

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1: 軋軋
- 2: 相機
- 3: 圖像處理裝置
- S: 鋼板



【圖1】



I885655

**【發明摘要】**

**【中文發明名稱】** 帶狀物體的形狀的測定方法、帶狀物體的形狀的控制方法、帶狀物體的製造方法、帶狀物體的品質管理方法、帶狀物體的形狀的測定裝置以及帶狀物體的製造設備

**【中文】**

本發明的帶狀物體的形狀的測定方法是測定帶狀物體的形狀的形狀測定方法，其包括：拍攝步驟，以避免作為帶狀物體的表面的基準面的平面  $\alpha$  與相機的光軸所形成的角  $\theta$  成為 90 度的方式，且以避免相機的光軸朝向平面  $\alpha$  的正投影與帶狀物體的搬送方向  $p$  所形成的角  $\phi$  成為 0 度的方式，拍攝帶狀物體的熱輻射光的圖像；及圖像處理步驟，根據所獲得的圖像算出帶狀物體的輪廓分佈，藉此算出帶狀物體的邊緣部的形狀的指標。

**【指定代表圖】** 圖 1。

**【代表圖之符號簡單說明】**

1: 輥軋輥

2: 相機

3: 圖像處理裝置

S: 鋼板

**【特徵化學式】**

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】帶狀物體的形狀的測定方法、帶狀物體的形狀的控制方法、帶狀物體的製造方法、帶狀物體的品質管理方法、帶狀物體的形狀的測定裝置以及帶狀物體的製造設備

### 【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種帶狀物體的形狀的測定方法、帶狀物體的形狀的控制方法、帶狀物體的製造方法、帶狀物體的品質管理方法、帶狀物體的形狀的測定裝置以及帶狀物體的製造設備。

### 【先前技術】

【0002】 在素材產業中重要的是帶狀的素材的形狀管理，謀求製品形狀的定量化。例如，鋼加工中之鋼材形狀測定就操作穩定、製品品質保證等觀點而且存在高需求。尤其是用以將製品製作成目標形狀的軋製中的形狀測定可藉由軋製條件的初始設定或在軋製中進行用於軋製控制的反饋，而提高製品品質或使操作穩定化，因此重要。

【0003】 例如，在熱軋鋼板的製造線上，對於自加熱爐抽出的高溫狀態的被稱為鋼坯的長方體的半製品，經由整徑、粗軋、精軋的步驟，加工為片狀，並進行捲繞，藉此將其製品化為鋼捲。此時，根據軋製的狀態，存在在鋼板的寬度方向上壓下量變得不均而局部拉伸的情況，而成為形狀不良。

【0004】 例如，在相較於鋼板的中央部（寬度方向中央部），僅邊緣部（寬度方向端部）拉伸的情況下，該邊緣部成為如波動般的形狀。相反地，在僅中央部拉伸的情況下，中央部成為如波動般的形狀。此種形狀不良不僅作為製品為不良，而且酸洗或冷軋等後續步驟中的穿過性變差，成為故障的原因，因此強烈要求避免產生形狀不良。

【0005】 為了改善形狀不良，需要適當地設定軋製時的寬度方向的負載，但存在軋軋的磨耗、鋼板的溫度分佈、材質特性分佈的不均等各種干擾，僅藉由計算而求出最佳的軋製條件非常困難。因此，為了設定最佳的軋製條件，必須使鋼板的形狀的測定與軋製模型對接，導出最佳的初始設定而進行預設控制，或即時反饋至軋製條件進行控制。藉由進行此種控制，方能夠抑制形狀不良。

【0006】 然而，難以在成為卷狀的製品後測定鋼板的形狀，尤其是在反饋控制中需要在軋製製造中進行測定，因此較佳為在作為最終軋製步驟的精軋出料後立即測定形狀。例如，在相對於鋼板的中央部，任一單側的邊緣部的拉伸顯著的情況下，藉由調整軋軋的寬度方向的負載平衡，進行消除朝向任一側的邊緣部的拉伸的偏倚的調平控制。再者，此處所說明的形狀主要是指在鋼板的軋製時沿著該鋼板的寬度方向而局部產生的長度方向的板拉伸，具體而言，有「中央部的拉伸」、及「邊緣部的拉伸」。

【0007】 作為在精軋出料後立即測定鋼板的形狀的技術，過去提出了使用棒狀光源或磁感測器的方法等各種技術。其中作為特別

有效的方法，例如專利文獻 1～專利文獻 3 中揭示了如下方法：藉由使用雷射在對象表面照射點狀或線狀的光線，並測定其反射光，而測定形狀。

【0008】 進而，專利文獻 4 揭示了如下技術：對於雷射照射方式，使用如線的長度方向與鋼板的搬送方向正交的三根線雷射。在專利文獻 4 所揭示的技術中，相對於鋼板的長度方向，等間隔地以成為三條線的方式平行地照射線雷射，獲取其反射圖像，將各雷射的分佈進行比較，藉此去除鋼板的上下振動的影響。

【0009】 而且，專利文獻 5～專利文獻 7 及非專利文獻 1 中揭示了如下技術等：使用強力的發光二極體（Light Emitting Diode，LED）光源在對象表面照射包括多條線的條紋圖案，藉此相較於雷射而更經濟地增加所照射的線數，不依靠鏡面性或對象的傾斜而穩定地測定形狀。

【0010】 再者，此種製造中的鋼板的形狀測定的需求不僅存在於熱軋鋼板，而且不論赤熱的狀態（例如 600°C 以上）、溫熱的狀態（例如 300°C～600°C）、冷狀態（例如常溫附近），均亦存在於其他帶狀物體的素材。再者，此處所說明的「帶狀物體」是指長條的素材。作為帶狀物體，例如除了如鐵、紙、布、鋁等非鐵金屬等般最終捲繞為卷狀的製品以外，亦包括厚鋼板等成形為長方形的板的製品等。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0011】 [專利文獻 1]日本專利特開昭 56-124006 號公報

[專利文獻 2]日本專利特開昭 55-40924 號公報

[專利文獻 3]日本專利特開昭 58-11708 號公報

[專利文獻 4]日本專利特開昭 61-40503 號公報

[專利文獻 5]日本專利特開 2008-58036 號公報

[專利文獻 6]日本專利特開 2011-99821 號公報

[專利文獻 7]日本專利特開 2016-65863 號公報

[非專利文獻]

【0012】 [非專利文獻 1]伊勢居，其他三人，“利用 LED 點圖案投影法的熱軋鋼板平坦度計的開發”，鐵與鋼，一般社團法人日本鋼鐵協會，2019 年，105 卷 1 號，p.20-29

[非專利文獻 2]金重，“利用放射溫度計進行的熱測定”，成形加工，一般社團法人塑膠成形加工學會，2020 年，32 卷 4 號，p.121-124

【發明內容】

【0013】 [發明所欲解決之課題]

專利文獻 1～專利文獻 7 所揭示之技術均為藉由使用光源對熱軋鋼板照射光並利用相機捕捉其反射光而測量對象的形狀的方法。然而，若考慮例如輻射熱所產生的高溫的影響或蒸汽、粉塵、油等附著於鋼板等，則為了在使光源或感測器靠近搬送中的鋼板的狀態下長期且穩定地進行測量，需要高度的技術，維護成本亦變高。

【0014】 為了防止該情況，而考慮使光源遠離對象，但由於光擴散而光量降低，故而難以設計為了確保光量而穩定地聚光的光學系統。除此以外，亦存在利用磁感測器等的可能性，但需要使感測器自身靠近測定對象，同樣地，設置或性能維持困難。

【0015】 本發明是鑒於所述情況而完成，其目的在於提供一種以帶狀物體的邊緣部為對象，無需使光源或感測器靠近測定對象，而能夠容易地穩定運用，亦能夠抑制維護成本的帶狀物體的形狀的測定方法、帶狀物體的形狀的控制方法、帶狀物體的製造方法、帶狀物體的品質管理方法、帶狀物體的形狀的測定裝置以及帶狀物體的製造設備。

[解決課題之手段]

【0016】 (1) 本發明的帶狀物體的形狀的測定方法是一種測定帶狀物體的形狀的形狀測定方法，其包括：

拍攝步驟，以避免作為所述帶狀物體的表面的基準面的平面 $\alpha$ 與相機的光軸所形成的角 $\theta$ 成為90度的方式，

且以避免所述相機的光軸朝向所述平面 $\alpha$ 的正投影與所述帶狀物體的搬送方向 $p$ 所形成的角 $\phi$ 成為0度的方式，

拍攝所述帶狀物體的熱輻射光的圖像；及

圖像處理步驟，根據所獲得的圖像算出所述帶狀物體的輪廓分佈，藉此算出所述帶狀物體的邊緣部的形狀的指標。

【0017】 (2) 而且，本發明的帶狀物體的形狀的測定方法是在如所述(1)所記載的帶狀物體的形狀的測定方法中，

所述圖像處理步驟為

自所獲得的圖像中選取所述帶狀物體的區域，

在所選取的區域中，算出所述邊緣部的位置，藉此算出所述帶狀物體的輪廓分佈。

**【0018】** (3) 而且，本發明的帶狀物體的形狀的測定方法是在如所述(1)或(2)所記載的帶狀物體的形狀的測定方法中，

所述圖像處理步驟根據所獲得的所述帶狀物體的輪廓分佈，算出所述帶狀物體的邊緣部的陡峭度、波高度、波間距、拉伸量、拉伸率的任意一者以上作為所述指標。

**【0019】** (4) 而且，本發明的帶狀物體的形狀的測定方法是在如所述(1)至(3)中任一項所記載的帶狀物體的形狀的測定方法中，

所述圖像處理步驟根據所述相機與所述帶狀物體的位置關係，算出波高度方向及波間距方向的解析度，並換算為實際的尺寸。

**【0020】** (5) 而且，本發明的帶狀物體的形狀的控制方法是藉由如所述(1)至(4)中任一項所記載的帶狀物體的形狀的測定方法測定所述帶狀物體的形狀，並基於其測定結果，以所述帶狀物體的形狀成為所需的形狀的方式進行控制。

**【0021】** (6) 而且，本發明的帶狀物體的製造方法是藉由如所述(1)至(4)中任一項所記載的帶狀物體的形狀的測定方法測定所述帶狀物體的形狀，並基於其測定結果製造所述帶狀物體。

**【0022】** (7) 而且，本發明的帶狀物體的品質管理方法是藉由

如所述（1）至（4）中任一項所記載的帶狀物體的形狀的測定方法測定所述帶狀物體的形狀，並基於其測定結果管理所述帶狀物體的品質。

**【0023】**（8）而且，本發明的帶狀物體的形狀的測定裝置是一種測定帶狀物體的形狀的形狀測定裝置，其包括：

拍攝部件，以避免作為所述帶狀物體的表面的基準面的平面 $\alpha$ 與相機的光軸所形成的角 $\theta$ 成為90度的方式，

且以避免所述相機的光軸朝向所述平面 $\alpha$ 的正投影與所述帶狀物體的搬送方向 $p$ 所形成的角 $\phi$ 成為0度的方式，

拍攝所述帶狀物體的熱輻射光的圖像；及

圖像處理部件，根據所獲得的圖像算出所述帶狀物體的輪廓分佈，藉此算出所述帶狀物體的邊緣部的形狀的指標。

**【0024】**（9）而且，本發明的帶狀物體的製造設備包括如所述（8）所記載的帶狀物體的形狀的測定裝置。

[發明的效果]

**【0025】** 根據本發明的帶狀物體的形狀的測定方法、帶狀物體的形狀的控制方法、帶狀物體的製造方法、帶狀物體的品質管理方法、帶狀物體的形狀的測定裝置以及帶狀物體的製造設備，無需使光源或感測器靠近測定對象而能夠容易地穩定運用，亦能夠抑制維護成本。

**【圖式簡單說明】**

**【0026】**

圖 1 是表示本發明的實施方式的帶狀物體的形狀的測定裝置的概略結構的圖。

圖 2 的 (a) ~ 圖 2 的 (c) 是表示鋼板的搬送方向與相機的位置關係的一例的圖，(a) 為傾斜觀察該位置關係的圖，(b) 為自上方觀察該位置關係的圖，(c) 為自 (b) 的方向  $\delta_n$  觀察該位置關係的圖。

圖 3 的 (a) 及圖 3 的 (b) 是鋼板的搬送方向與相機的位置關係的一例，為表示相對於鋼板的搬送方向而垂直地配置相機的光軸的情況的圖。

圖 4 的 (a) 及圖 4 的 (b) 是鋼板的搬送方向與相機的位置關係的一例，為表示相對於鋼板的搬送方向而傾斜地配置相機的光軸的情況的圖。

圖 5 的 (a) 及圖 5 的 (b) 是表示正常時及形狀不良時的鋼板的圖像的一例的圖。

圖 6 是表示利用本發明的實施方式的帶狀物體的形狀的測定裝置的圖像處理裝置的圖像處理步驟的具體的處理的流程的流程图。

圖 7 的 (a) 及圖 7 的 (b) 是用以對本發明的實施方式的帶狀物體的形狀的測定方法的圖像處理步驟中的二值化處理進行說明的圖。

圖 8 的 (a) 及圖 8 的 (b) 是用以對本發明的實施方式的帶狀物體的形狀的測定方法的圖像處理步驟中的輪廓分佈算出處理

進行說明的圖。

圖 9 的 (a) ~ 圖 9 的 (f) 表示鋼板所產生的起伏的攝錄例。

圖 10 的 (a) ~ 圖 10 的 (f) 表示鋼板所產生的固定波的攝錄例。

圖 11 是表示難以判別鋼板的板面與構造物的情況的一例的圖。

圖 12 的 (a) 及圖 12 的 (b) 是表示在本發明的實施方式的帶狀物體的形狀的測定方法中，在難以判別鋼板的板面與構造物的情況下所實施的利用低通濾波器進行的處理的一例的圖。

圖 13 是將本發明的實施方式的帶狀物體的形狀的測定裝置應用於形狀合格與否判定的情況下的應用例。

圖 14 是將本發明的實施方式的帶狀物體的形狀的測定裝置應用於軋製反饋控制的情況下的應用例。

圖 15 是將本發明的實施方式的帶狀物體的形狀的測定裝置應用於使用機械學習的軋製控制的情況下的應用例。

### 【實施方式】

【0027】 參照圖式對本發明的實施方式的帶狀物體的形狀的測定方法、帶狀物體的形狀的控制方法、帶狀物體的製造方法、帶狀物體的品質管理方法、帶狀物體的形狀的測定裝置以及帶狀物體的製造設備進行說明。再者，下述實施方式中的結構要素包括本領域技術人員能夠且容易置換者、或實質上相同者。

### 【0028】 (形狀測定裝置)

參照圖 1～圖 12 的 (b) 對實施方式的帶狀物體的形狀的測定裝置進行說明。形狀測定裝置是用以測定帶狀物體的形狀的裝置。以下，對將形狀測定裝置應用於熱精軋的情況進行說明。而且，以下，對作為測定對象的帶狀物體為鋼板的情況進行說明。而且，以下，對形狀測定裝置所測定的形狀為鋼板的邊緣部的拉伸的情況進行說明。

【0029】 如圖 1 所示，實施方式的形狀測定裝置包括相機 2、及圖像處理裝置 3。首先，對相機 2 的詳細進行說明。

【0030】 如下文所記載，相機 2 是以避免「該相機 2 的光軸」與「作為該帶狀物體（鋼板 S）的基準面的平面（平面  $\alpha$ ）」所形成的角  $\theta$  成為 90 度、且避免「該相機 2 的光軸朝向該平面  $\alpha$  的正投影」與「該帶狀物體（鋼板 S）的搬送方向  $p$ 」所形成的角  $\phi$  成為 0 度的方式配置（參照圖 2 的 (a)～圖 2 的 (c)）。並且，使用以所述方式配置的相機 2，拍攝藉由軋軋 1 軋製的熱精軋出料側的鋼板 S 的熱輻射光的圖像。

【0031】 作為相機 2，若使用面向一般公眾出售的數位相機等，則產生圖像產生模糊、或圖像變粗等問題，而無法清晰地拍攝鋼板 S 的形狀。因此，以下對用以藉由相機 2 高精度地捕捉鋼板 S 的形狀的技術上的注意點 (1)～(4) 進行說明。

【0032】 (1) 拍攝時的光量的確保

第一，確保用以獲得清晰的圖像的光量。在熱精軋出料側，例如亦存在以 20 m/s 以上的速度使鋼板 S 穿過的情況，因此速度非常

高。為了不模糊而清晰地捕捉高速的對象，較佳為縮短曝光時間。例如在 20 m/s 下為 2 mm 左右的解析度，在一個像素、即 2 mm 以內拍攝像素模糊量的情況下，所容許的曝光時間僅為 0.1 ms，與曝光時間成比例的光接收量亦非常小。

【0033】 而且，熱精軋出料側中的鋼板溫度約為 900°C。如所述非專利文獻 2 的圖 5 所示，約 900°C (1200K) 的熱輻射光的峰值波長成為 2.5  $\mu\text{m}$ ，可見區域 (0.4  $\mu\text{m}$  ~ 0.7  $\mu\text{m}$ ) 中感度低。因此，作為相機 2，較佳為使用包括 InGaAs、PbS、PbSe 等拍攝元件者。

【0034】 另一方面，使用 InGaAs、PbS、PbSe 等拍攝元件的相機昂貴，進而根據解像度，價格變得更昂貴，因此若欲以高解析度拍攝，則導入成本變高。因此，作為相機 2，較佳為使用包括廉價的 Si 的拍攝元件且能夠使用近紅外感度區域 0.8  $\mu\text{m}$  ~ 1.0  $\mu\text{m}$  者。藉由使用此種相機 2，能夠廉價地獲得充分的熱輻射光的光量。

【0035】 再者，在將本方法應用於更低溫的對象的情況下，較佳為使用包括在更長波長側具有感度的拍攝元件的相機 2。例如在測定對象為 400°C 左右的情況下，若不考慮導入成本，則可使用包括在 1.2  $\mu\text{m}$  ~ 1.7  $\mu\text{m}$  具有感度的 InGaAs 的拍攝元件的相機 2。而且，在測定對象為 200°C 左右的情況下，可使用包括在 3  $\mu\text{m}$  ~ 5  $\mu\text{m}$  具有感度的 PbS、PbSe 等拍攝元件的相機 2。藉此，能夠確保充分的光量。如上所述，較佳為根據測定對象的搬送速度、解析度、溫度、下文記載的景深等，選定包括在適合的波段具有感度的拍攝元件的相機 2。

**【0036】** (2) 鋼板與相機的位置關係

第二，為了清晰地拍攝鋼板 S 的形狀，而研究測定對象的鋼板 S 與相機 2 的位置關係。此處，著眼於鋼板 S 的邊緣拉伸，考慮捕捉邊緣部的形狀變化作為鋼板 S 的輪廓。圖 2 的 (a) ~ 圖 2 的 (c) 示出鋼板 S 的搬送方向  $p$  與相機 2 的位置關係的一例。在圖 2 的 (a) ~ 圖 2 的 (c) 中，(a) 為傾斜觀察該位置關係的圖，(b) 為自上方觀察該位置關係的圖，(c) 為自 (b) 的方向  $\delta_n$  觀察該位置關係的圖。此處方向  $\delta_n$  為能夠自正側面觀察相機 2 的光軸的方向。藉由定義此種方向  $\delta_n$ ，能夠準確地觀察下文所述的光接收角  $\theta$  的大小。

**【0037】** 在圖 2 的 (a)、(b)、(c) 中，將與鋼板 S 的搬送台平行的平面設為  $\alpha$ ，將包括鋼板 S 的搬送方向  $p$  與該搬送台的法線  $n$  的平面設為  $\beta$ 。進而，將相機 2 的光軸與平面  $\alpha$  所形成的角設為  $\theta$  (光接收角  $\theta$ )，將該相機 2 的光軸朝向平面  $\alpha$  的正投影與搬送方向  $p$  所形成的角設為  $\phi$ 。再者，平面  $\alpha$  包括以大致平坦的形狀穩定地搬送該帶狀物體 (鋼板 S) 的狀態下的該帶狀物體 (鋼板 S) 的表面。因此，平面  $\alpha$  亦稱為該帶狀物體 (鋼板 S) 的表面的基準面。

**【0038】** 而且，搬送台的法線  $n$  的方向與以大致平坦的形狀穩定地搬送所搬送的鋼板 S 的狀態的鋼板 S 的表面的法線方向相同。因此，平面  $\alpha$  包括該帶狀物體 (鋼板 S) 的搬送方向  $p$ ，並且相對於該帶狀物體 (鋼板 S) 的表面的法線方向為直角。而且，平面  $\beta$  亦為包括該帶狀物體 (鋼板 S) 的搬送方向  $p$  及該帶狀物體 (鋼板

S) 的表面的法線方向的平面。而且，在圖 2 的 (a) ~ 圖 2 的 (c) 中，將平面  $\alpha$  與光軸的交點設為點 0。而且，將與鋼板的搬送方向垂直的平面設為平面  $\gamma$ 。即，上文所述的角  $\phi$  越接近 90 度，平面  $\gamma$  與光軸越接近平行。

【0039】 在圖 2 的 (a) ~ 圖 2 的 (c) 中，在將作為測定對象的鋼板 S 的位置處的相機 2 的解析度設為「 $r$ (mm/像素)」的情況下，波高度方向的解析度  $r_n$ (mm/像素)及波間距方向的解析度  $r_p$ (mm/像素)可如下述式 (1) 及下述式 (2) 般表示。再者，解析度的數值越小，表示解析度越高。

$$\text{【0040】 } r_n = r / \cos\theta \dots (1)$$

$$r_p = r / \sin\phi \dots (2)$$

【0041】 在光接收角  $\theta$  接近 90 度的情況下，即若在相機 2 的光軸相對於與鋼板 S 的搬送台平行的平面  $\alpha$  而接近垂直的狀態下進行拍攝，則波高度方向的解析度  $r_n$  降低，變得難以捕捉邊緣部的輪廓的變化。因此，光接收角  $\theta$  越接近 0 度越佳。同樣地，在角  $\phi$  接近 0 度的情況下，即若在相機 2 的光軸相對於鋼板 S 的搬送方向  $p$  而接近平行的狀態下進行拍攝，則波間距方向的解析度  $r_p$  降低。因此，角  $\phi$  越接近 90 度越佳。尤其是欲測定的波高度相較於波間距而非常小，因此為了高精度地捕捉波高度，更佳為儘可能減小光接收角  $\theta$ ，而以低角拍攝鋼板 S。

【0042】 進而，如圖 2 的 (a) ~ 圖 2 的 (c) 所示，藉由相對於光接收角  $\theta$  在低角下觀察拍攝鋼板 S，圖像內的鋼板 S 的兩端的距

離變小，而能夠在更小的視野內獲取兩邊緣部的圖像。而且，若成為對象的視野變小，則圖像尺寸亦變小，因此測定對象的鋼板 S 的搬送速度大，在需要高速拍攝或圖像處理時有優勢。

【0043】 而且，在熱軋鋼板中，由於波間距充分大於波高度，故而亦可使波間距方向的解析度  $r_p$  小於波高度方向的解析度  $r_n$ 。因此，較佳為例如如圖 3 的 (a) 及圖 3 的 (b) 所示，將角  $\phi$  設為 90 度，即相對於鋼板 S 的搬送方向而垂直地配置相機 2，並自橫方向進行觀察。但，若角  $\phi$  極端地小，則例如亦可如圖 4 的 (a) 及圖 4 的 (b) 所示，相對於鋼板 S 的搬送方向而傾斜地設置相機 2。

#### 【0044】 (3) 鋼板與相機的距離

第三，增大測定對象的鋼板 S 與相機 2 的距離。其原因在於：藉由使相機 2 儘可能地遠離製造線，而能夠設置於良好的環境，並且能夠減小鋼板 S 的板寬度方向、即兩邊緣部中的光接收角  $\theta$  或角  $\phi$  等光學條件的差異。於在鋼板 S 的板寬度方向上光學條件存在差異的情況下，出現觀察方法的不同。因此，在以目視進行判斷的情況下，有看錯形狀不良的程度之虞，在藉由圖像處理將形狀不良的程度量化的情況下要求更大的修正。為了增大距離，較佳為在拍攝時使用望遠透鏡。藉由使用望遠透鏡，能夠減小光學條件的差異。

#### 【0045】 (4) 合適的光圈值的設定

第四，為了確保景深，而合適地確定相機 2 的光圈值。例如

假定欲在鋼板 S 的近側（下側）及裏側（上側）的兩邊緣部對板整個面進行拍攝的情況。在該情況下，若將鋼板 S 的板寬設為  $d$ （mm），則相機 2 至近側的邊緣部的距離與相機 2 至裏側的邊緣部的距離的差  $\Delta L$ （mm）可由下述式（3）表示。

$$\text{【0046】 } \Delta L = d \cos \theta / \sin \phi \dots (3)$$

【0047】 為了獲取聚焦於鋼板 S 的兩邊緣部的圖像，需要至少景深（聚焦的範圍）為  $\Delta L d$ （mm）以上。越增大光圈值，景深越大，因此較佳為將光圈設定為  $\Delta L d$ （mm）以上，但若增大光圈值，則光量不足，因此有產生模糊之虞。因此，較佳為根據測定對象的鋼板 S 的搬送速度或所需的解析度，決定如能夠兼顧模糊與景深的光圈值及焦點距離。繼而，對圖像處理裝置 3 進行說明。

【0048】 圖像處理裝置 3 例如可藉由工作站或個人電腦等通用電腦等實現。該圖像處理裝置 3 可設置於相機 2 的附近，若不需要高速性，則亦可設置於雲端上。

【0049】 圖像處理裝置 3 如下文所記載，根據藉由相機 2 拍攝所獲得的圖像算出鋼板 S 的輪廓分佈，藉此算出鋼板 S 的邊緣部的形狀的指標。而且，圖像處理裝置 3 如下文所記載，自圖像選取鋼板 S 的區域（圖 6 的步驟 S1），在所選取的區域中，算出邊緣部的位置，藉此算出鋼板 S 的帶狀物體的輪廓分佈（圖 6 的步驟 S4）。而且，圖像處理裝置 3 如下文所記載，根據鋼板 S 的輪廓分佈，適當選擇該鋼板 S 的邊緣部的陡峭度、波高度、波間距、拉伸量、拉伸率的任意一者以上，作為所述指標而算出。以下，對

使用圖像處理裝置 3 根據自相機 2 獲得的圖像算出鋼板 S 的邊緣部的形狀的指標的處理進行說明。

【0050】 圖 5 的 (a) 表示正常時的鋼板 S 的圖像，圖 5 的 (b) 表示發生板拉伸引起的形狀不良時的鋼板 S 的圖像。如圖 5 的 (a) 及圖 5 的 (b) 所示，能夠藉由目視判斷板拉伸（其中為帶狀物體的邊緣部的拉伸）的狀況。圖像處理裝置 3 根據所獲取的鋼板 S 的圖像，藉由例如圖 6 所示的順序，算出該鋼板 S 的邊緣部的指標。再者，以下，為了方便說明，關於圖像的縱軸及橫軸，將平行且靠近鋼板 S 的搬送方向的軸設為橫軸。

【0051】 首先，如圖 7 的 (a) 及圖 7 的 (b) 所示，藉由二值化處理，僅選取鋼板 S 的板區域（圖 6 的步驟 S1）。圖 7 的 (a) 為二值化處理前的圖像，圖 7 的 (b) 為二值化處理後的圖像。

【0052】 此時，因板面上的水附著或冷卻水的飛沫等，導致存在產生板面上的亮度局部降低、或飛散至板上部的空間的飛沫使來自鋼板 S 的熱輻射光散射而閃耀等干擾的情況。該些干擾相對於欲算出的形狀的間距而言為高頻帶且微小的情況多，因此對於藉由二值化處理步驟所選取的板區域，較理想為進行膨脹/收縮處理或利用中值濾波器等進行的連結/孤立點去除（圖 6 的步驟 S2）。

【0053】 而且，在連結/孤立點去除後，存在產生多個成為板區域的候選的區塊（blob）（在二值化時將周圍的像素連結進行識別的塊）的情況。在該情況下，可藉由選取區塊（圖 6 的步驟 S3）、或基於鋼板 S 的大小或朝向等判定是否為板區域而確定板區域。

【0054】 繼而，根據以所述方式獲得的鋼板 S 的板區域算出兩邊緣部的輪廓分佈（圖 6 的步驟 S4）。作為邊緣部的輪廓分佈的算出方法，考慮各種方法，作為一例，在圖 8 的（a）及圖 8 的（b）示出藉由搜索而選取邊緣部的輪廓的方法。圖 8 的（a）是表示搜索邊緣部的輪廓的情況的圖，圖 8 的（b）是表示所選取的邊緣部的輪廓的圖。

【0055】 如圖 8 的（a）所示，可自圖像中的板區域外朝向板區域進行搜索，記錄臨近板區域的座標，亦可相反地自板區域內向板區域外進行搜索。在本實施方式中，在圖像上的橫軸各點處，沿著縱方向搜索輪廓，藉此以一維向量的形式算出上側邊緣部及下側邊緣部的輪廓分佈。

【0056】 此處，由於藉由拍攝步驟所獲得的圖像是相對於鋼板 S 的搬送方向而傾斜地拍攝，故而波高度方向與波間距方向上解析度不同。因此，對於所獲得的圖像上的輪廓分佈，在波高度方向與波間距方向上分開進行解析度的修正（圖 6 的步驟 S5）。

【0057】 在步驟 S5 中，具體而言，首先，以鋼板 S 的長度方向與橫軸一致的方式，藉由旋轉處理修正相機 2 光軸的斜率。波高度方向、即縱軸的解析度為「 $r_n$ （mm/像素）」，波間距方向、即橫軸的解析度為「 $r_p$ （mm/像素）」，因此可轉換為鋼板 S 的輪廓分佈。

【0058】 進而，由於近側的邊緣部與裏側的邊緣部處距相機 2 的距離不同，故而實際上解析度會發生變化。因此，在近側的邊緣部的位置及裏側的邊緣部的位置處，可根據距相機 2 的距離，分

開算出解析度並進行修正。即，可根據相機 2 與鋼板 S 的位置關係，算出波高度方向及波間距方向的解析度，並換算為實際的尺寸。

【0059】 而且，對於所獲得的邊緣部的輪廓分佈，可不進行如上所述的處理，而使用相機 2 的姿態參數進行座標轉換，求出朝向平面  $\beta$ （參照圖 2 的 (a) ~ 圖 2 的 (c)）的正投影，藉此算出鋼板 S 的輪廓分佈。藉此，可在相機 2 的全部視野內進行嚴格的幾何修正。

【0060】 而且，鋼板 S 的板拉伸的波間距或週期已大致決定，因此可藉由進行去除該些以外的頻率成分的低通濾波或帶通濾波，而自邊緣部的輪廓分佈去除無助於形狀的雜訊。

【0061】 繼而，根據以所述方式獲得的鋼板 S 的邊緣部的輪廓分佈，算出該邊緣部的形狀的指標（圖 6 的步驟 S6）。邊緣部的形狀的指標多數情況下以作為波高度與波間距的比的被稱為陡峭度的參數進行討論，但可自波高度、波間距、拉伸量、拉伸率等適當選擇一個以上作為指標。作為鋼板 S 的邊緣部的形狀的指標的算出方法，可列舉各種方法，作為代表性的方法，例如可列舉以下 (i) ~ (iii)。

【0062】 (i) 算出極大點及極小點，將圖像的縱方向的距離設為波高度，將橫方向的距離設為波間距。陡峭度是作為波高度與波間距的比而算出。

(ii) 擬合  $\sin$  曲線，根據振幅及週期算出波高度及波間距。

陡峭度是作為波高度與波間距的比而算出。

(iii) 根據輪廓長度算出板拉伸的拉伸量、拉伸率，藉由所述非專利文獻 2 的方法直接算出陡峭度。

**【0063】** 藉由使用以所述方式獲得的鋼板 S 的邊緣部的形狀的指標，可實施軋製時的參數控制或反饋控制、進而鋼捲的板形狀的合格與否判定。再者，可不僅根據鋼板 S 的輪廓分佈算出形狀的指標，而且例如根據圖像上的輪廓分佈算出波高度、波週期、陡峭度、拉伸量、拉伸率等，然後使用波高度方向的解析度  $r_n$  (mm/像素) 或波間距方向的解析度  $r_p$  (mm/像素) 進行修正。

**【0064】** 進而，作為鋼板 S 的搬送時的動作，即便未發生板拉伸（其中為帶狀物體的邊緣部的拉伸），亦存在檢測到其他曲線的情況。例如，有鋼板 S 瞬間隆起成為大的波的現象（稱為起伏（waving））、或在視野內波的形態不變的狀態下持續搬送鋼板 S 的現象（稱為固定波）等。該些現象不同於板拉伸，因此較佳為自檢測結果中排除。因此，以下，對板拉伸與起伏及固定波的區別方法進行說明。

**【0065】** 起伏是在搬送過程中鋼板 S 的搬送速度加速時所產生的現象，在某一板狀的點的上游側與下游側，在下游側的速度大於上游側時，無處可去的板跳至上部而成為大的波。該現象由於板邊緣部的形狀平坦，即便不發生板拉伸亦會發生，故而需要與板拉伸引起的形狀加以區別。

**【0066】** 作為起伏的特徵，可列舉波間距非常大、波高度突然變

得非常大、相較於前後的波而波間距或波高度急遽變大等。因此，只要為能夠直接算出波間距或波高度的方法，則在該些急遽變大的情況下，可判定為起伏而非板拉伸。並且，進行將判定為起伏的期間的資料遮蔽、或以前後的資料進行彌補等處理。藉此，可自板拉伸的檢測結果中排除起伏，而能夠降低該起伏對測量結果的影響。

【0067】 而且，關於根據鋼板 S 的輪廓算出板拉伸量等不直接算出波高度或波間距的指標，亦可使用起伏的特徵加以區別。例如，即便不使用圖像內的視野整體，亦可如例如图 9 的 (a) ~ 圖 9 的 (f) 所示，對視野內的鋼板 S 的長度方向一個點的輪廓位置進行監控，在該輪廓位置的變動極端地大時判定為起伏。

【0068】 參照圖 9 的 (a) ~ 圖 9 的 (f) 對利用輪廓位置的變動的起伏的判定方法進行說明。圖 9 的 (a) ~ (e) 表示鋼板 S 的起伏的攝錄例。而且，在圖 9 中以時間順序依序排列 (a)、(b)、(c)、(d)、(e)。具體而言，起伏的判定可按照如以下 (1) ~ (3) 的順序進行。

【0069】 (1) 決定一處圖像寬度方向的位置  $X_t$ 。

(2) 對於 (1) 中所決定的圖像寬度方向位置  $X_t$ ，算出各圖像的下側輪廓位置  $Y_t$ 。該下側輪廓位置  $Y_t$  為圖像橫方向中央處的下側的輪廓位置。

(3) 對所算出的下側輪廓位置  $Y_t$  的變動進行監控，檢測大幅變動之處。

【0070】 圖 9 的下部的圖 (f) 表示以時間序列順序繪製下側輪廓位置  $Y_t$  的示意圖。使用此種示意圖，可判定起伏的有無。而且，作為起伏的判定方法，可關於下側輪廓位置  $Y_t$  的變化，對一定區間內的極大值及極小值的個數進行監控，在該些的個數突然減少的情況下判定為有起伏。

【0071】 再者，在圖 9 的 (a) ~ 圖 9 的 (f) 的示例中，使用下側輪廓位置  $Y_t$  判定起伏的有無，但亦可使用上側輪廓位置判定起伏的有無。而且，起伏亦存在相對於鋼板 S 的兩邊緣而獨立產生的可能性。因此，較佳為分別監控上側輪廓位置及下側輪廓位置，而判定起伏的有無。

【0072】 繼而，對固定波的判定方法進行說明。固定波是在波的形態不變的狀態下持續搬送鋼板 S 的現象。在相機 2 的視野內，觀察到鋼板 S 的輪廓的位置及形狀在一定時間內不變。此情況與起伏相同，為如下現象：搬送線前方的板速穩定地降低，多餘的鋼板 S 向上側彎曲，導致輪廓始終為曲線。固定波與起伏同樣，即便不發生板拉伸亦會發生，因此需要與板拉伸引起的形狀加以區別。

【0073】 固定波如文字所述，伴隨著時間產生穩定的輪廓（輪廓不變），因此將一定時間前後的輪廓形狀加以比較，算出其變化量，藉此可檢測固定波。例如，在輪廓分佈間取絕對值的差量，在其和或平方和小於臨限值的情況下判定為固定波。然後，進行將判定為固定波的期間的資料遮蔽、或以前後的資料進行彌補等處理。

藉此，可自板拉伸的檢測結果中排除固定波，而能夠降低該固定波對測量結果的影響。

【0074】 而且，與起伏同樣地，即便不使用圖像內的視野整體，亦可如例如圖 10 的 (a) ~ 圖 10 的 (f) 所示，對視野內的鋼板 S 的長度方向一個點的輪廓位置進行監控，在該輪廓位置的變動不極端地變化時判定為固定波。

【0075】 參照圖 10 的 (a) ~ 圖 10 的 (f) 對利用輪廓位置的變動的固定波的判定方法進行說明。圖 10 的 (a) ~ (e) 表示鋼板 S 的固定波的攝錄例。而且，在圖 10 中以時間順序依序排列 (a)、(b)、(c)、(d)、(e)。具體而言，固定波的判定可按照如以下 (1) ~ (3) 的順序進行。

【0076】 (1) 決定一處圖像寬度方向的位置  $X_{2t}$ 。

(2) 對於 (1) 中所決定的圖像寬度方向位置  $X_{2t}$ ，算出各圖像的上側輪廓位置  $Y_{2t}$ 。該上側輪廓位置  $Y_{2t}$  為圖像橫方向中央處的上側的輪廓位置。

(3) 對所算出的上側輪廓位置  $Y_{2t}$  的變動進行監控，檢測大致不變動之處。

【0077】 圖 10 的下部的圖 (f) 表示以時間序列順序繪製上側輪廓位置  $Y_{2t}$  的示意圖。使用此種示意圖，可判定固定波的有無。而且，作為固定波的判定方法，可關於上側輪廓位置  $Y_{2t}$  的變化，對一定區間內的標準偏差進行監控，判定標準偏差小於臨限值之處為固定波。進而，亦可對一定區間內的最大值與最小值的差進

行監控，判定小於臨限值之處為固定波。

【0078】 再者，在圖 10 的 (a) ~ 圖 10 的 (f) 的示例中，使用上側輪廓位置  $Y_{2t}$  判定固定波的有無，但亦可使用下側輪廓位置判定固定波的有無。而且，固定波存在相對於兩邊緣而獨立產生的可能性。因此，較佳為分別監控上側輪廓位置及下側輪廓位置，而判定固定波的有無。

【0079】 另一方面，在鋼板 S 的形狀未產生波的平坦的狀態時，一定時間前後的輪廓形狀亦不變。此時並非固定波，鋼板 S 的形狀及穿過的狀態均良好。固定波是板堵塞引起的穿過不良的一種，在程度嚴重時會與設備接觸而成為故障的因素，因此較佳為能夠自動檢測。

【0080】 因此，藉由在使用輪廓形狀的變化量的評價中附加板拉伸的發生的有無的資訊，亦能夠判定是否產生了固定波。例如，可使用如下方法等：即便輪廓形狀的變化量大，在板拉伸的指標為臨限值以下時亦不判定為固定波，僅在為臨限值以上時判定為固定波。除此以外，亦可藉由設計評價函數而藉由臨限值進行判定的方法進行判定，或藉由目視判定是否為固定波並設為正解資料，製作使用機械學習而判定是否為固定波的判定機進行判定。

【0081】 再者，在所述步驟 S1 的二值化處理時，熱輻射光的明度依測定對象的溫度而異。因此，若以固定值實施二值化處理，則存在如下課題：在鋼板 S 明亮時會將背景的一部分作為板區域而檢測出，相反地，在鋼板 S 昏暗時無法檢測出背景。

【0082】 針對此種課題，較理想為實施亮度修正。作為亮度修正的方法，可列舉如下方法：以例如圖像整體的亮度的最大值、平均值、中央值、百分點等代表值成為目標值的方式，將圖像整體的亮度乘以固定值。而且，亦可在相乘之前進行暗電流修正。

【0083】 而且，例如如圖 11 所示，存在如下情況：將自鋼板 S 發出的熱輻射光照射至搬送輥或搬送台等構造物，在圖像內明亮地拍攝構造物，由此導致難以與板面加以區別。在該情況下，在圖像上，板面因直接受到熱輻射光照射而明亮，但構造物由於為自板面發出的熱輻射光的反射，故而多數情況下較板面更暗。

【0084】 因此，雖然可以固定值決定如能夠實施所述亮度修正而區分構造物與板的二值化臨限值，但可藉由根據圖像整體的直方圖的形狀自動檢測出成為穀的部分，而更穩定地檢測。在檢測成為穀的部分時，例如如圖 12 的 (a) 及圖 12 的 (b) 所示，藉由對亮度直方圖本身進行低通濾波，而能夠藉由微分處理或搜索處理等穩定地算出極小值。圖 12 的 (a) 是亮度直方圖的示例，為橫軸取亮度、縱軸取像素數 N 的曲線圖。圖 12 的 (b) 是對該亮度直方圖的亮度方向進行低通濾波的示例。再者，直方圖中成為穀的部分有板面部及構造物的邊界、與構造物及背景的邊界的兩處，因此較佳為選定兩個穀大者。圖 12 的 (b) 內以虛線分隔之處相當於二值化臨限值。

【0085】 而且，在本實施方式中，對藉由圖像處理裝置 3 對相機 2 的圖像進行處理而算出鋼板 S 的邊緣部的形狀的指標的情況的

示例進行了說明，但亦可簡單地將所獲得的相機圖像直接向作本領域技術人員提示而反饋至軋製控制。

【0086】 而且，可使用利用機械學習的判別機，根據圖像推定鋼板 S 的邊緣部的形狀的指標。具體而言，首先，對於所獲得的鋼板 S 的圖像，以藉由目視或其他任一方法所測定的邊緣部的形狀的指標作為正解進行關聯，而製作學習資料。並且，使用所製作的學習資料及機械學習方法，生成輸入圖像並輸出邊緣部的形狀的指標的判別機，使用該判別機，算出成為對象的鋼板 S 的邊緣部的形狀的指標。而且，向機械學習及判別機輸入的資料除了圖像以外，亦可為根據圖像所算出的特徵量。而且，機械學習的方法並無限制，若不需要即時性，則亦可使用卷積神經網路。

【0087】 （在形狀合格與否判定方面的應用例）

參照圖 13 對將實施方式的帶狀物體的形狀的測定裝置應用於形狀合格與否判定的示例進行說明。圖 13 的合格與否判定系統包括相機 2、圖像處理裝置 3、及合格與否判定裝置 6。

【0088】 首先，圖像處理裝置 3 根據藉由相機 2 所拍攝的圖像算出鋼板 S 的邊緣部的形狀的指標（形狀資料），並發送至合格與否判定裝置 6。在合格與否判定裝置 6 中，基於自上位系統獲取的鋼板資訊（例如板厚、板寬、鋼種、溫度等）、鋼板 S 的邊緣部的形狀的指標，判定形狀的合格與否。將合格與否判定結果發送至上位系統。在上位系統中，基於合格與否判定結果，實施矯正必要性的有無、形狀不良部切掉、後續步驟中能否軋製等判斷。如上

所述，將鋼板 S 的邊緣部的形狀的指標活用於後續步驟的動作中，藉此可有助於故障抑止或製品品質提高。

**【0089】**（在軋製反饋控制方面的應用例）

參照圖 14 對將實施方式的帶狀物體的形狀的測定裝置應用於軋製反饋控制的示例進行說明。圖 14 的軋製控制系統包括相機 2、圖像處理裝置 3、及軋製控制裝置 7。

**【0090】** 首先，圖像處理裝置 3 根據藉由相機 2 所拍攝的圖像算出鋼板 S 的邊緣部的形狀的指標，並發送至軋製控制裝置 7。在軋製控制裝置 7 中，基於自上位系統獲取的鋼板資訊（例如板厚、板寬、鋼種、溫度等）、穿過位置等其他測量資料、鋼板 S 的邊緣部的形狀的指標，使用邊緣部的形狀的指標算出控制參數。而且，軋製控制裝置 7 藉由將控制訊號發送至軋軋 1，而實施調平等反饋控制。藉由進行此種反饋控制，可使製品的形狀變得穩定，從而減少形狀不良本身。

**【0091】**（在使用機械學習的軋製控制方面的應用例）

參照圖 15 對將實施方式的帶狀物體的形狀的測定裝置應用於使用機械學習的軋製控制的示例進行說明。圖 15 的軋製控制系統包括相機 2、圖像處理裝置 3、軋製控制裝置 7、資料伺服器 8、機械學習裝置 9、及控制參數推定裝置 10。

**【0092】** 首先，圖像處理裝置 3 根據藉由相機 2 所拍攝的圖像算出鋼板 S 的邊緣部的形狀的指標，並發送至資料伺服器 8。在資料伺服器 8 中以與自上位系統獲取的鋼板資訊（例如板厚、板寬、

鋼種、溫度等) 或軋製時的控制參數建立了關聯的狀態累積邊緣部的形狀的指標。

【0093】 將該些累積的資料發送至機械學習裝置 9。在機械學習裝置 9 中，藉由機械學習構建推定抑制形狀不良進行軋製的控制參數的模型。將推定模型發送至控制參數推定裝置 10，基於自上位系統獲取的鋼板資訊，推定控制參數。將控制參數發送至軋製控制裝置 7。軋製控制裝置 7 藉由將控制訊號發送至輓軋輓 1，而實施調平等預設控制。藉由進行此種預設控制，可使製品的形狀變得穩定，從而減少形狀不良本身。

【0094】 再者，在本應用例中，對預設控制中的控制參數進行了說明，在算出反饋控制的控制參數的情況下亦可同樣地應用機械學習。而且，藉由將預設控制與反饋控制加以組合，亦能夠進一步提高製品的形狀品質。

【0095】 而且，除了所述應用例以外，亦可將實施方式的帶狀物體的形狀的測定裝置設置為帶狀物體的製造設備的一部分。

【0096】 而且，亦可將實施方式的帶狀物體的形狀的測定方法應用於帶狀物體的形狀的控制方法。在該情況下，藉由所述帶狀物體的形狀的測定方法測定帶狀物體的形狀，基於其測定結果，以該帶狀物體的形狀成為所需的形狀的方式進行控制。

【0097】 而且，亦可將實施方式的帶狀物體的形狀的測定方法應用於帶狀物體的製造方法。在該情況下，藉由所述帶狀物體的形狀的測定方法測定帶狀物體的形狀，基於其測定結果，製造該帶

狀物體。

【0098】 而且，亦可將實施方式的帶狀物體的形狀的測定方法應用於帶狀物體的品質管理方法。在該情況下，藉由所述帶狀物體的形狀的測定方法測定帶狀物體的形狀，基於其測定結果，對該帶狀物體的品質進行管理。

【0099】 藉由以上所說明的實施方式的帶狀物體的形狀的測定方法、帶狀物體的形狀的控制方法、帶狀物體的製造方法、帶狀物體的品質管理方法、帶狀物體的形狀的測定裝置以及帶狀物體的製造設備發揮出如以下的效果。

【0100】 首先，藉由被動拍攝測定對象的鋼板 S 的熱輻射光，無需在穿過中的鋼板 S 的周邊設置光源或感測器，而能夠自分離的良好設置環境進行拍攝，能夠清晰地捕捉到鋼板 S 的邊緣部的形狀。

【0101】 而且，作為相機 2 的拍攝元件，而選定適於對象的溫度的拍攝元件，藉此可高效率地接收熱輻射光。例如對於 900°C 左右的測定對象，使用 Si 的拍攝元件的近紅外成分，藉此可提高感度，對於高速搬送的鋼板 S，亦可藉由縮短曝光時間，而獲取無模糊的清晰的圖像。

【0102】 而且，以避免作為該帶狀物體（鋼板 S）的表面的基準面的平面  $\alpha$  與相機 2 的光軸所形成的角  $\theta$  成為 90 度的方式，且以避免該相機 2 的光軸朝向該平面  $\alpha$  的正投影與該帶狀物體（鋼板 S）的搬送方向  $p$  所形成的角  $\phi$  成為 0 度的方式進行拍攝，藉此能夠

清晰地捕捉到鋼板 S 的兩邊緣部的輪廓，而定量算出邊緣部的形狀的指標，因此能夠清晰地捕捉到板拉伸。進而，對於該帶狀物體(鋼板 S)，若自寬度方向(即角  $\phi$  接近 90 度的方向)進行拍攝，則可獲得更高的效果。或藉由以低角(即角  $\theta$  接近 0 度的方向)進行拍攝，可獲得更高的效果。當然，若設為自角  $\phi$  接近 90 度的方向進行拍攝，且設為角  $\theta$  接近 0 度的方向，則可獲得更高的效果。

【0103】 而且，在本發明中，以熱軋步驟的精軋出料側的鋼板 S 為對象進行了說明，當然亦能夠應用於厚鋼板、鋼坯等其他高溫的板狀鋼材。而且，本發明只要可獲得測定對象的熱輻射光，則不僅可應用於鋼加工的帶狀物體，而且當然亦可應用於材料不同的各種帶狀的物體。而且，本發明在將帶狀物體的邊緣部的拉伸設為形狀測定的對象的情況下，可獲得更大的效果而較佳。

【0104】 以上，已藉由用以實施發明的形態及實施例對本發明的帶狀物體的形狀的測定方法、帶狀物體的形狀的控制方法、帶狀物體的製造方法、帶狀物體的品質管理方法、帶狀物體的形狀的測定裝置以及帶狀物體的製造設備進行了具體說明，但本發明的主旨並不限定於該些記載，必須基於專利申請的範圍的記載而廣義地解釋。而且，當然，基於該些記載進行各種變更、改變等而成者亦包括於本發明的主旨中。

#### 【符號說明】

#### 【0105】

1:輓軋輓

2:相機

3:圖像處理裝置

6:合格與否判定裝置

7:軋製控制裝置

8:資料伺服器

9:機械學習裝置

10:控制參數推定裝置

n:搬送台的法線

p:搬送方向

S:鋼板

S1~S6:步驟

Xt、X2t:圖像寬度方向的位置

Yt: 下側輪廓位置

Y2t:上側輪廓位置

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ :平面

$\delta n$ :方向

$\theta$ :光接收角

$\phi$ :相機的光軸朝向平面  $\alpha$  的正投影與搬送方向 p 所形成的角

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種帶狀物體的形狀的測定方法，其是測定帶狀物體的形狀者，其包括：

拍攝步驟，以避免作為所述帶狀物體的表面的基準面的平面  $\alpha$  與相機的光軸所形成的角  $\theta$  成為 90 度的方式，

且以避免所述相機的光軸朝向所述平面  $\alpha$  的正投影與所述帶狀物體的搬送方向  $p$  所形成的角  $\phi$  成為 0 度的方式，

拍攝所述帶狀物體的熱輻射光的圖像；及

圖像處理步驟，根據所獲得的圖像算出所述帶狀物體的輪廓分佈，藉此算出所述帶狀物體的邊緣部的形狀的指標。

【請求項2】 如請求項 1 所述的帶狀物體的形狀的測定方法，其中所述圖像處理步驟為

自所獲得的圖像中選取所述帶狀物體的區域，

在所選取的區域中，算出所述邊緣部的位置，藉此算出所述帶狀物體的輪廓分佈。

【請求項3】 如請求項 1 或請求項 2 所述的帶狀物體的形狀的測定方法，其中所述圖像處理步驟根據所獲得的所述帶狀物體的輪廓分佈，算出所述帶狀物體的邊緣部的陡峭度、波高度、波間距、拉伸量、拉伸率的任意一者以上作為所述指標。

【請求項4】 如請求項 1 或請求項 2 所述的帶狀物體的形狀的測定方法，其中所述圖像處理步驟根據所述相機與所述帶狀物體的位置關係，算出波高度方向及波間距方向的解析度，並換算為實際

的尺寸。

【請求項5】 如請求項 3 所述的帶狀物體的形狀的測定方法，其中所述圖像處理步驟根據所述相機與所述帶狀物體的位置關係，算出波高度方向及波間距方向的解析度，並換算為實際的尺寸。

【請求項6】 一種帶狀物體的形狀的控制方法，其藉由如請求項 1 至請求項 5 中任一項所述的帶狀物體的形狀的測定方法測定所述帶狀物體的形狀，並基於其測定結果，以所述帶狀物體的形狀成為所需的形狀的方式進行控制。

【請求項7】 一種帶狀物體的製造方法，其藉由如請求項 1 至請求項 5 中任一項所述的帶狀物體的形狀的測定方法測定所述帶狀物體的形狀，並基於其測定結果製造所述帶狀物體。

【請求項8】 一種帶狀物體的品質管理方法，其藉由如請求項 1 至請求項 5 中任一項所述的帶狀物體的形狀的測定方法測定所述帶狀物體的形狀，並基於其測定結果管理所述帶狀物體的品質。

【請求項9】 一種帶狀物體的形狀的測定裝置，其是測定帶狀物體的形狀者，其包括：

拍攝部件，以避免作為所述帶狀物體的表面的基準面的平面  $\alpha$  與相機的光軸所形成的角  $\theta$  成為 90 度的方式，

且以避免所述相機的光軸朝向所述平面  $\alpha$  的正投影與所述帶狀物體的搬送方向  $p$  所形成的角  $\phi$  成為 0 度的方式，

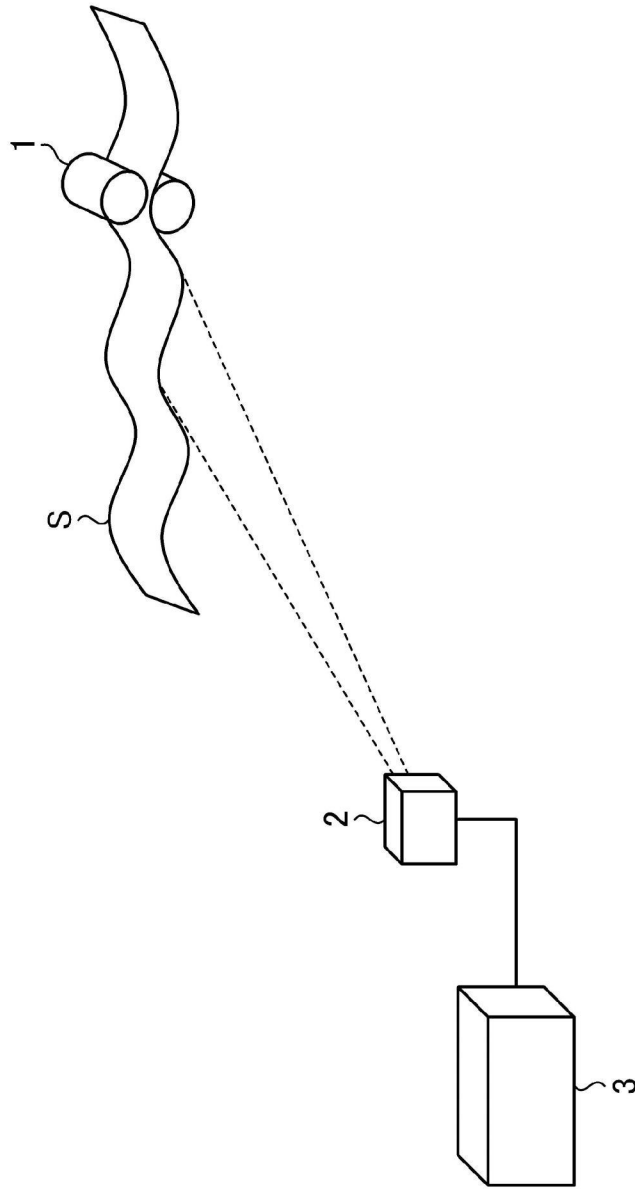
拍攝所述帶狀物體的熱輻射光的圖像；及

圖像處理部件，根據所獲得的圖像算出所述帶狀物體的輪廓

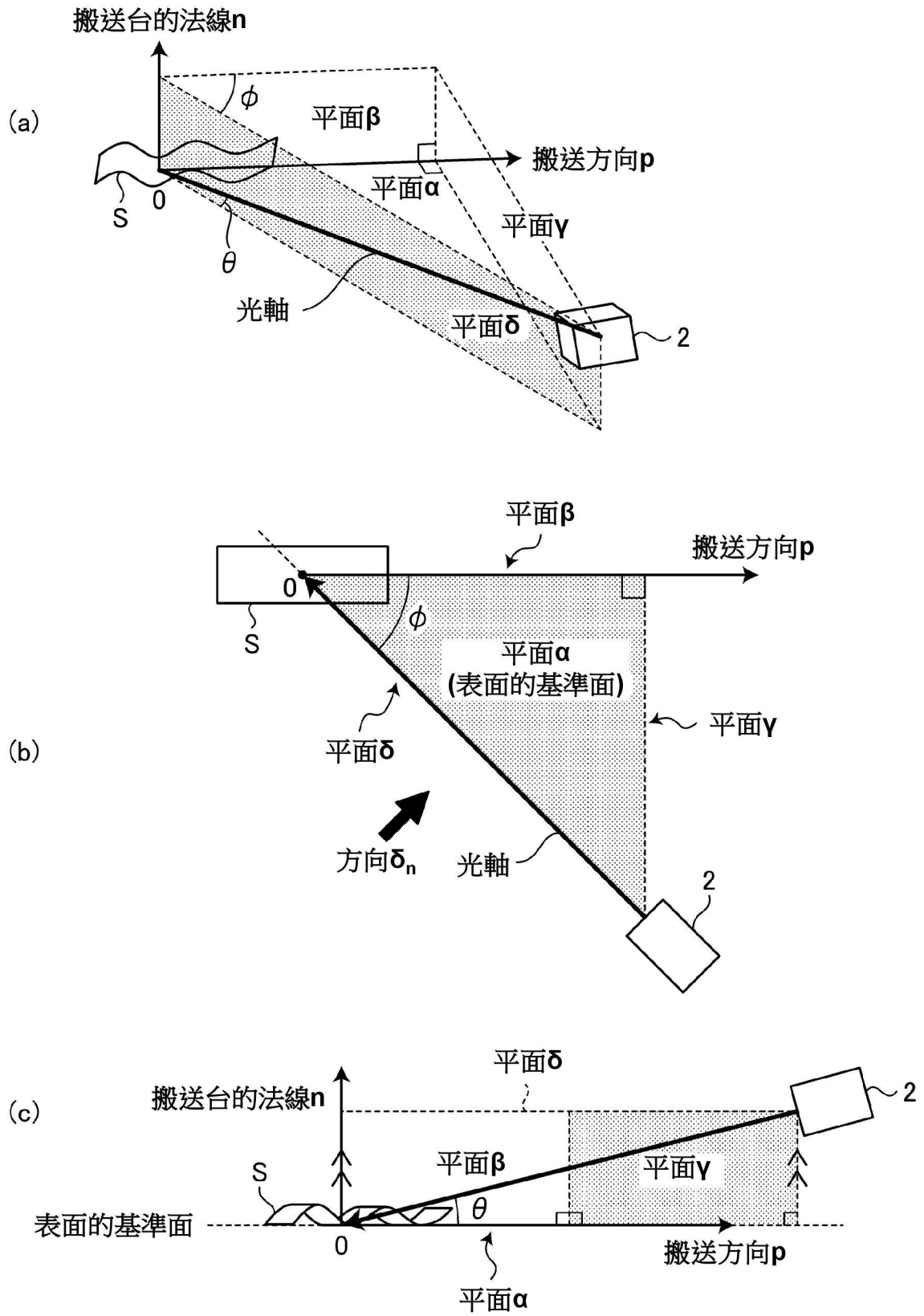
分佈，藉此算出所述帶狀物體的邊緣部的形狀的指標。

**【請求項10】** 一種帶狀物體的製造設備，其包括如請求項 9 所述的帶狀物體的形狀的測定裝置。

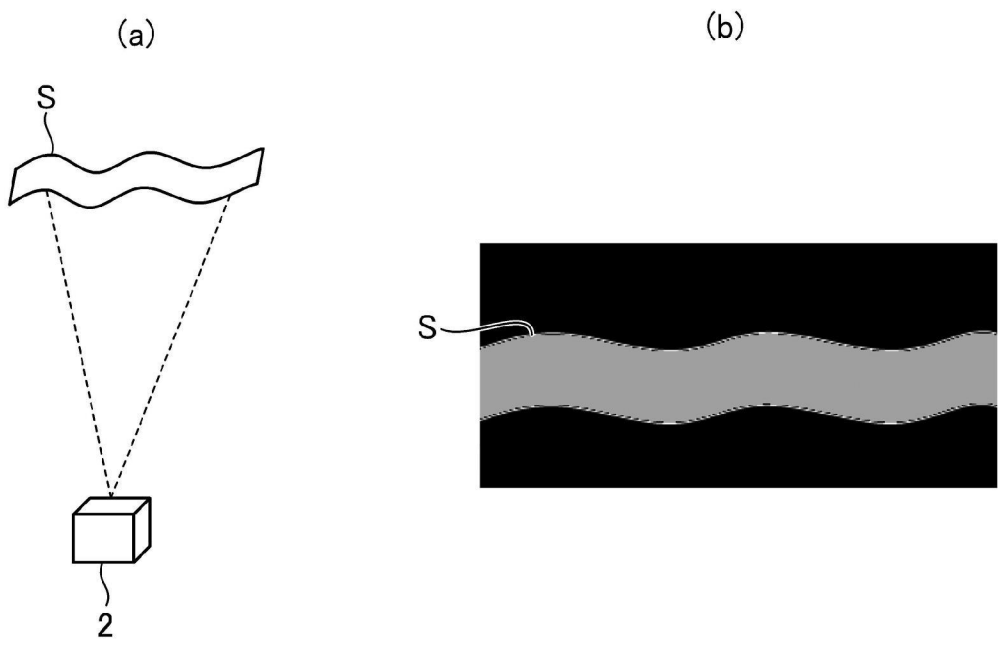
【發明圖式】



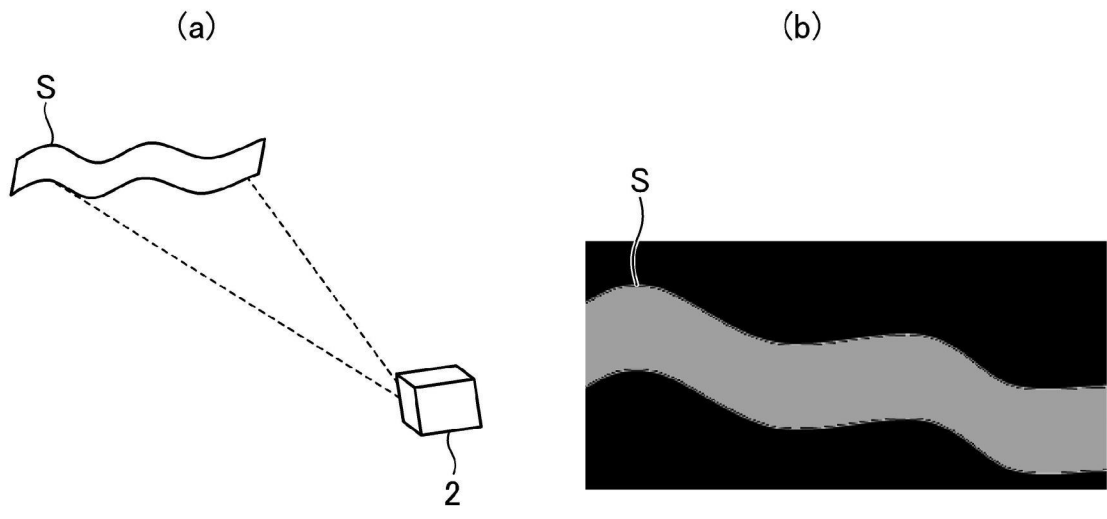
【圖1】



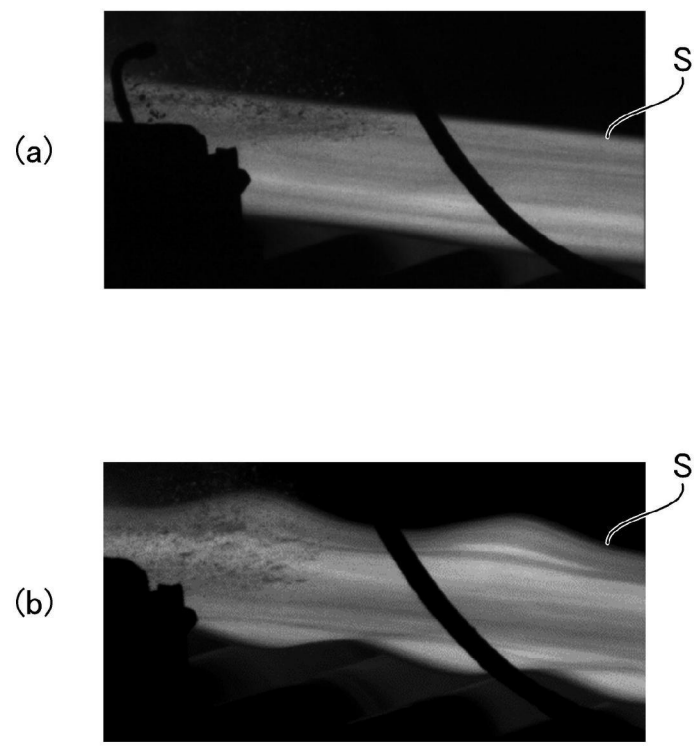
【圖2】



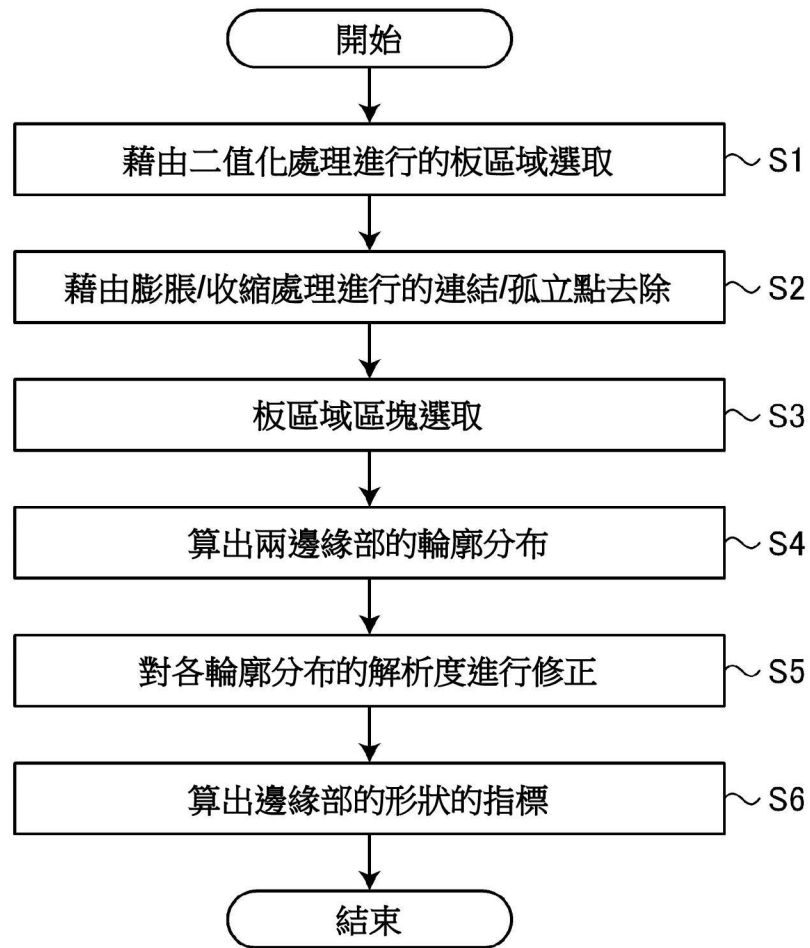
【圖3】



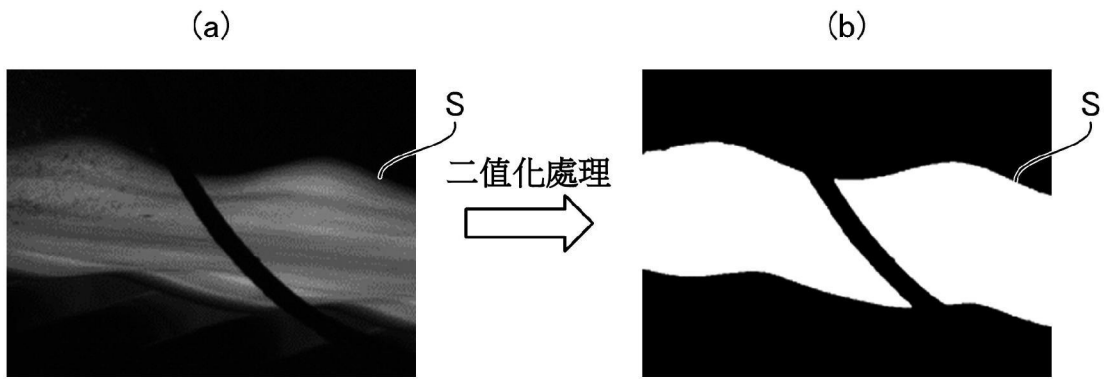
【圖4】



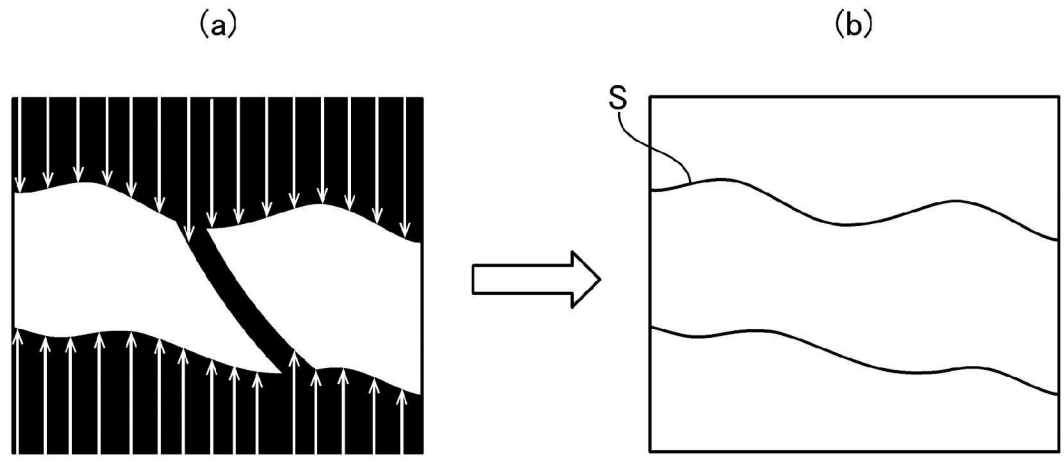
【圖5】



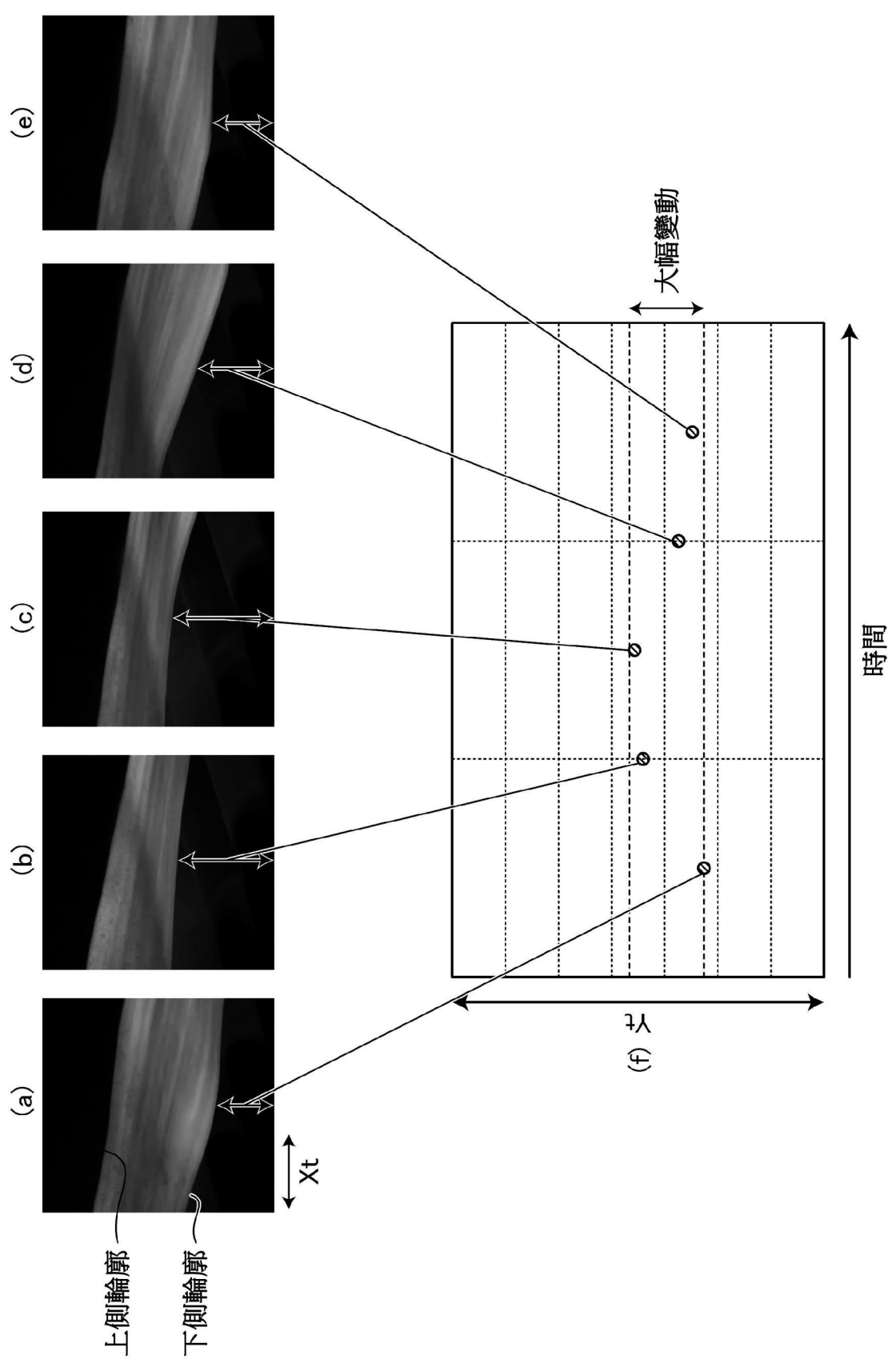
【圖6】



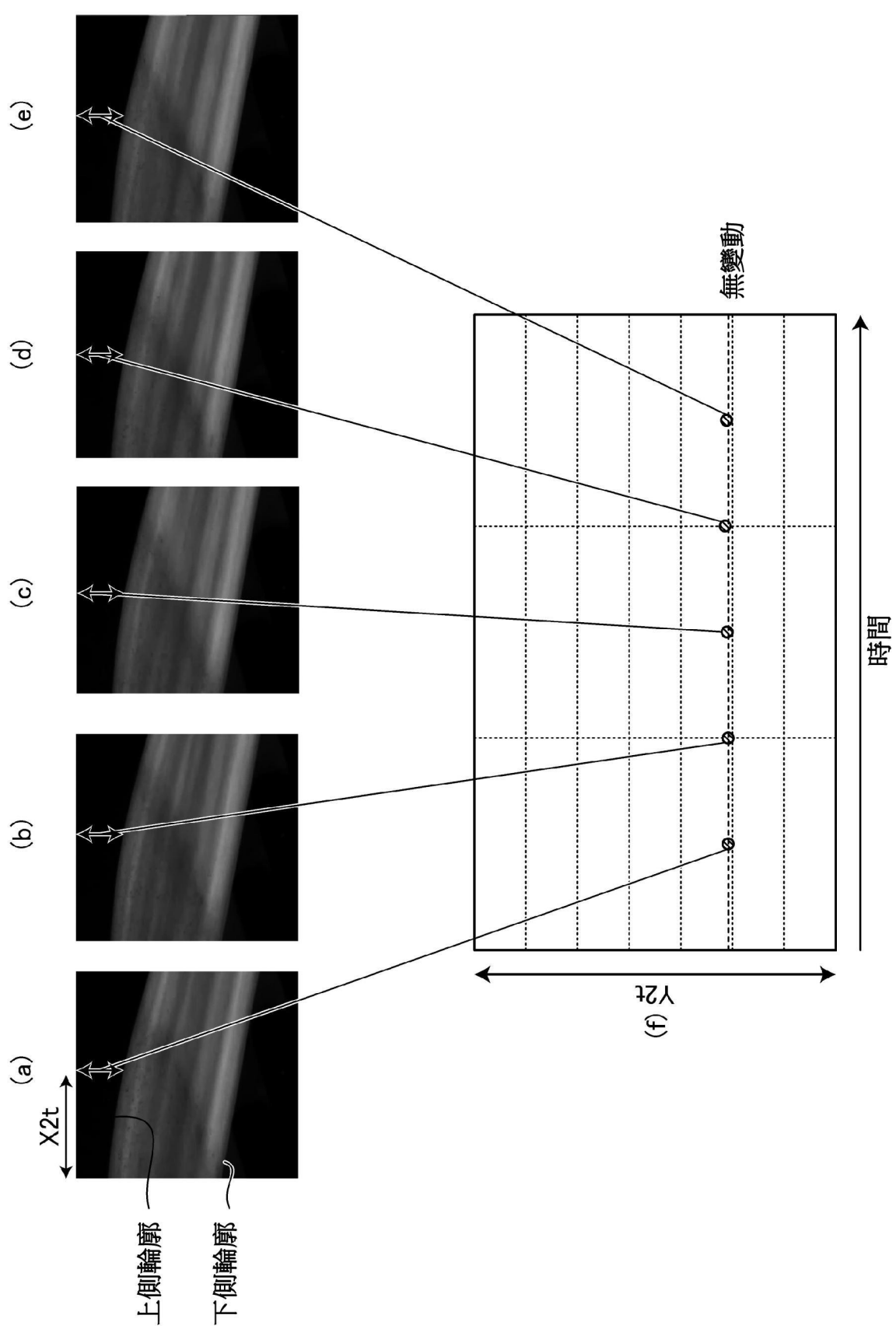
【圖7】



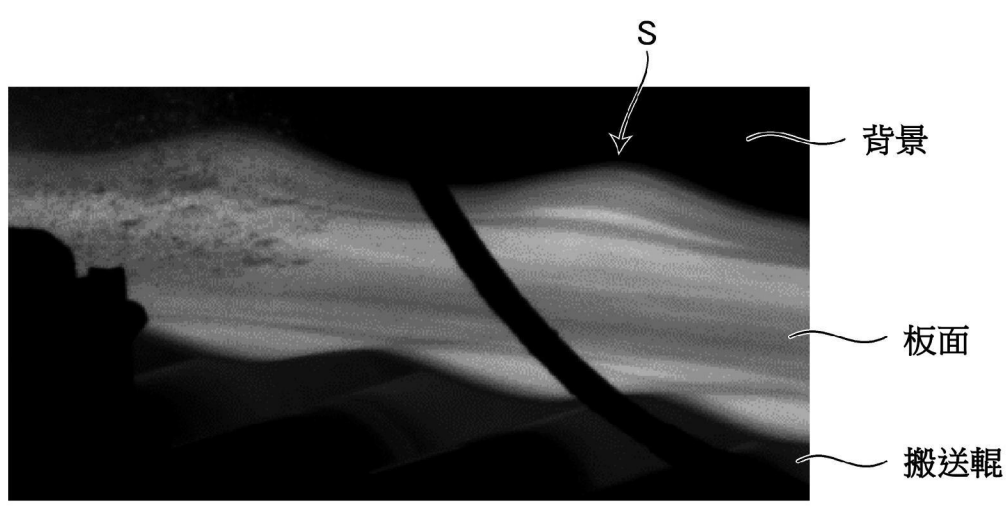
【圖8】



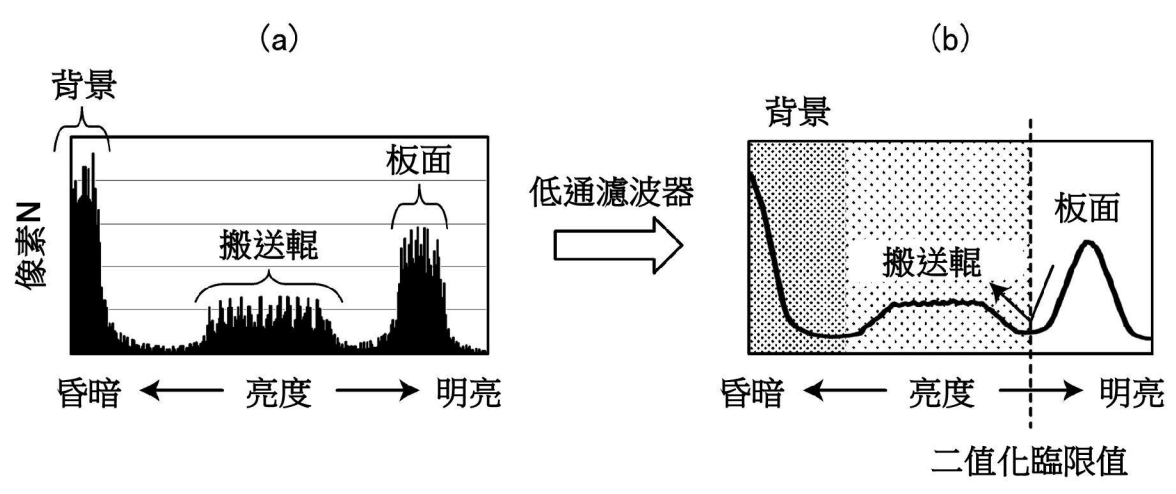
【圖9】



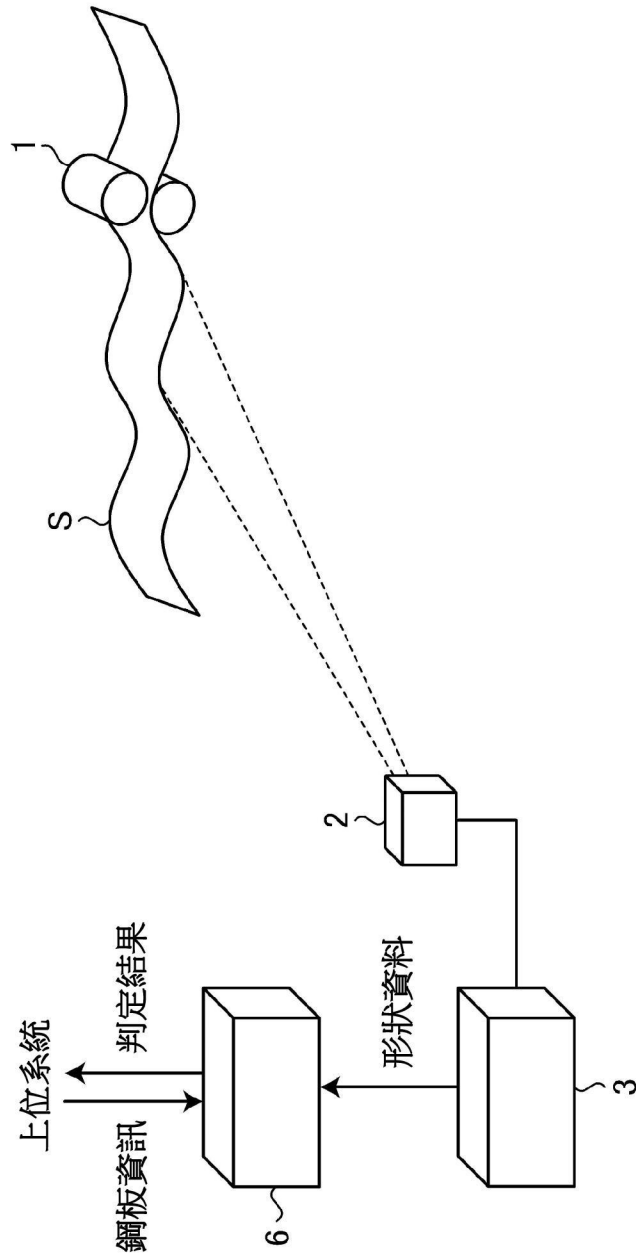
【圖10】



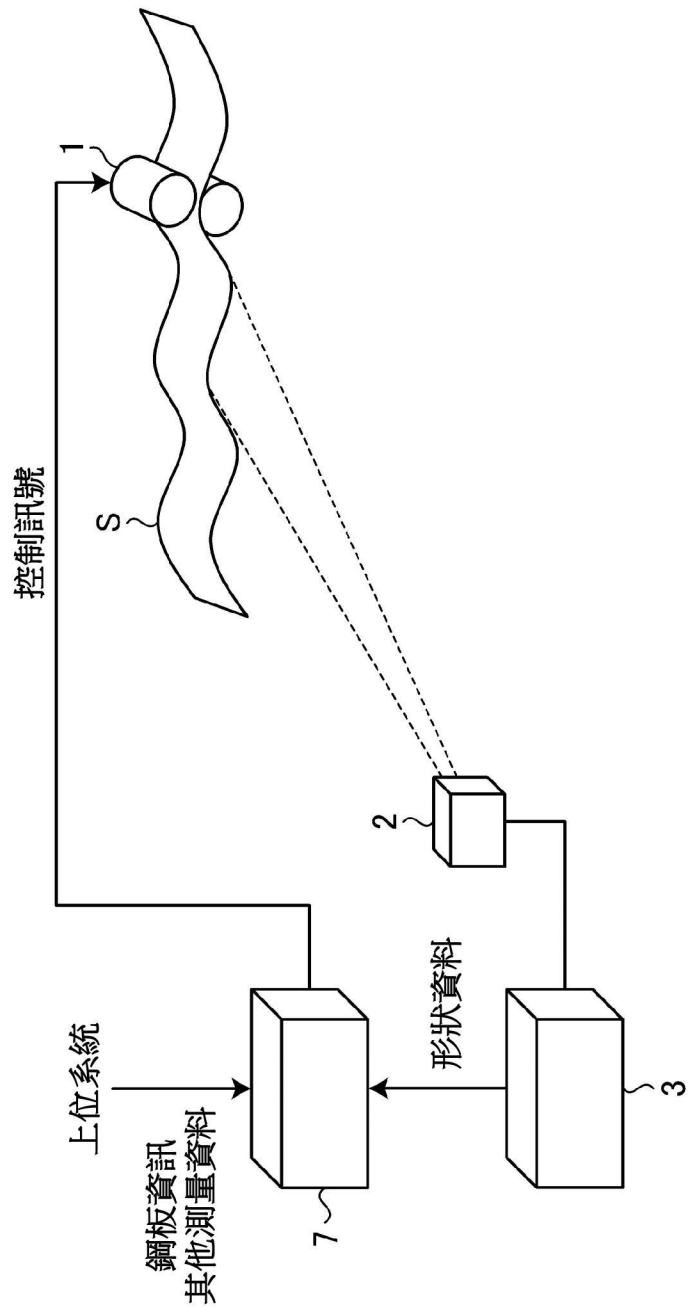
【圖11】



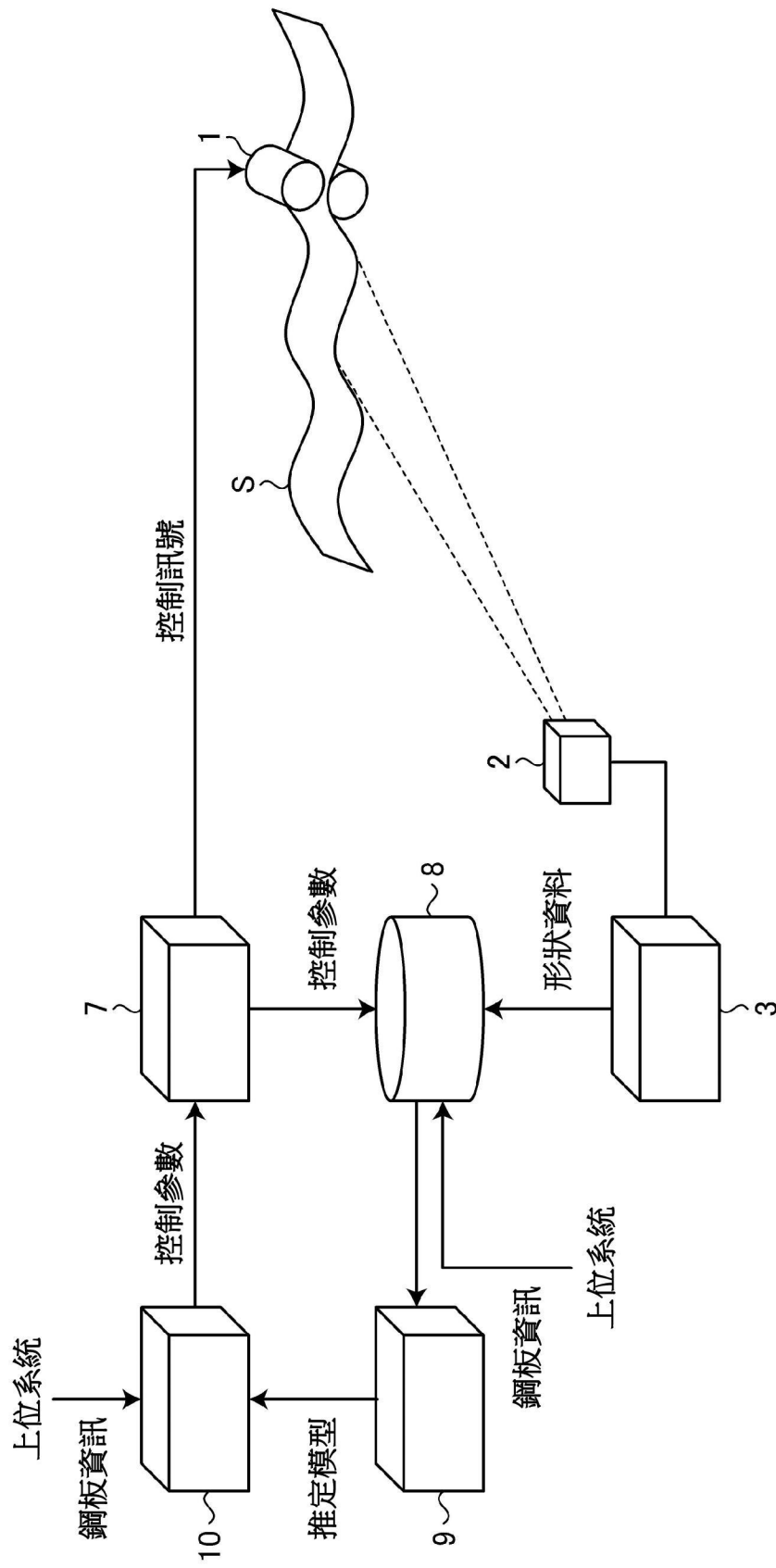
【圖12】



【圖13】



【圖14】



【圖15】