



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202525458 A

(43) 公開日：中華民國 114 (2025) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：113139878

(22) 申請日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 21 日

(51) Int. Cl. : B22F9/08 (2006.01)

C22C45/02 (2006.01)

B22D25/02 (2006.01)

(30) 優先權：2023/12/20 日本

2023-214797

(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：土田雄大 TSUCHIDA, KAZUHIRO (JP) ; 森俊介 MORI, SHUNSUKE (JP) ; 川畑

聡志 KAWAHATA, SATOSHI (JP) ; 松永有仁 MATSUNAGA, ARIHIRO (JP)

(74) 代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：17 共 50 頁

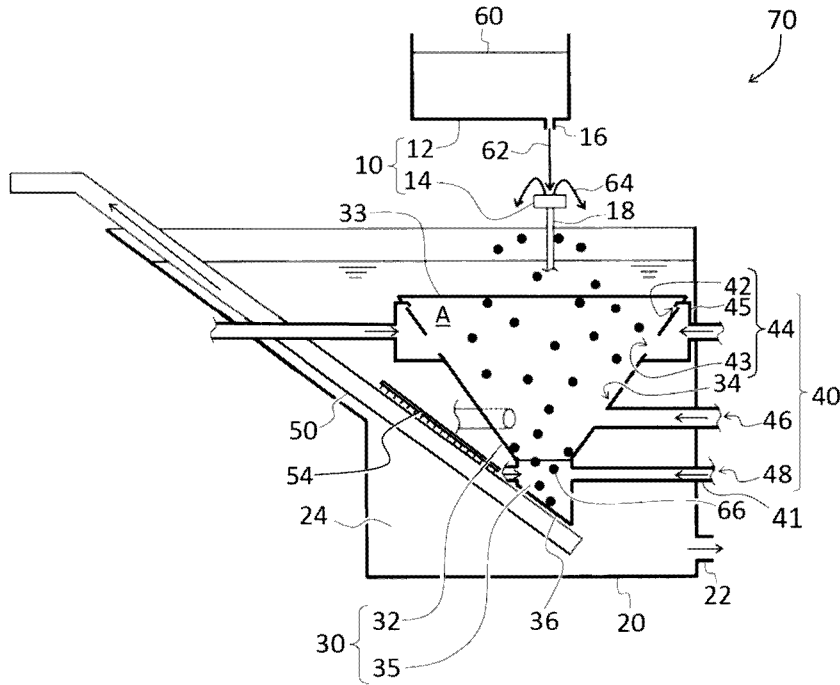
(54) 名稱

粒鐵製造裝置

(57) 摘要

本發明提供一種粒鐵製造裝置，其有效率地冷卻鐵水，並且即使在輸送機等搬送裝置中亦有效率地冷卻搬送中的粒鐵，從而可抑制粒鐵彼此的合體。一種粒鐵製造裝置，具有：粒化裝置，將鐵水製成液滴；冷卻水槽，使液滴落下至冷卻水中進行冷卻而製成粒鐵；以及搬送裝置，將粒鐵搬送至所述冷卻水槽外，所述粒鐵製造裝置具有：水流控制容器，設置於冷卻水槽內且上下端開口；以及冷卻水管組，向水流控制容器內供給冷卻水，搬送裝置具有：輸送機，設置於水流控制容器的下方且自冷卻水槽內向冷卻水槽外搬送粒鐵；以及冷卻水供給裝置，設置於冷卻水槽內的輸送機的上方且供給將藉由輸送機搬出的粒鐵冷卻的冷卻水。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 10:粒化裝置
- 12:中間包
- 14:鐵水承接盤
- 16:噴嘴
- 18:支撐體
- 20:冷卻水槽
- 22:排水口
- 24:冷卻水
- 30:水流控制容器
- 32:分隔筒體
- 33:投入口
- 34:傾斜面
- 35:管道筒體
- 36:排出口
- 40:冷卻水管組
- 41:冷卻水管
- 42:狹縫
- 43:供水口
- 44:上段冷卻水管組
- 45:供水套管
- 46:中段冷卻水管組
- 48:下段冷卻水管組
- 50:搬送裝置
- 54:冷卻水供給裝置
- 60:鐵水
- 62:液柱
- 64:液滴
- 66:粒鐵
- 70:粒鐵製造裝置
- A:冷卻區域

【發明摘要】

【中文發明名稱】粒鐵製造裝置

【中文】

本發明提供一種粒鐵製造裝置，其有效率地冷卻鐵水，並且即使在輸送機等搬送裝置中亦有效率地冷卻搬送中的粒鐵，從而可抑制粒鐵彼此的合體。一種粒鐵製造裝置，具有：粒化裝置，將鐵水製成液滴；冷卻水槽，使液滴落下至冷卻水中進行冷卻而製成粒鐵；以及搬送裝置，將粒鐵搬送至所述冷卻水槽外，所述粒鐵製造裝置具有：水流控制容器，設置於冷卻水槽內且上下端開口；以及冷卻水管組，向水流控制容器內供給冷卻水，搬送裝置具有：輸送機，設置於水流控制容器的下方且自冷卻水槽內向冷卻水槽外搬送粒鐵；以及冷卻水供給裝置，設置於冷卻水槽內的輸送機的上方且供給將藉由輸送機搬出的粒鐵冷卻的冷卻水。

【指定代表圖】圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

10:粒化裝置

12:中間包

14:鐵水承接盤

16:噴嘴

18:支撐體

- 20:冷卻水槽
- 22:排水口
- 24:冷卻水
- 30:水流控制容器
- 32:分隔筒體
- 33:投入口
- 34:傾斜面
- 35:管道筒體
- 36:排出口
- 40:冷卻水管組
- 41:冷卻水管
- 42:狹縫
- 43:供水口
- 44:上段冷卻水管組
- 45:供水套管
- 46:中段冷卻水管組
- 48:下段冷卻水管組
- 50:搬送裝置
- 54:冷卻水供給裝置
- 60:鐵水
- 62:液柱
- 64:液滴

66:粒鐵

70:粒鐵製造裝置

A:冷卻區域

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 粒鐵製造裝置

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種由鐵水製造粒鐵的粒鐵製造裝置。

【先前技術】

【0002】 所謂粒鐵是使鐵水或鋼水等鐵水分散後凝固成粒狀而成者，其平均粒徑為數 mm 到數十 mm 左右。在銑鋼一貫製鐵所中，在製鋼以下的步驟中發生故障等而導致利用高爐製造的鐵水突發性地過剩的情況下，將其作為粒鐵暫時保管。近年來高爐大型化，若暫時無法處理大量的鐵水，則會導致高爐的減風。因此，防備在製鋼以下的步驟中發生故障等的情況，而要求作為緩衝器的設備。

【0003】 由於近年來的製鐵業中的削減 CO₂ 排放量的需求，使用氫或天然氣等烴氣系氣體作為還原劑而非使用焦炭(碳源)來生產的還原鐵的需求正在提高。為了由脈石(主要是 SiO₂ 或 Al₂O₃)或 P 濃度高的還原鐵製造鋼鐵產品，在製造還原鐵以後，脈石除去或脫磷處理不可欠缺。因此，作為製造鋼鐵產品的預處理，有時將還原鐵暫時溶解而製成鐵水後，進行脈石除去或脫磷等處理，將處理後的鐵水作為能夠輸送的粒鐵保管。

【0004】 作為使鐵水粒化的方法，在專利文獻 1 中揭示了一種藉由向鐵水噴附壓力水來粒化的方法。然而，在專利文獻 1 所揭示的方法中，粒鐵大多為中空，在該中空部積存水，存在再溶解時引

起水蒸氣爆炸的危險。在專利文獻 2 中揭示了一種粒狀金屬製造方法，其使鐵水落下至固定板上，液滴反彈至固定板上，落下至下面的冷卻浴中而被冷卻，藉此製造粒鐵。在冷卻水槽內被冷卻的粒鐵由呈圓筒型的平板結構物及圓筒的下半部分變細而連接的管收集，並堆疊於作為搬送裝置的輸送機上，藉由輸送機將粒鐵自冷卻水槽向乾燥裝置、貯藏裝置搬送。在專利文獻 3 中揭示了一種裝置，其藉由利用水流使鐵水粒化，並將液狀的粒鐵投下至水中而使其冷卻、凝固，來製造大量的粒鐵。

【0005】 投入至水中時的粒鐵為高溫。粒鐵的溫度為 1200°C ~ 1500°C 左右，因此若此種高溫的粒鐵與水接觸，則成為在高溫物體表面上產生蒸汽膜的膜沸騰狀態，水蒸發，奪走粒鐵的熱。該膜沸騰的冷卻能力低，例如僅有不產生蒸汽膜的核沸騰的數百分之一左右的熱傳遞率。因此，若膜沸騰持續很長時間，則粒鐵無法充分冷卻，有時粒鐵彼此在冷卻水內熔接而合體。

【0006】 若冷卻水溫高，則水容易沸騰，因此在高溫物體周圍容易維持蒸汽膜，容易形成膜沸騰。因此，若冷卻水的水溫變高，則粒鐵的冷卻能力顯著降低，容易產生粒鐵彼此的合體。針對此種問題，在專利文獻 3 中，調整二次冷卻水的冷卻水量，將坑內的冷卻水溫維持於 68°C 以下，藉此可抑制堆積於坑內的粒鐵的合體。

[現有技術文獻]

[專利文獻]

【0007】 專利文獻 1：日本專利特開 2018-115363 號公報

專利文獻 2：日本專利特公昭 52-20948 號公報

專利文獻 3：日本專利特開平 9-20902 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0008】 考慮到由鐵水製造粒鐵時鐵水的液滴在水平方向上以一定程度擴展以及凝固了的粒鐵的搬送裝置的設置空間，粒鐵的冷卻需要相當大的冷卻水槽。在冷卻水槽中設置供給冷卻水的噴出口、以及將溫度上升的冷卻水搬送至冷卻設備的排水口，藉此使冷卻水在冷卻水槽與冷卻設備中循環。

【0009】 然而，難以進行控制以使冷的冷卻水遍佈整個寬闊的冷卻水槽。在專利文獻 3 中，記載了調整二次冷卻水的冷卻水量，並將坑內的冷卻水溫維持於 68°C 以下，但關於對冷卻水槽內的流動進行控制的方法，並無任何記載，根據冷卻水的流動，有時在冷卻水槽內產生流滯區域。藉由在該流滯區域滯留用於冷卻粒鐵的溫暖的冷卻水，有時會形成局部水溫高的區域。若在該水溫高的區域投入大量的粒鐵，則膜沸騰狀態被長期維持，粒鐵無法充分冷卻，粒鐵彼此熔接、合體。若粒鐵彼此合體，則難以搬送的大小的粒鐵會增加，搬送變得困難。在粒鐵彼此合體時，若內含冷卻水，則存在成為引起水蒸氣爆炸的原因的課題。

【0010】 在專利文獻 2 中，即使在粒鐵被收集至輸送機上之前，粒鐵表面被冷卻而凝固，粒鐵內部仍保持未凝固的高溫狀態。而且，由於粒鐵在輸送機上以密集的狀態堆疊，因此若由冷卻水引起

的自粒鐵表面的排熱量降低，則自粒鐵的內部向表面的傳熱量超過由冷卻水引起的自粒鐵表面的排熱量，產生粒鐵的表面溫度上升的復熱。因此，存在有在輸送機上被搬送的期間復熱而使粒鐵的表面溫度再次上升，被堆疊的粒鐵彼此容易熔接、合體而成為大塊的課題。

【0011】 本發明是為了解決該些課題而成的發明，其目的在於提供一種粒鐵製造裝置，其有效率地冷卻鐵水，並且即使在輸送機等搬送裝置中亦有效率地冷卻搬送中的粒鐵，從而可抑制粒鐵彼此的合體。

[解決課題之手段]

【0012】 用於解決所述課題的手段如以下所述。

[1] 一種粒鐵製造裝置，具有：粒化裝置，將鐵水製成液滴；冷卻水槽，使所述液滴落下至冷卻水中進行冷卻而製成粒鐵；以及搬送裝置，將所述粒鐵搬送至所述冷卻水槽外，所述粒鐵製造裝置具有：水流控制容器，設置於所述冷卻水槽內且上下端開口；以及冷卻水管組，向所述水流控制容器內供給冷卻水，所述水流控制容器具有：分隔筒體，具有以水平剖面面積朝向下方變窄的方式傾斜的傾斜面；以及管道筒體，與所述分隔筒體的下方連接，所述冷卻水管組具有：上段冷卻水管組及中段冷卻水管組，與所述分隔筒體連接；以及下段冷卻水管組，與所述管道筒體連接，所述上段冷卻水管組與包含所述分隔筒體的上端的傾斜面的上段連接，由自所述上段冷卻水管組供給的冷卻水產生自上方向下方沿著傾斜面的

冷卻水流，所述中段冷卻水管組朝向所述分隔筒體的筒芯與所述分隔筒體的傾斜面的中段水平地連接，由自所述中段冷卻水管組供給的冷卻水，產生朝向所述分隔筒體的筒芯且在所述筒芯處合流並上升，伴隨所述自上方向下方沿著傾斜面的冷卻水流而在所述分隔筒體內循環的第一循環流，所述下段冷卻水管組與所述管道筒體的側面連接，由自所述下段冷卻水管組供給的冷卻水與來自所述分隔筒體的排水，產生在所述管道筒體內循環的第二循環流，所述搬送裝置具有：輸送機，設置於所述水流控制容器的下方且自所述冷卻水槽內向所述冷卻水槽外搬送所述粒鐵；以及冷卻水供給裝置，設置於所述冷卻水槽內的所述輸送機的上方且供給將藉由所述輸送機搬出的所述粒鐵冷卻的冷卻水。

[2] 如[1]所述的粒鐵製造裝置，具有控制裝置，所述控制裝置對自所述冷卻水管組向所述水流控制容器供給的冷卻水量進行控制，

所述控制裝置進行控制，以使自所述冷卻水管組供給的冷卻水量按照所述中段冷卻水管組、所述上段冷卻水管組、所述下段冷卻水管組的順序減少。

[3] 如[1]或[2]所述的粒鐵製造裝置，其中，所述冷卻水供給裝置具有：冷卻水主管，向所述輸送機上的所述粒鐵的上方的區域供給所述冷卻水，並沿著所述輸送機的搬送方向設置；以及多個冷卻水總管，在所述搬送方向上並列並分別與所述冷卻水主管連接，在所述輸送機的寬度方向上延伸，且在所述寬度方向上設置有至

少一個供給口。

[4] 如[1]所述的粒鐵製造裝置，具有突出部，所述突出部覆蓋所述上段冷卻水管組及/或所述中段冷卻水管組與所述傾斜面連接的連接部的上側。

[5] 如[4]所述的粒鐵製造裝置，其中，所述突出部的剖面形狀為自上方朝向下方擴展的倒 V 字形形狀或倒 U 字形形狀。

[6] 如[1]、[4]及[5]中任一項所述的粒鐵製造裝置，具有保護罩，所述保護罩覆蓋所述上段冷卻水管組與所述傾斜面連接的連接部的上側，所述保護罩的上端部封閉。

[7] 如[6]所述的粒鐵製造裝置，其中，所述保護罩的剖面形狀為自上方朝向下方擴展的半圓或半橢圓形狀。

[8] 如[3]所述的粒鐵製造裝置，其中，所述供給口是短邊的長度為 3 mm 以上的長方形的狹縫。

[發明的效果]

【0013】 在本發明的粒鐵製造裝置中，在分隔筒體內產生自下方朝向上方的冷卻水的第一循環流，進而在管道筒體內產生冷卻水的自下方朝向上方的第二循環流，利用該循環流冷卻粒鐵。藉此，分隔筒體內及管道筒體內的粒鐵的冷卻效率提高，可抑制粒鐵冷卻時粒鐵彼此熔接、合體的情況。進而，在本發明的粒鐵製造裝置中，在粒鐵容易堆疊、粒鐵容易密集的搬送裝置中，向被搬送的粒鐵的上方供給冷卻水而進行粒鐵冷卻。藉此，藉由更換收集有粒鐵的搬送裝置上的有限區域的冷卻水，可有效率地冷卻粒鐵，可抑制

由搬送裝置搬送中的粒鐵彼此的熔接、合體。

【0014】 如此，本發明的粒鐵製造裝置可提高粒鐵的冷卻效率來製造粒鐵，因此可減少冷卻水的使用量。進而，由於粒鐵的冷卻效率高，因此若將該製造裝置的粒鐵的冷卻能力設為相同，則成為更緊湊的裝置，可抑制設備的大型化，若將該製造裝置的大小設為相同，則成為可製造更多粒鐵的裝置。

【圖式簡單說明】

【0015】

圖 1 是本實施形態的粒鐵製造裝置的剖面示意圖。

圖 2 的 (a) ~ 圖 2 的 (c) 是連接冷卻水管組的部分的水流控制容器的剖面示意圖。

圖 3 是說明在分隔筒體及管道筒體內產生的循環流的剖面示意圖。

圖 4 的 (a)、圖 4 的 (b) 是表示搬送裝置的一部分的示意圖。

圖 5 是表示本實施形態的粒鐵製造裝置中使用的另一水流控制容器的剖面示意圖。

圖 6 的 (a)、圖 6 的 (b) 是自水平方向觀察設置有突出部的供水口的示意圖。

圖 7 是表示本實施形態的粒鐵製造裝置中使用的另一水流控制容器的剖面示意圖。

圖 8 是自水平方向觀察設置有保護罩的供水口的示意圖。

圖 9 是表示發明例 1 及發明例 2 的模擬條件的圖。

圖 10 是表示比較例 1 及比較例 2 的模擬條件的圖。

圖 11 是表示發明例 1 及發明例 2 的模擬結果的圖。

圖 12 是表示發明例 1 中的自各冷卻水管組供給的冷卻水的水流的立體示意圖。

圖 13 是表示比較例 1 及比較例 2 的模擬結果的圖。

圖 14 是表示確認粒鐵是否侵入供水口的結果的圖。

圖 15 的 (a)、圖 15 的 (b) 是用於模擬的粒鐵製造裝置的示意圖。

圖 16 是表示模擬自冷卻水供給裝置向空間供給冷卻水時的空間內的水溫的結果的圖。

圖 17 中的 (a) ~ (c) 是表示模擬輸送機上的粒鐵溫度的結果的圖。

【實施方式】

【0016】 以下，藉由發明的實施形態來說明本發明。以下的實施形態表示本發明的適宜的一例，本發明不受該些實施形態的任何限定。

【0017】 圖 1 是本實施形態的粒鐵製造裝置 70 的剖面示意圖。粒鐵製造裝置 70 是使鐵水或鋼水等鐵水在液滴化的狀態下冷卻並凝固來製造作為粒狀的鐵材的粒鐵的裝置。粒鐵製造裝置 70 具有將鐵水製成液滴的粒化裝置 10、冷卻水槽 20、水流控制容器 30、冷卻水管組 40、以及搬送裝置 50。

【0018】 粒化裝置 10 具有：中間包 (tundish) 12 (鐵水桶等)，收

容鐵水 60，並在底部包括鐵水噴出用的噴嘴 16；以及鐵水承接盤 14，使自噴嘴 16 噴出並流下的鐵水的液柱 62 碰撞。鐵水承接盤 14 包含圓盤狀的耐火物，被支撐體 18 支撐。自噴嘴 16 流下的鐵水的液柱 62 與鐵水承接盤 14 碰撞，鐵水 60 的液滴 64 向其周圍飛散。

【0019】 若鐵水 60 的液滴 64 變大，則熱容量變大，凝固需要時間，在高溫的狀態下鐵水 60 在水流控制容器 30 內相互熔接而合體，成為大塊，有可能難以由搬送裝置 50 搬送。因此，粒化裝置 10 較佳為使鐵水 60 成為冷卻後的粒鐵 66 的最大長度為 50 mm 以下的液滴 64。鐵水 60 藉由粒化裝置 10 而製成液滴 64，落下至冷卻水 24 中。進而，在粒化裝置 10 中，對來自中間包 12 的鐵水 60 的流下量進行控制，以使液滴 64 落下至設置有水流控制容器 30 的區域。

【0020】 冷卻水槽 20 收容冷卻水 24 與水流控制容器 30。水流控制容器 30 設置於冷卻水槽 20 中所收容的冷卻水 24 中。收容於冷卻水槽 20 內的冷卻水 24 可包含自水流控制容器 30 排出的冷卻水 24。收容於冷卻水槽 20 內的冷卻水 24 自排水口 22 排出與供給的冷卻水量相同量的冷卻水 24，以使冷卻水槽 20 的冷卻水面一定。藉由使用大容量的冷卻水槽 20，容易對冷卻水面進行控制，利用粒鐵製造裝置 70 進行的粒鐵的製造穩定。

【0021】 水流控制容器 30 設置於冷卻水槽 20 內且接收由粒化裝置 10 製成液滴 64 的鐵水 60 的位置。水流控制容器 30 利用收容

於內部的冷卻水 24 使液滴 64 冷卻、凝固而製成粒鐵 66。

【0022】 水流控制容器 30 具有：分隔筒體 32，具有以水平剖面面積朝向下方變窄的方式傾斜的傾斜面 34；以及管道筒體 35，與分隔筒體 32 的下方連接。在分隔筒體 32 的上端部設置有接收液滴 64 的投入口 33，在管道筒體 35 的下端部設置有排出粒鐵 66 的排出口 36。即，水流控制容器 30 的上下端開口。傾斜面 34 只要形成於水流控制容器 30 的內側即可，水流控制容器 30 的外側的形狀並無特別限定。就不使粒鐵 66 滯留等觀點而言，傾斜面 34 相對於水平面的傾斜角度較佳為設為 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 的範圍內的角度。在圖 1 所示的例子中，示出了在分隔筒體 32 的上端側不具有圓筒部的例子，但亦可在分隔筒體 32 的上端側設置有圓筒部。

【0023】 在本實施形態中，將由水流控制容器 30 形成的粒鐵 66 的冷卻區域作為冷卻區域 A。藉由如此設置由水流控制容器 30 形成的冷卻區域 A，可獲得下述 (1)、(2) 的效果。

(1) 藉由將冷卻水 24 集中導入至冷卻區域 A，可有效率地冷卻粒鐵 66。

(2) 由於將在分隔筒體 32 內生成的粒鐵 66 在傾斜面 34 上集中在一處，因此粒鐵 66 的回收變得容易。

【0024】 冷卻水管組 40 是供藉由未圖示的熱交換器或冷卻塔等冷卻設備冷卻至 0°C 以上且 35°C 以下的冷卻水 24 通過的水管組。若自冷卻水管組 40 向水流控制容器 30 的分隔筒體 32 內供給冷卻水 24，則冷卻水 24 欲朝向開口大的上方流動。因此，若自分隔筒體

32 的下方朝向筒芯供給冷卻水，則在分隔筒體 32 內的筒芯處合流並上升。另一方面，若以自分隔筒體 32 的上方朝向下方向沿著傾斜面 34 的方式供給冷卻水 24，則在分隔筒體 32 內的筒芯處合流並上升的冷卻水 24 不會自分隔筒體 32 的投入口 33 流出至冷卻水槽 20 內，而是在投入口 33 附近沿周向擴展。由該沿周向擴展的冷卻水 24，產生伴隨在分隔筒體 32 的傾斜面 34 下降的冷卻水流的第一循環流。藉由產生該第一循環流，可以逆流來冷卻粒鐵 66，並且可減少分隔筒體 32 內的流滯區域。冷卻水管組 40 具有：上段冷卻水管組 44 及中段冷卻水管組 46，與分隔筒體連接；以及下段冷卻水管組 48，與管道筒體 35 連接。

【0025】 中段冷卻水管組 46 朝向分隔筒體 32 的筒芯與自分隔筒體 32 的上下方向的中央到下方 650 mm 的範圍的傾斜面 34 的中段水平地連接。若自中段冷卻水管組 46 向分隔筒體 32 內供給冷卻水 24，則冷卻水 24 朝向分隔筒體 32 的筒芯，在該筒芯處合流並上升。在該筒芯處合流並上升的冷卻水 24 在分隔筒體 32 的上端沿周向擴展，以沿著傾斜面 34 下降的方式流動，形成第一循環流。自中段冷卻水管組 46 供給的冷卻水 24 形成第一循環流的一部分。

【0026】 自中段冷卻水管組 46 供給的冷卻水量較佳為 $1500 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上且 $3900 \text{ m}^3/\text{h}$ 以下。若冷卻水量較 $1500 \text{ m}^3/\text{h}$ 而言少，則難以在分隔筒體 32 的筒芯處產生強且穩定的上升流，因此欠佳。若冷卻水量較 $3900 \text{ m}^3/\text{h}$ 而言多，則自第一循環流脫離，產生自分隔筒

體 32 的投入口 33 流出至冷卻水槽 20 中的冷卻水 24，因此欠佳。

【0027】 自中段冷卻水管組 46 供給的冷卻水 24 的流速較佳為 1.8 m/s 以上且 2.2 m/s 以下。若自中段冷卻水管組 46 供給的冷卻水 24 的流速較 1.8 m/s 而言慢，則在冷卻水 24 到達分隔筒體 32 的筒芯之前減速，難以產生強且穩定的上升流，因此欠佳。若自中段冷卻水管組 46 供給的冷卻水 24 的流速較 2.2 m/s 而言快，則冷卻水管 41 中的壓力損失變高，需要泵等大規模的送水設備，因此欠佳。

【0028】 上段冷卻水管組 44 與包含分隔筒體 32 的上端的傾斜面 34 的上段連接。上段冷卻水管組 44 與供水套管 45 連接，所述供水套管 45 覆蓋包含在分隔筒體 32 的上端的周緣具有規定間隙的狹縫 42、以及分隔筒體 32 的上段的傾斜面 34 處的供水口 43 的分隔筒體 32 的上段部分，並向狹縫 42 及供水口 43 供給冷卻水。上段冷卻水管組 44 與包含自分隔筒體 32 的上端到下方 1000 mm 的範圍的分隔筒體 32 的上端的傾斜面 34 連接。

【0029】 自狹縫 42 與供水口 43 供給的冷卻水 24 的流速較佳為 0.1 m/s 以上且 0.7 m/s 以下。若以該範圍內的流速自狹縫 42 與供水口 43 向分隔筒體 32 內供給冷卻水 24，則冷卻水 24 不會朝向分隔筒體 32 的筒芯流動，而是自傾斜面 34 的上端朝向下方向沿著傾斜面 34 流動。藉此，自上段冷卻水管組 44 供給的冷卻水 24 形成第一循環流的一部分，第一循環流穩定化。自上段冷卻水管組 44 供給的冷卻水量較佳為 700 m³/h 以上且 3000 m³/h 以下。若自上

段冷卻水管組 44 供給的冷卻水量較 $700 \text{ m}^3/\text{h}$ 而言少，則有可能無法使第一循環流穩定化，因此欠佳。若自上段冷卻水管組 44 供給的冷卻水量較 $3000 \text{ m}^3/\text{h}$ 而言多，則使第一循環流穩定化的效果飽和，亦無助於粒鐵 66 的冷卻，沿著傾斜面 34 下降，僅自分隔筒體 32 的下端的排水口 22 排水，因此欠佳。自狹縫 42 與供水口 43 供給的冷卻水量的分配較佳為 6：4。

【0030】 下段冷卻水管組 48 的至少一組水管朝向管道筒體 35 的筒芯與管道筒體 35 的側面相向地水平連接。若自下段冷卻水管組 48 向管道筒體 35 內供給冷卻水 24，則冷卻水 24 朝向管道筒體 35 的筒芯，在該筒芯處合流並上升，產生在管道筒體 35 內循環的第二循環流。

【0031】 自下段冷卻水管組 48 供給的冷卻水量較佳為 $250 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上且 $750 \text{ m}^3/\text{h}$ 以下。若自下段冷卻水管組 48 供給的冷卻水量較 $250 \text{ m}^3/\text{h}$ 而言少，則難以產生管道筒體 35 內的第二循環流，有可能產生水溫高的流滯區域，因此欠佳。若自下段冷卻水管組 48 供給的冷卻水量較 $750 \text{ m}^3/\text{h}$ 而言多，則會阻礙來自分隔筒體 32 的下端的排水，因此欠佳。

【0032】 自下段冷卻水管組 48 供給的冷卻水 24 的流速較佳為 0.5 m/s 以上且 1.0 m/s 以下。若供給至管道筒體 35 內的冷卻水 24 的流速較 0.5 m/s 而言慢，則在管道筒體 35 內進行攪拌的效果變低，因此欠佳。若供給至管道筒體 35 內的冷卻水 24 的流速較 1.0 m/s 而言快，則來自管道筒體 35 的下端與搬送裝置 50 的間隙的漏水

增加，因此欠佳。

【0033】 圖 2 的 (a) ~ 圖 2 的 (c) 是連接冷卻水管組的部分的水流控制容器 30 的剖面示意圖。圖 2 的 (a) 是連接上段冷卻水管組 44 的部分的水流控制容器 30 的剖面示意圖，圖 2 的 (b) 是連接中段冷卻水管組 46 的部分的水流控制容器 30 的剖面示意圖。圖 2 的 (c) 是連接下段冷卻水管組 48 的部分的水流控制容器 30 的剖面示意圖。

【0034】 如圖 2 的 (a) 所示，上段冷卻水管組 44 包含兩根冷卻水管 41。冷卻水 24 自兩根冷卻水管 41 被供給至供水套管 45，並藉由供水套管 45 分配至環狀的狹縫 42 及呈放射狀配置於分隔筒體 32 的傾斜面 34 的十六個供水口 43。冷卻水 24 自環狀的狹縫 42 及十六個供水口 43 被供給至分隔筒體 32 內。中段冷卻水管組 46 包含朝向分隔筒體 32 的筒芯水平配置的四根冷卻水管 41。冷卻水 24 自四根冷卻水管 41 被供給至分隔筒體 32 內。下段冷卻水管組 48 包含四根冷卻水管 41。四根中，兩根冷卻水管 41 朝向管道筒體 35 的筒芯相向地水平配置，其他兩根冷卻水管 41 配置於管道筒體的側面。冷卻水 24 自四根冷卻水管 41 被供給至管道筒體 35 內。如此，在本實施形態的粒鐵製造裝置 70 中，藉由共計十根冷卻水管 41 向分隔筒體 32 內及管道筒體 35 內供給冷卻水。在圖 2 的 (a) ~ 圖 2 的 (c) 所示的例子中，示出了管道筒體 35 的剖面形狀為四邊形的例子，但不限於此，管道筒體 35 的剖面形狀亦可為圓形。

【0035】 圖 3 是說明在分隔筒體 32 及管道筒體 35 內產生的循環流的剖面示意圖。第一循環流 B1 是在分隔筒體 32 內循環的循環流。自中段冷卻水管組 46 供給的冷卻水 24 在筒芯處合流，形成強上升流。該強上升流在投入口 33 附近向周緣部擴展。向周緣部擴展的水流成為沿著傾斜面 34 下降的下降流。該下降流與來自狹縫 42 及供水口 43 的冷卻水流合流，藉由基於該些冷卻水流的整流作用，沿著傾斜面 34 向下方流動，自與管道筒體 35 連接的下端排出。藉由分隔筒體 32 內的第一循環流 B1，可將冷卻區域 A 中的自中段到上段的區域的水溫維持於 50°C 前後的適當的水溫。在分隔筒體 32 的筒芯部產生的強上升流相對於自投入口 33 投入並下降的粒鐵 66 成為逆流，因此可以高的冷卻效率來冷卻粒鐵 66。

【0036】 第二循環流 B2 是在管道筒體 35 內產生的循環流。來自分隔筒體 32 的下端的排水與來自下段冷卻水管組 48 的水溫低的吐出流合流並被攪拌，藉此在管道筒體 35 內產生循環流。藉此，可有效率地冷卻由分隔筒體 32 收集的粒鐵。

【0037】 如此，藉由產生分隔筒體 32 內的第一循環流 B1 與管道筒體 35 內的第二循環流 B2，分隔筒體 32 及管道筒體 35 內的冷卻水被攪拌，從而抑制分隔筒體 32 內及管道筒體 35 內的流滯區域的生成。藉此，可抑制分隔筒體 32 及管道筒體 35 內的冷卻水 24 的局部的溫度上升，從而有效率地冷卻粒鐵 66。其結果，可抑制粒鐵 66 未被充分冷卻而粒鐵彼此熔接、合體。

【0038】 在分隔筒體 32 的筒芯處產生的上升流成為與自投入口

33 投入並落下的粒鐵 66 相向的冷卻水流，因此可獲得高的冷卻效率。為了適宜地形成該上升流，較佳為自中段冷卻水管組 46 供給的總冷卻水量較自上段冷卻水管組 44 供給的總冷卻水量而言多。

【0039】 自與分隔筒體 32 的傾斜面 34 的上段連接的上段冷卻水管組 44 供給的冷卻水流沿著傾斜面 34 下降，因此和來自與分隔筒體 32 的傾斜面 34 的中段連接的中段冷卻水管組 46 的噴出流碰撞。因此，若自上段冷卻水管組 44 供給的冷卻水量較自中段冷卻水管組 46 供給的冷卻水量而言多，則自中段冷卻水管組 46 噴出的水流會因該冷卻水的水流而減弱，產生難以形成第一循環流 B1 的擔憂。因此，較佳為自中段冷卻水管組 46 供給的總冷卻水量較自上段冷卻水管組 44 供給的總冷卻水量而言多。進而，更佳為自中段冷卻水管組 46 供給的總冷卻水量為自上段冷卻水管組 44 供給的總冷卻水量的約四倍。

【0040】 較佳為自與管道筒體 35 連接的下段冷卻水管組 48 供給的總冷卻水量較自上段冷卻水管組 44 供給的總冷卻水量而言為少量。若自下段冷卻水管組 48 供給的總冷卻水量較自上段冷卻水管組 44 供給的總冷卻水量而言多，則會阻礙自分隔筒體 32 的下端向管道筒體 35 的排水，產生使分隔筒體 32 內的溫度反而上升的擔憂。因此，較佳為自下段冷卻水管組 48 供給的總冷卻水量較自上段冷卻水管組 44 供給的總冷卻水量而言為少量。進而，更佳為自下段冷卻水管組 48 供給的總冷卻水量為自上段冷卻水管組 44 供給的總冷卻水量的約 1/2。

【0041】 為了適宜地生成第一循環流 B1 且抑制使分隔筒體 32 內的溫度反而上升的情況，較佳為使自各冷卻水管組供給的總冷卻水量按照中段冷卻水管組 46、上段冷卻水管組 44、下段冷卻水管組 48 的順序減少。如此，較佳為如上所述控制自各冷卻水管組供給的總冷卻水量。因此，本實施形態的粒鐵製造裝置 70 較佳為更具有對自上段冷卻水管組 44、中段冷卻水管組 46 及下段冷卻水管組 48 供給的總冷卻水量進行控制的控制裝置。該控制裝置包含通用電腦，對未圖示的熱交換器或冷卻塔等冷卻設備進行控制，來對向各冷卻水管組送入的冷卻水 24 的供給水量進行控制。

【0042】 在水流控制容器 30 內被冷卻的粒鐵 66 自設置於水流控制容器 30 的下部的排出口 36 排出。排出的粒鐵 66 藉由搬送裝置 50 被搬送至冷卻水槽 20 外。

【0043】 圖 4 的 (a)、圖 4 的 (b) 是表示搬送裝置 50 的一部分的示意圖。圖 4 的 (a) 是表示搬送裝置 50 的一部分的側面剖面示意圖。圖 4 的 (b) 是表示水流控制容器 30 及搬送裝置 50 的一部分的俯視示意圖。搬送裝置 50 將自排出口 36 排出的粒鐵 66 搬送至冷卻水槽 20 外。搬送裝置 50 包括將粒鐵 66 搬送至冷卻水槽 20 外的輸送機 52、以及設置於輸送機 52 的上方的冷卻水供給裝置 54。

【0044】 自排出口 36 排出的粒鐵 66 堆疊於輸送機 52 上。輸送機 52 將堆疊的粒鐵 66 搬送至冷卻水槽 20 外。輸送機 52 較佳為網狀輸送機，以使冷卻水不隨著粒鐵 66 的搬送而被搬送至冷卻水槽

20 外。

【0045】 冷卻水供給裝置 54 包括沿著輸送機 52 的搬送方向設置的冷卻水主管 56、以及多個冷卻水總管 57。冷卻水主管 56 是將藉由熱交換器或冷卻塔等冷卻設備冷卻後的冷卻水供給至冷卻水總管 57 的水管。冷卻水總管 57 是在輸送機 52 的寬度方向上延伸的水管。在冷卻水總管 57 中，在該寬度方向上設置有多個長方形的狹縫 58，自該狹縫 58 供給冷卻水。長方形的狹縫 58 為供給口的一例。供給口可為與在寬度方向上延伸的冷卻水總管 57 的長邊方向的長度為相同長度的長方形的狹縫，亦可為在該長邊方向上排列的多個圓管噴嘴。即，供給口只要在輸送機 52 的寬度方向上設置有至少一個即可。

【0046】 長方形的狹縫 58 較佳為設為難以產生由混入至冷卻水中的淤泥引起的堵塞的大小。混入至冷卻水中的淤泥的大小為 1 mm ~ 2 mm 左右，因此狹縫 58 的短邊的長度較佳為 3 mm 以上。狹縫 58 的長邊的長度只要規定為如可確保冷卻水的供給速度 2 m/sec ~ 3 m/sec 般的長度即可。

【0047】 多個冷卻水總管 57 在輸送機 52 的搬送方向上並列設置，且分別與冷卻水主管 56 連接。自冷卻水總管 57 的狹縫 58 被供給冷卻水的空間 59 是位於輸送機 52 上的粒鐵 66 的上方且被輸送機 52 與冷卻水供給裝置 54 夾持的區域。在該區域中滯留有藉由冷卻自水流控制容器 30 排出的粒鐵 66 而變為高溫的冷卻水。因此，藉由使用冷卻水供給裝置 54 向空間 59 供給冷卻水，而使空間 59

中產生冷卻水的對流，將變為高溫的冷卻水自該空間 59 中排除。藉此，可將由輸送機 52 搬送的粒鐵 66 的周圍的冷卻水的水溫保持在低的狀態，堆疊於輸送機 52 上的粒鐵 66 被冷卻，可抑制粒鐵 66 的表面溫度因復熱而上升從而粒鐵 66 彼此熔接、合體的情況。

【0048】 由於可將冷卻水供給至輸送機 52 的上方的有限區域來冷卻輸送機 52 上所收集的粒鐵 66，因此不需要使冷卻水槽 20 整體的冷卻水對流，可利用少量的冷卻水有效率地冷卻粒鐵 66。

【0049】 由於自排出口 36 排出的粒鐵 66 的表面溫度為 800°C 前後，因此粒鐵 66 的表面被蒸汽膜覆蓋。若向粒鐵 66 直接噴射低溫的冷卻水，蒸汽膜破裂而低溫的冷卻水與粒鐵 66 的表面直接接觸，則有時會發生爆炸性沸騰即水蒸氣爆炸。因此，為了穩定地冷卻粒鐵 66，較佳為不向粒鐵 66 直接噴射低溫的冷卻水，而將粒鐵 66 周圍的冷卻水的溫度維持於 40°C~65°C 的範圍，更佳為進而設為 45°C~60°C 的範圍。若水溫超過 65°C，則水容易沸騰，因此在高溫物體周圍容易維持蒸氣膜而容易形成膜沸騰，粒鐵的冷卻能力顯著降低。若低於 40°C，則覆蓋粒鐵 66 的表面的蒸汽膜變得不穩定，產生發生水蒸氣爆炸的擔憂，因此欠佳。

【0050】 在冷卻水供給裝置 54 中，在輸送機 52 的搬送方向上隔開間隔地設置有多個冷卻水總管 57，所述冷卻水總管 57 在輸送機 52 的寬度方向上設置有多個狹縫 58。如此，自沿著輸送機 52 的搬送方向設置了多個的冷卻水總管 57 的多個狹縫 58 向空間 59 供

給冷卻水。藉此，可減少自各個狹縫 58 供給的冷卻水的水量並抑制冷卻水向粒鐵 66 直接噴射，並且使空間 59 中產生冷卻水的對流。

【0051】 自長方形的狹縫 58 供給的冷卻水的供給速度較佳為 2 m/sec 以上且 3 m/sec 以下的範圍內。藉由使冷卻水的供給速度為 2 m/sec 以上且 3 m/sec 以下的範圍內，可抑制冷卻水總管 57 及冷卻水主管 56 中的壓力損失變大，並且可使空間 59 中產生冷卻水的對流，從而將變為高溫的冷卻水自空間 59 中排除。

【0052】 關於自冷卻水總管 57 供給的冷卻水量，只要在粒鐵 66 被搬送裝置 50 搬送並搬出至冷卻水槽 20 外為止的時間內，至少可供給與空間 59 的體積相當的體積的 10 倍左右的冷卻水即可。該冷卻水的供給量是根據後述的模擬結果求出。

【0053】 較佳為使冷卻水總管 57 彼此的間隔為與冷卻水總管 57 和在輸送機 52 上搬送的粒鐵 66 的間隔相同程度的長度。藉此，可抑制冷卻水滯留於冷卻水總管 57 彼此之間，可均等地降低空間 59 的冷卻水溫。自冷卻水總管 57 供給的冷卻水的水溫較佳為 30°C 以上且 45°C 以下的範圍內。在自冷卻水總管 57 供給的冷卻水的水溫低於 30°C 且所供給的冷卻水與粒鐵 66 的表面直接接觸的情況下，會產生發生爆炸性的沸騰現象即水蒸氣爆炸的擔憂，因此欠佳。若冷卻水的水溫超過 45°C，則粒鐵 66 的冷卻效果降低，因此欠佳。

【0054】 圖 5 是表示本實施形態的粒鐵製造裝置中使用的另一水

流控制容器 80 的剖面示意圖。在圖 5 所示的水流控制容器 80 中，對於與圖 1 所示的水流控制容器 30 相同的結構標註相同的參照編號，並省略其說明。圖 5 所示的水流控制容器 80 在具有突出部 90 的方面上與圖 1 所示的水流控制容器 30 不同。

【0055】 若在分隔筒體 32 的傾斜面 34 設置供給冷卻水 24 的供水口 43，則沿著傾斜面 34 落下的粒鐵 66 侵入至供水口 43，產生使供水口 43 閉塞的擔憂。因此，較佳為設置覆蓋供水口 43 及/或中段冷卻水管組 46 的與傾斜面的連接部的上側的突出部 90。此處，所謂覆蓋供水口 43 及中段冷卻水管組 46 的連接部的上側，是指將突出部 90 設置到在俯視時供水口 43 或中段冷卻水管組 46 的連接部隱藏的位置。突出部 90 較佳為朝向分隔筒體 32 內自傾斜面 34 向水平方向突出地設置，以不阻礙所供給的冷卻水 24 的流動。

【0056】 圖 6 的 (a)、圖 6 的 (b) 是自水平方向觀察設置有突出部的供水口 43 的示意圖。圖 6 的 (a) 表示倒 V 字形的突出部 90，圖 6 的 (b) 表示倒 U 字形的突出部 91。如圖 6 的 (a) 所示，突出部 90 的剖面形狀較佳為以向上方突出、朝向下方向擴展的方式傾斜的倒 V 字形形狀。藉由使突出部 90 的剖面形狀為倒 V 字形形狀，可抑制粒鐵 66 堆積於突出部 90 的上表面，同時抑制粒鐵 66 向供水口 43 侵入。

【0057】 亦可設置剖面形狀為倒 U 字形形狀的突出部 91 來代替突出部 90。藉由如此設置剖面形狀為倒 U 字形形狀的突出部 91，可抑制粒鐵 66 堆積於突出部 91 的上表面，同時抑制粒鐵 66 向供

水口 43 侵入。

【0058】 圖 7 是表示本實施形態的粒鐵製造裝置中使用的另一水流控制容器 82 的剖面示意圖。在圖 7 所示的水流控制容器 82 中，對於與圖 5 所示的水流控制容器 80 相同的結構標註相同的參照編號，並省略其說明。圖 7 所示的水流控制容器 82 在具有保護罩 92 的方面上與圖 5 所示的水流控制容器 80 不同。

【0059】 如上所述，若設置供水口 43，則沿著傾斜面 34 落下的粒鐵 66 侵入供水口 43，產生使供水口 43 閉塞的擔憂。特別是，由於分隔筒體 32 的上段的粒鐵 66 仍為熔融狀態，因此若凝聚於供水口 43 的內側，則難以排除。因此，更佳為設置覆蓋供水口 43 的上側的保護罩 92。此處，所謂覆蓋供水口 43 的上側，是指將保護罩 92 設置到在俯視時供水口 43 隱藏的位置。保護罩 92 較佳為在自水平方向觀察供水口 43 時，在供水口 43 不隱藏的位置設置保護罩 92，以不阻礙自供水口 43 供給的冷卻水 24 的流動。進而，保護罩 92 亦沿著傾斜面 34 的傾斜方向覆蓋供水口 43 上方的傾斜面 34。保護罩 92 的上側端部較佳為設為封閉的結構以使飛散的液滴 64 不進入保護罩 92 內，保護罩 92 的傾斜角度較佳為設為與傾斜面 34 相同的角度。

【0060】 圖 8 是自水平方向觀察設置有保護罩 92 的供水口 43 的示意圖。如圖 8 所示，保護罩 92 的剖面形狀較佳為朝向下方擴展的半圓或半橢圓形狀。藉由使保護罩 92 的剖面形狀為半圓或半橢圓形狀，可抑制粒鐵 66 堆積於保護罩 92 的上表面，同時抑制粒

鐵 66 向供水口 43 侵入。

【0061】 在水流控制容器 80、水流控制容器 82 中，示出了對供水口 43 設置突出部 90 或保護罩 92 的例子，但不限於此，亦可對供水口 43 設置突出部 90 及保護罩 92。即使是此種結構，亦可抑制粒鐵 66 向供水口 43 侵入。

【0062】 如以上所說明，在本實施形態的粒鐵製造裝置 70 中，在分隔筒體 32 內產生自下方朝向上方的冷卻水 24 的第一循環流 B1，進而在管道筒體 35 內產生自下方朝向上方的冷卻水 24 的第二循環流 B2。在本實施形態的粒鐵製造裝置 70 中，利用所述兩個循環流來冷卻粒鐵 66，由鐵水 60 製造粒鐵 66。由於第一循環流 B1 相對於粒鐵 66 的下降方向成為逆流，因此可藉由第一循環流 B1 有效率地冷卻粒鐵 66。進而，由於藉由循環流 B1、循環流 B2 攪拌分隔筒體 32 內及管道筒體 35 內，因此可抑制分隔筒體 32 及管道筒體 35 內的流滯區域的生成。該些的結果為，粒鐵的冷卻效果提高，可抑制在粒鐵冷卻時粒鐵彼此熔接、合體的情況。

【0063】 進而，本實施形態的粒鐵製造裝置 70 具有包括冷卻水供給裝置 54 的搬送裝置 50，因此藉由更換收集有粒鐵 66 的搬送裝置 50 上的有限區域的冷卻水，可有效率地冷卻粒鐵 66。藉由如此冷卻粒鐵 66，可抑制由輸送機 52 搬送的粒鐵 66 彼此的熔接、合體。進而，由於由冷卻水帶來的粒鐵 66 的冷卻效率亦提高，因此可減少冷卻水的使用量，並且亦可抑制設備的大型化。

[實施例]

【0064】 [實施例 1]

接下來，作為實施例 1，說明確認到由本實施形態的粒鐵製造裝置帶來的粒鐵冷卻效果的模擬結果。製作與圖 1 所示的冷卻水槽 20 內配置的水流控制容器 30 為相同結構的冷卻水供給模型，使用該模型模擬水流控制容器內及其周圍的冷卻水的水溫分佈。藉由事先實施的實驗實測分隔筒體內的水中及傾斜面上的粒鐵的落下速度及熱量，將分隔筒體內及管道筒體內的粒鐵的位置分佈及發熱量模型化。

【0065】 在模擬結果中，若分隔筒體內、管道筒體內及周圍的冷卻水溫為 70°C 以下，進而粒鐵堆積於搬送裝置上時溫度冷卻至 650°C 以下，則判斷為可有效果地冷卻粒鐵。

【0066】 圖 9 是表示發明例 1 及發明例 2 的模擬條件的圖。圖 10 是表示比較例 1 及比較例 2 的模擬條件的圖。將發明例 1、發明例 2、比較例 1 及比較例 2 的冷卻水供給模型設定為圖 9 及圖 10 所示的配管佈局、配管根數、冷卻水的流量分配及配管直徑（公稱直徑（A））來實施模擬。發明例 1 的冷卻水管佈局與圖 2 的（a）～圖 2 的（c）所示的水流控制容器 30 的冷卻水管佈局相同。

【0067】 關於發明例 2 的冷卻水管佈局，上段冷卻水管組的與供水套管連接的冷卻水管為一根、下段冷卻水管組的與管道筒體的側面連接的水管較發明例 1 而言少一根，除此以外，與發明例 1 的冷卻水管佈局相同。在發明例 2 中，設為如下模型：將自中段冷卻水管組供給的總冷卻水量設為發明例 1 的約 40%，將自上段冷卻

水管組供給的冷卻水的水量設為發明例 1 的 3 倍，自冷卻水管組供給的總冷卻水量設為與發明例 1 相同，並變更了冷卻水的流量分配。

【0068】 在比較例 1 中，設為去掉上段冷卻水管組、下段冷卻水管組，僅利用中段冷卻水管組供給冷卻水的模型。比較例 2 中，設為如下模型：將中段冷卻水管組、下段冷卻水管組的配管根數設為發明例 1 的一半以下，使供給的冷卻水的水量減半，將自上段冷卻水管組供給的冷卻水的水量設為發明例 1 的 2 倍，變更了冷卻水的流量分配。中段冷卻水管組的兩根配管以各冷卻水管的中心軸平行的方式與相對於分隔筒體的水平剖面的中心呈點對稱的位置的傾斜面連接。

【0069】 發明例 1、發明例 2、比較例 1、比較例 2 中共通的其他模擬的條件如以下般。

- (1) 鐵水的溫度：1500°C
- (2) 鐵水自中間包的流出速度：450 ton/h
- (3) 冷卻水的水溫：35°C
- (4) 分隔筒體的傾斜面的傾斜角度：56°
- (5) 分隔筒體的排出口徑：Φ1560 mm
- (6) 分隔筒體的高度：3300 mm
- (7) 分隔筒體的傾斜面的高度：3291 mm (斜面的長度：3970 mm)

【0070】 圖 11 是表示發明例 1 及發明例 2 的模擬結果的圖。如圖

11 的發明例 1 所示，水流控制容器內的冷卻水溫為 $52^{\circ}\text{C}\sim 69^{\circ}\text{C}$ ，達到了作為目標的 70°C 以下。進而，粒鐵堆積於搬送裝置上時的溫度最大為 550°C ，亦達到了粒鐵溫度的作為目標的 650°C 以下。

【0071】圖 12 (a) ~ 圖 12 (c) 是表示發明例 1 中的自各冷卻水管組供給的冷卻水的水流的立體示意圖。圖 12 (a) 是表示自上段冷卻水管組供給的冷卻水的水流的立體示意圖。圖 12 (b) 是表示自中段冷卻水管組供給的冷卻水的水流的立體示意圖。圖 12 (c) 是表示自下段冷卻水管組供給的冷卻水的水流的立體示意圖。如圖 12 (a)、圖 12 (b) 所示，確認到在發明例中，在分隔筒體內產生第一循環流。根據圖 12 (c)，確認到在發明例中，在管道筒體內產生第二循環流。

【0072】再次參照圖 11，在發明例 2 中，雖然將來自中段冷卻水管組的冷卻水量減低至 40%，但在筒芯處產生了上升流。而且，自上段冷卻水管組沿著分隔筒體的傾斜面下降的強水流特別是在冷卻水管與供水套管連接之側（紙面的右側）產生。藉此，第一循環流穩定化，冷卻水被攪拌，水流控制容器內的冷卻水溫維持於 70°C 以下，達到了作為目標的 70°C 以下。進而，粒鐵堆積於搬送裝置上時的溫度最大為 646°C ，亦達到了作為粒鐵溫度的目標的 650°C 以下。若對發明例 1 與發明例 2 的粒鐵堆積於搬送裝置上時的溫度進行比較，則使自中段冷卻水管組供給的總冷卻水量較自上段冷卻水管組供給的總冷卻水量而言多的發明例 1 低約 100°C 。根據該結果確認到，藉由使自中段冷卻水管組供給的總冷卻水量較自

上段冷卻水管組供給的總冷卻水量而言多，可以高的冷卻效率冷卻粒鐵。

【0073】 圖 13 是表示比較例 1 及比較例 2 的模擬結果的圖。如圖 13 所示，在比較例 1 中，由於自中段冷卻水管組供給了大量的冷卻水，因此產生了強上升流。藉由該上升流而攪拌冷卻水，分隔筒體的中央部的冷卻水溫維持於 70°C 以下。然而，在分隔筒體的上部及下部，冷卻水不被攪拌，該區域的冷卻水產生了流滯。藉此，粒鐵堆積於搬送裝置上時的溫度為 652°C，略超過作為目標的 650°C 以下。

【0074】 在比較例 2 中，使中段冷卻水管組的兩根配管在相對於分隔筒體的水平剖面的中心呈點對稱的位置的傾斜面上以各冷卻水管的中心軸平行的方式將冷卻水管與分隔筒體連接。因此，與發明例 1 或比較例 1 不同，不產生筒芯附近的強上升流，代替該上升流，而產生在分隔筒體內回旋的同時上升的回旋流。比較例 2 的分隔筒體內的水溫與發明例 1 及比較例 1 相比變低。其表示未奪取粒鐵的熱量，粒鐵堆積於搬送裝置上時的溫度最大為 700°C，大幅超過作為目標的 650°C 以下，而且粒鐵溫度的偏差亦增大至 460°C~700°C。藉由以上的模擬結果，確認到藉由本實施形態的粒鐵製造裝置可有效率地冷卻粒鐵。

【0075】 接下來，說明對圖 5 及圖 7 所示的水流控制容器 80、水流控制容器 82 確認粒鐵是否侵入供水口 43 的結果。圖 14 是表示確認粒鐵是否侵入供水口 43 的結果的圖。發明例 3 是圖 5 所示的

水流控制容器 80，發明例 4 是圖 7 所示的水流控制容器 82。

【0076】 在發明例 3 中，由於設置了覆蓋供水口 43 的上側的突出部 90，因此藉由該突出部 90 而抑制了粒鐵向供水口 43 侵入。藉此，確認到可不被粒鐵閉塞而自供水口 43 供給冷卻水 24，可使用水流控制容器 80 以高的冷卻效率冷卻粒鐵，製造粒鐵。

【0077】 在發明例 4 中，由於設置了覆蓋供水口 43 的上側的保護罩 92，因此藉由該保護罩 92 而抑制了粒鐵向供水口 43 侵入。藉此，確認到可不被粒鐵閉塞而自供水口 43 供給冷卻水 24，可使用水流控制容器 82 以高的冷卻效率冷卻粒鐵，製造粒鐵。

【0078】 [實施例 2]

接下來，作為實施例 2，說明確認到由本實施形態的粒鐵製造裝置 70 的搬送裝置 50 帶來的粒鐵 66 的冷卻效果的模擬結果。圖 15 的 (a)、圖 15 的 (b) 是用於模擬的粒鐵製造裝置 70 的示意圖。圖 15 的 (a) 是粒鐵製造裝置 70 的立體圖，圖 15 的 (b) 是粒鐵製造裝置 70 的側面示意圖。

【0079】 模擬的條件如以下般。

冷卻水主管的內徑：200 A

冷卻水主管的長度：5 m

冷卻水主管與輸送機上表面的距離：750 mm

冷卻水總管的內徑：50 A

冷卻水總管的長度：1 m

冷卻水總管與輸送機上的粒鐵的距離：250 mm

冷卻水總管彼此的距離：250 mm

冷卻水總管的數量：20 個

狹縫的形狀：長方形（3 mm×20 mm）

狹縫彼此的間隔：10 mm

一個冷卻水總管的狹縫的數量：30 個

冷卻水的供給速度：3 m/s

冷卻水的水溫：35°C

冷卻水向冷卻水主管 56 的供給流量：390 m³/h

（5 min 的冷卻水供給量：33 m³）

輸送機的寬度：1 m

輸送機的搬送速度：1 m/min

被輸送機上表面與冷卻水供給裝置夾持的空間的容積：3.6 m³

冷卻水槽內的初始水溫：65°C

粒鐵 66 的表面溫度：700°C

【0080】 圖 16 是表示模擬自冷卻水供給裝置 54 向空間 59 供給冷卻水時的空間 59 內的水溫的結果的圖。在圖 16 中，自設置於輸送機 52 的上方的長度 5 m 的冷卻水供給裝置 54 向被輸送機 52 與冷卻水供給裝置 54 夾持的空間 59 供給水溫為 35°C 的冷卻水。自水流控制容器 30 的排出口 36 排出並堆積於輸送機 52 上的粒鐵 66 以搬送速度 1 m/min 歷時 5 分鐘自冷卻水槽 20 的底面被搬送。經由冷卻水主管 56 自冷卻水總管 57 供給的冷卻水供給量於粒鐵 66 在冷卻水供給裝置 54 的下方被搬送的 5 分鐘內為 33 m³（冷卻水

向冷卻水主管 56 的供給流量為 $390 \text{ m}^3/\text{h}$)。其是被輸送機 52 上表面與冷卻水供給裝置 54 夾持的空間的容積 (3.6 m^3) 的約 10 倍。藉由自冷卻水供給裝置 54 向空間 59 供給冷卻水，被初始水溫為 65°C 的輸送機 52 與冷卻水供給裝置 54 夾持的空間 59 的水溫降低至 $50^\circ\text{C} \sim 58^\circ\text{C}$ 。如此，確認到藉由使用本實施形態的粒鐵製造裝置 70，可將被輸送機 52 與冷卻水供給裝置 54 夾持的空間 59 的水溫維持於 $45^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 的範圍。

【0081】 圖 17 中的 (a) ~ (c) 是表示模擬輸送機 52 上的粒鐵溫度的結果的圖。假設在輸送機 52 上存在模擬了 700°C 的粒鐵 66 的高溫的物體 66'，模擬該物體 66' 的溫度變化。圖 17 中的 (a) 是表示冷卻前的物體 66' 的溫度的側面剖面圖，圖 17 中的 (b) 是表示冷卻前的物體 66' 的溫度的正面剖面圖。圖 17 中的 (c) 是表示自供給冷卻水起經過 10 秒後的物體 66' 的溫度的正面剖面圖。

【0082】 如圖 17 中的 (a) ~ (c) 所示，藉由自狹縫供給冷卻水，高溫的物體 66' 被冷卻，在冷卻水供給後 10 秒後， 700°C 的高溫的物體的表面溫度降低至 400°C 附近。如此，確認到：藉由使用本實施形態的粒鐵製造裝置 70，可將粒鐵 66 的表面溫度自 700°C 冷卻至 400°C 附近，可抑制堆疊於輸送機 52 上的粒鐵 66 熔接、合體的情況。

【符號說明】

【0083】

10:粒化裝置

- 12:中間包
- 14:鐵水承接盤
- 16:噴嘴
- 18:支撐體
- 20:冷卻水槽
- 22:排水口
- 24:冷卻水
- 30:水流控制容器
- 32:分隔筒體
- 33:投入口
- 34:傾斜面
- 35:管道筒體
- 36:排出口
- 40:冷卻水管組
- 41:冷卻水管
- 42、58:狹縫
- 43:供水口
- 44:上段冷卻水管組
- 45:供水套管
- 46:中段冷卻水管組
- 48:下段冷卻水管組
- 50:搬送裝置

- 52:輸送機
- 54:冷卻水供給裝置
- 56:冷卻水主管
- 57:冷卻水總管
- 59:空間
- 60:鐵水
- 62:液柱
- 64:液滴
- 66:粒鐵
- 66':物體
- 70:粒鐵製造裝置
- 80、82:水流控制容器
- 90、91:突出部
- 92:保護罩
- A:冷卻區域
- B1:第一循環流（循環流）
- B2:第二循環流（循環流）

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種粒鐵製造裝置，具有：粒化裝置，將鐵水製成液滴；冷卻水槽，使所述液滴落下至冷卻水中進行冷卻而製成粒鐵；以及搬送裝置，將所述粒鐵搬送至所述冷卻水槽外，

所述粒鐵製造裝置具有：水流控制容器，設置於所述冷卻水槽內且上下端開口；以及冷卻水管組，向所述水流控制容器內供給冷卻水，

所述水流控制容器具有：分隔筒體，具有以水平剖面面積朝向下方向變窄的方式傾斜的傾斜面；以及管道筒體，與所述分隔筒體的下方連接，

所述冷卻水管組具有：上段冷卻水管組及中段冷卻水管組，與所述分隔筒體連接；以及下段冷卻水管組，與所述管道筒體連接，

所述上段冷卻水管組與包含所述分隔筒體的上端的傾斜面的上段連接，由自所述上段冷卻水管組供給的冷卻水產生自上方向下方沿著傾斜面的冷卻水流，

所述中段冷卻水管組朝向所述分隔筒體的筒芯與所述分隔筒體的傾斜面的中段水平地連接，由自所述中段冷卻水管組供給的冷卻水，產生朝向所述分隔筒體的筒芯且在所述筒芯處合流並上升，伴隨所述自上方向下方沿著傾斜面的冷卻水流而在所述分隔筒體內循環的第一循環流，

所述下段冷卻水管組與所述管道筒體的側面連接，由自所述

下段冷卻水管組供給的冷卻水與來自所述分隔筒體的排水，產生在所述管道筒體內循環的第二循環流，

所述搬送裝置具有：輸送機，設置於所述水流控制容器的下方且自所述冷卻水槽內向所述冷卻水槽外搬送所述粒鐵；以及冷卻水供給裝置，設置於所述冷卻水槽內的所述輸送機的上方且供給將藉由所述輸送機搬出的所述粒鐵冷卻的冷卻水。

【請求項2】 如請求項 1 所述的粒鐵製造裝置，具有控制裝置，所述控制裝置對自所述冷卻水管組向所述水流控制容器供給的冷卻水量進行控制，

所述控制裝置進行控制，以使自所述冷卻水管組供給的冷卻水量按照所述中段冷卻水管組、所述上段冷卻水管組、所述下段冷卻水管組的順序減少。

【請求項3】 如請求項 1 或 2 所述的粒鐵製造裝置，其中，所述冷卻水供給裝置具有：冷卻水主管，向所述輸送機上的所述粒鐵的上方的區域供給所述冷卻水，並沿著所述輸送機的搬送方向設置；以及多個冷卻水總管，在所述搬送方向上並列並分別與所述冷卻水主管連接，在所述輸送機的寬度方向上延伸，且在所述寬度方向上設置有至少一個供給口。

【請求項4】 如請求項 1 所述的粒鐵製造裝置，具有突出部，所述突出部覆蓋所述上段冷卻水管組及/或所述中段冷卻水管組與所述傾斜面連接的連接部的上側。

【請求項5】 如請求項 4 所述的粒鐵製造裝置，其中，所述突出

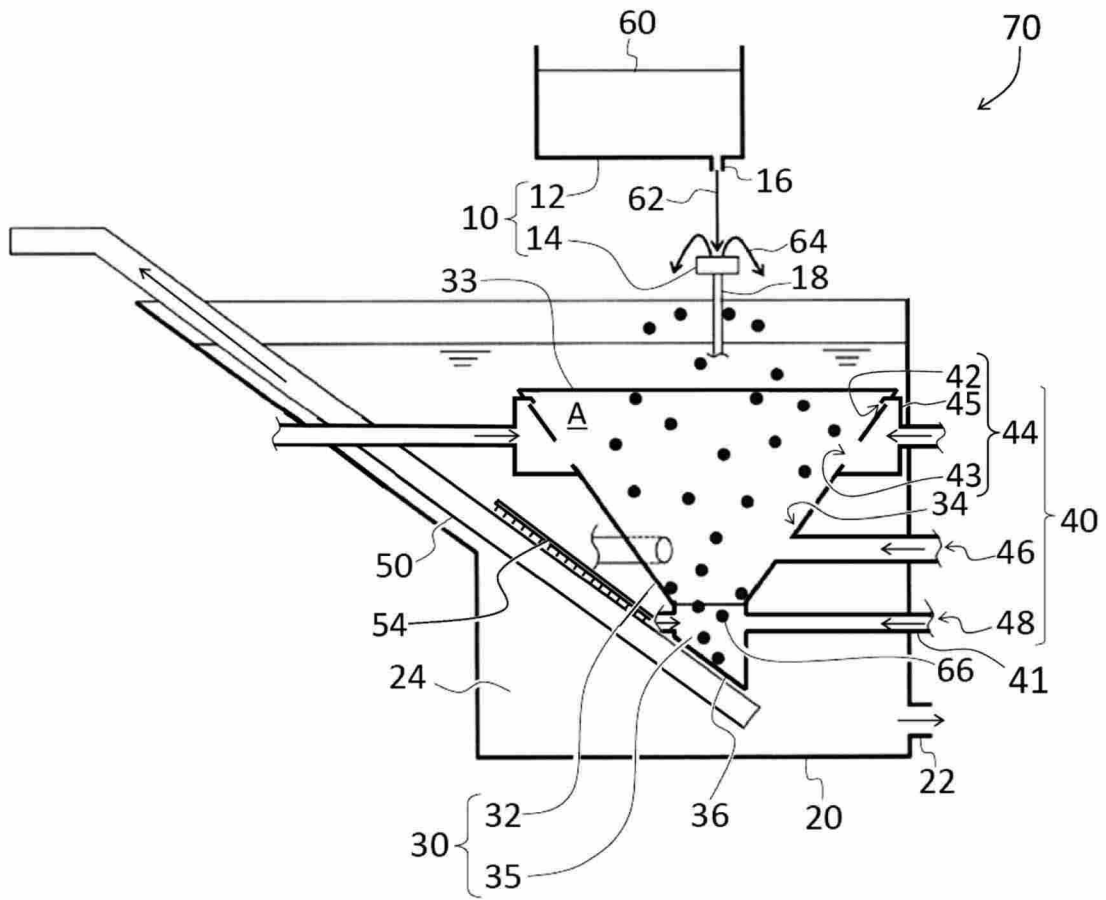
部的剖面形狀為自上方朝向下方擴展的倒 V 字形形狀或倒 U 字形形狀。

【請求項6】 如請求項 1、4 及 5 中任一項所述的粒鐵製造裝置，具有保護罩，所述保護罩覆蓋所述上段冷卻水管組與所述傾斜面連接的連接部的上側，所述保護罩的上端部封閉。

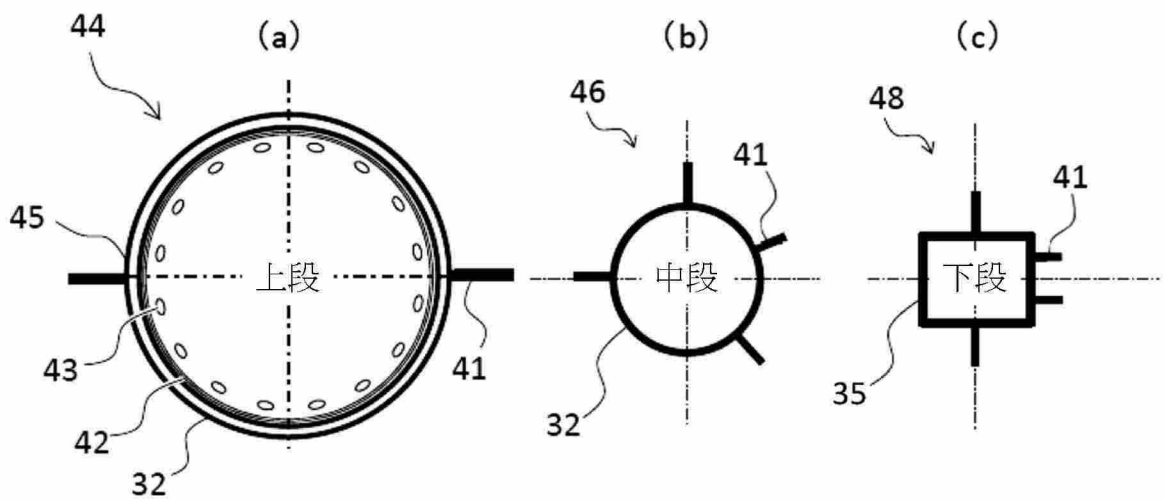
【請求項7】 如請求項 6 所述的粒鐵製造裝置，其中，所述保護罩的剖面形狀為自上方朝向下方擴展的半圓或半橢圓形狀。

【請求項8】 如請求項 3 所述的粒鐵製造裝置，其中，所述供給口是短邊的長度為 3 mm 以上的長方形的狹縫。

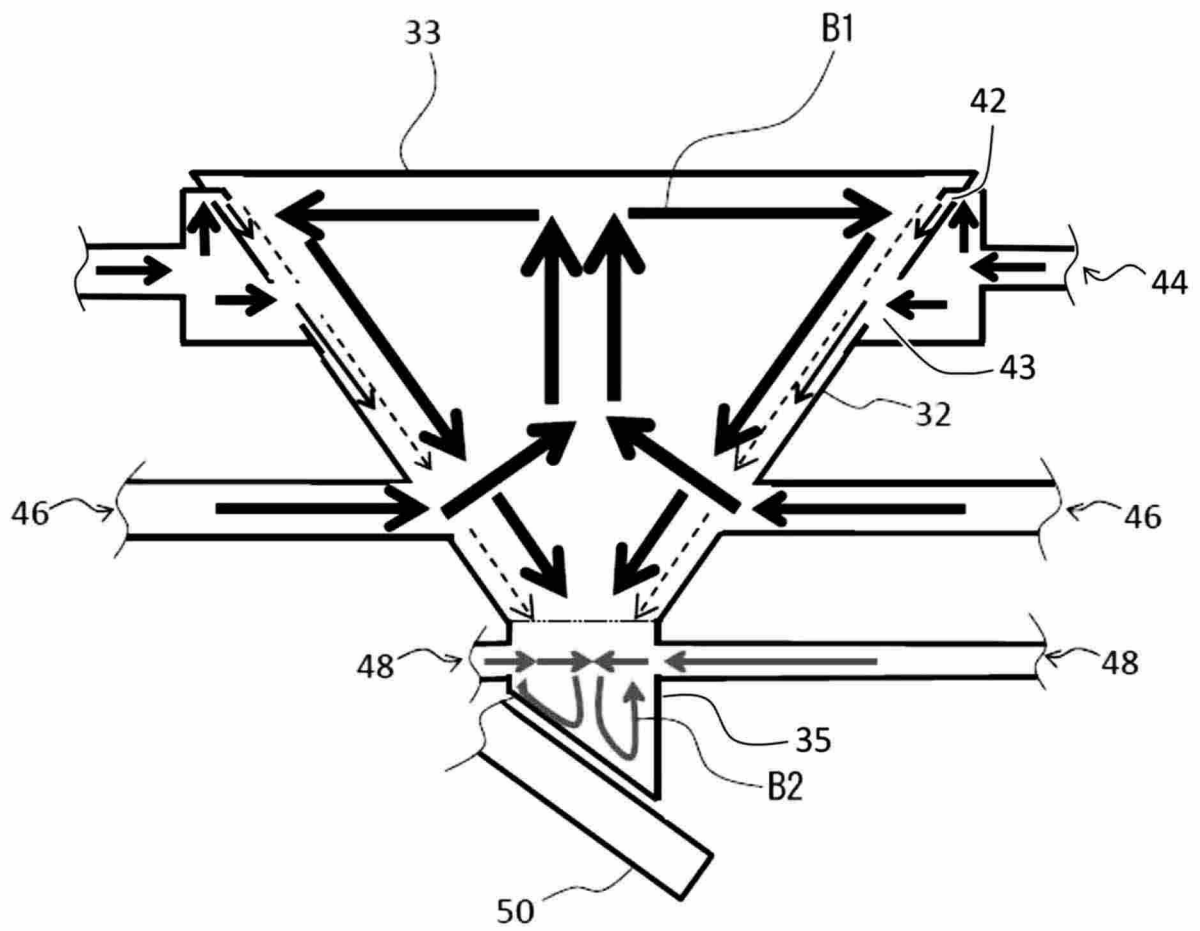
【發明圖式】



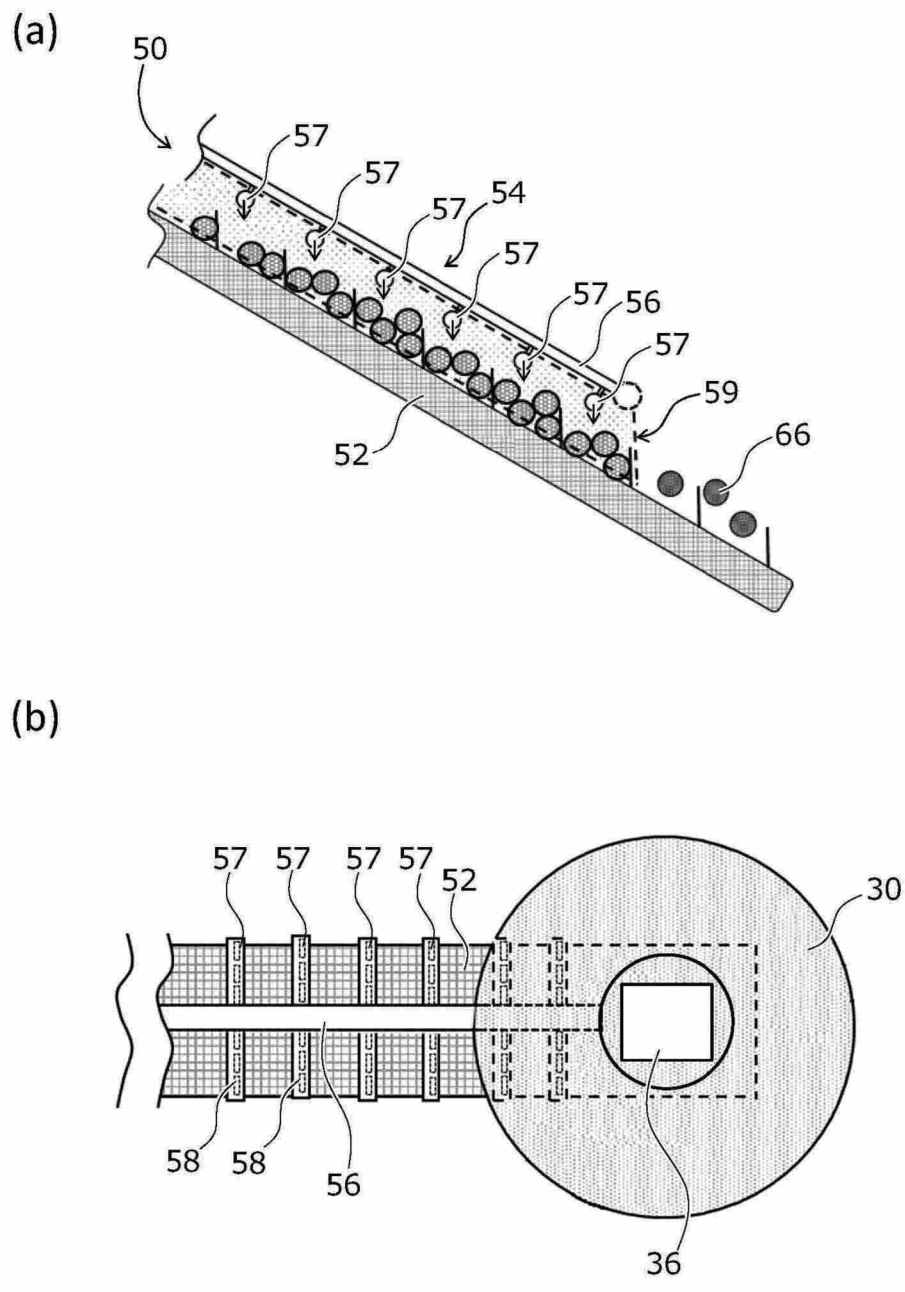
【圖1】



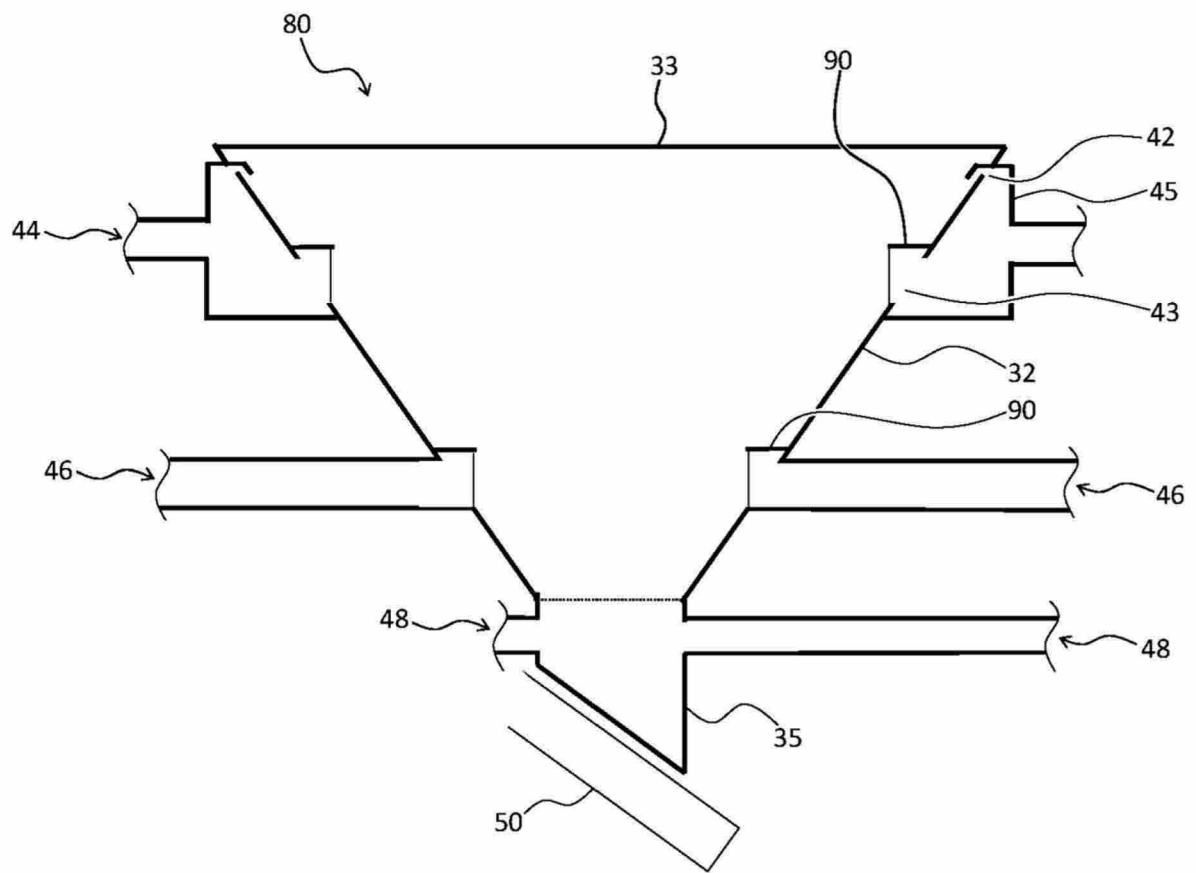
【圖2】



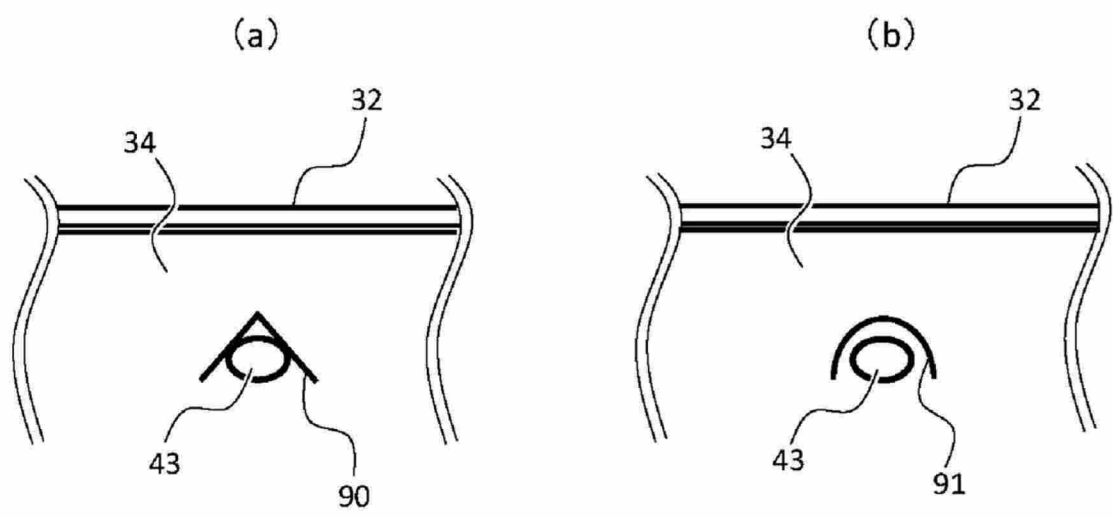
【圖3】



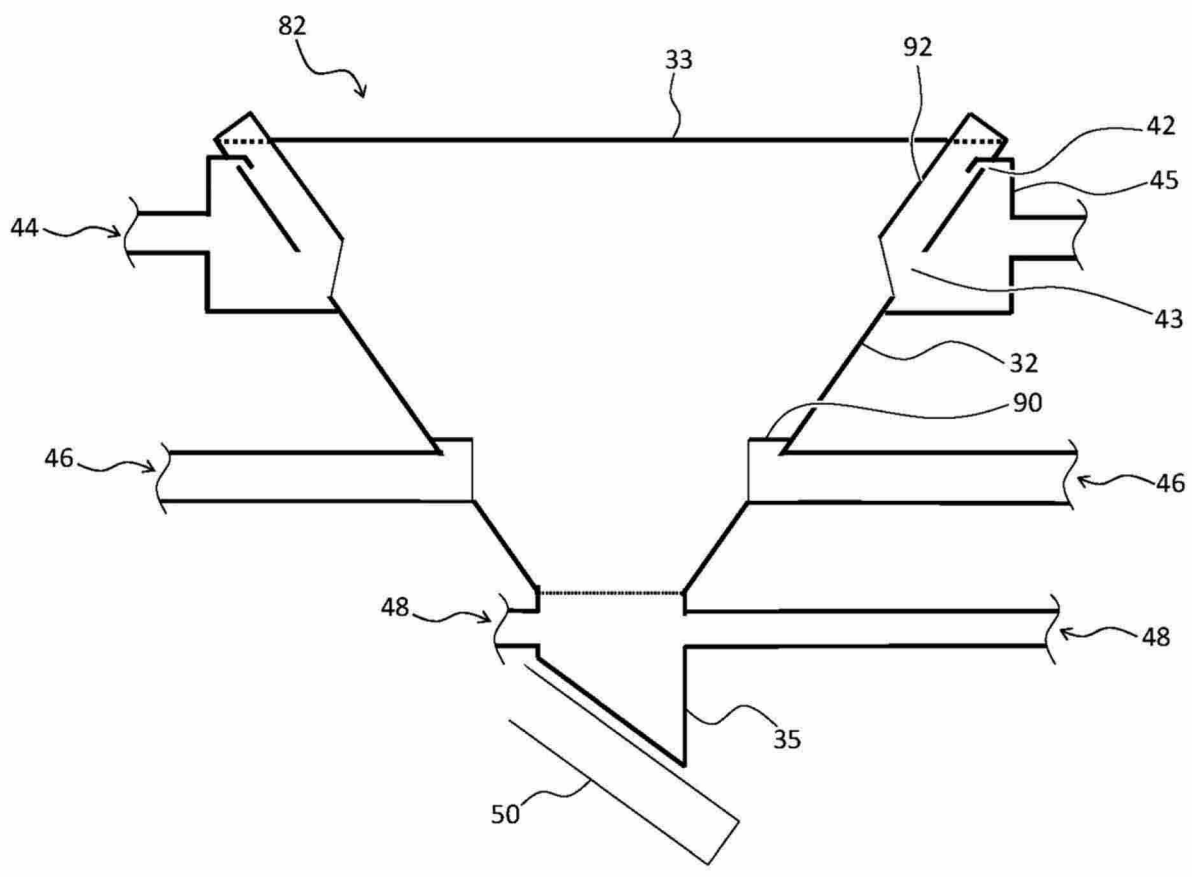
【圖4】



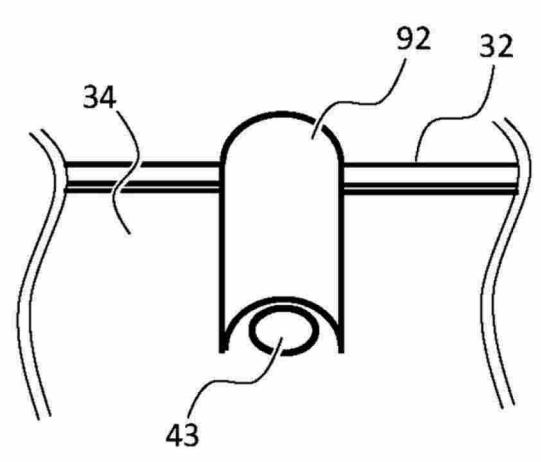
【圖5】



【圖6】



【圖7】



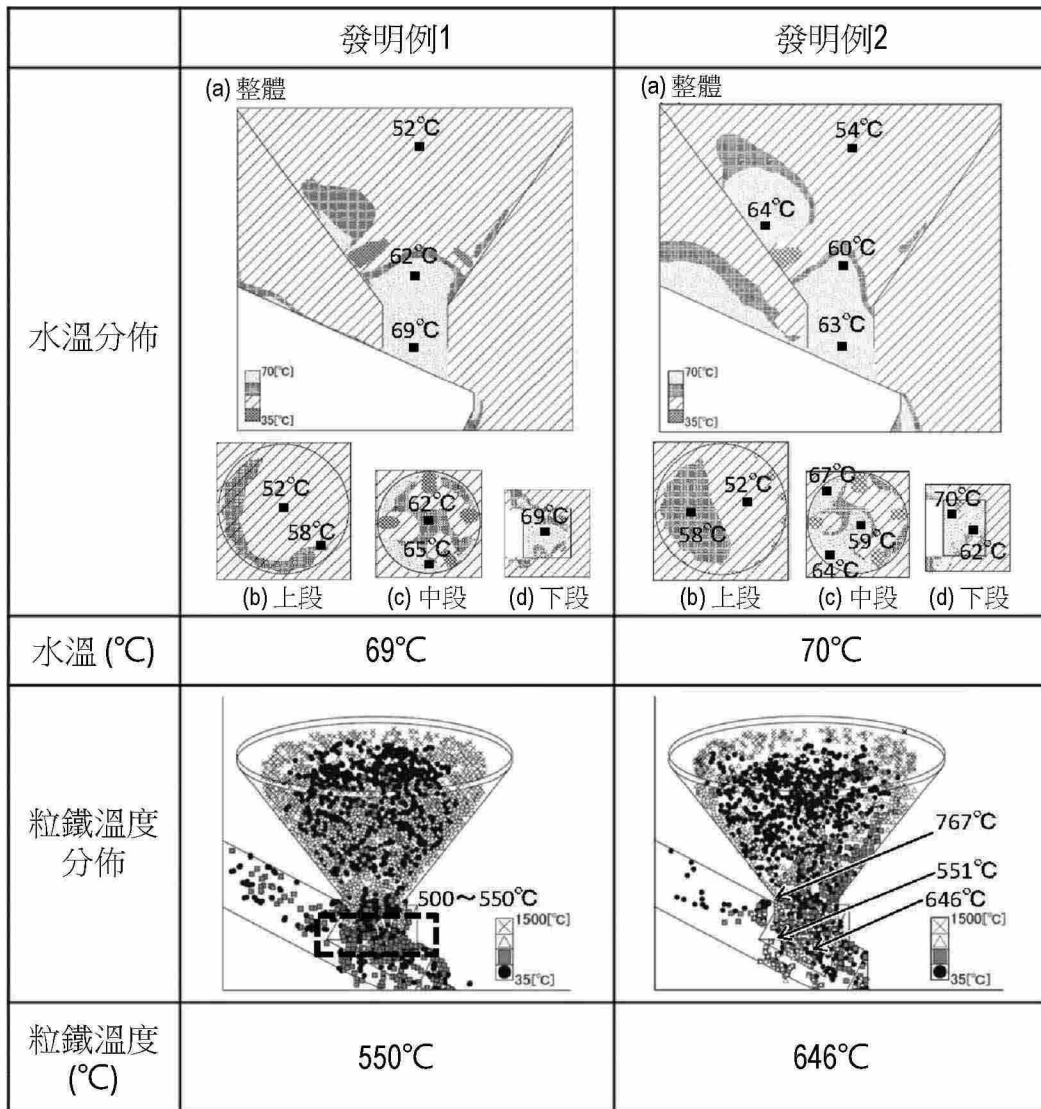
【圖8】

	發明例1	發明例2
配管佈局		
配管根數 [根]	上段/中段/下段=2/4/4	上段/中段/下段=1/4/3
流量分配 [m³/h]	上段:中段:下段=1000:3500:500	上段:中段:下段=3000:1500:500
配管直徑 [稱呼為A]	上段/中段/下段=150A/400A/250A	上段/中段/下段=150A/400A/250A

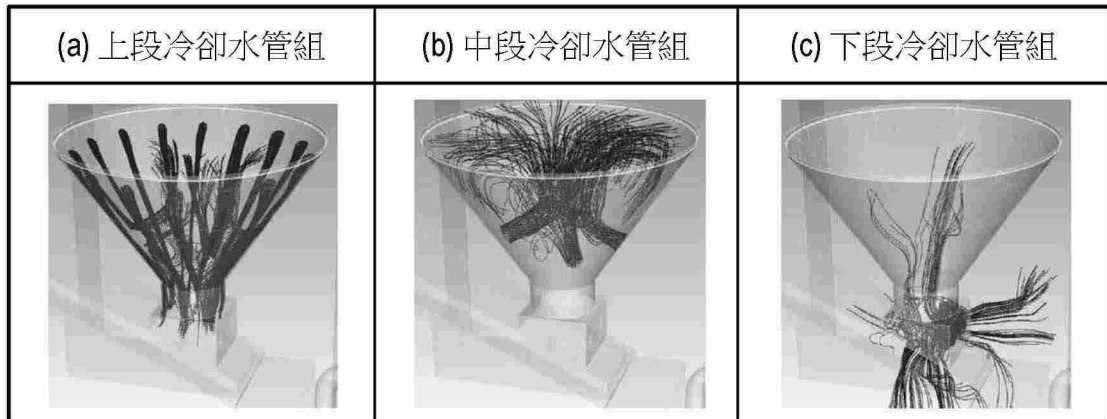
【圖9】

	比較例1	比較例2
配管佈局		
配管根數 [根]	上段/中段/下段=0/4/0	上段/中段/下段=2/2/1
流量分配 [m ³ /h]	上段:中段:下段=0:5000:0	上段:中段:下段=2000:2000:300
配管直徑 [稱呼為A]	上段/中段/下段=-/400A/-	上段/中段/下段=150A/400A/250A

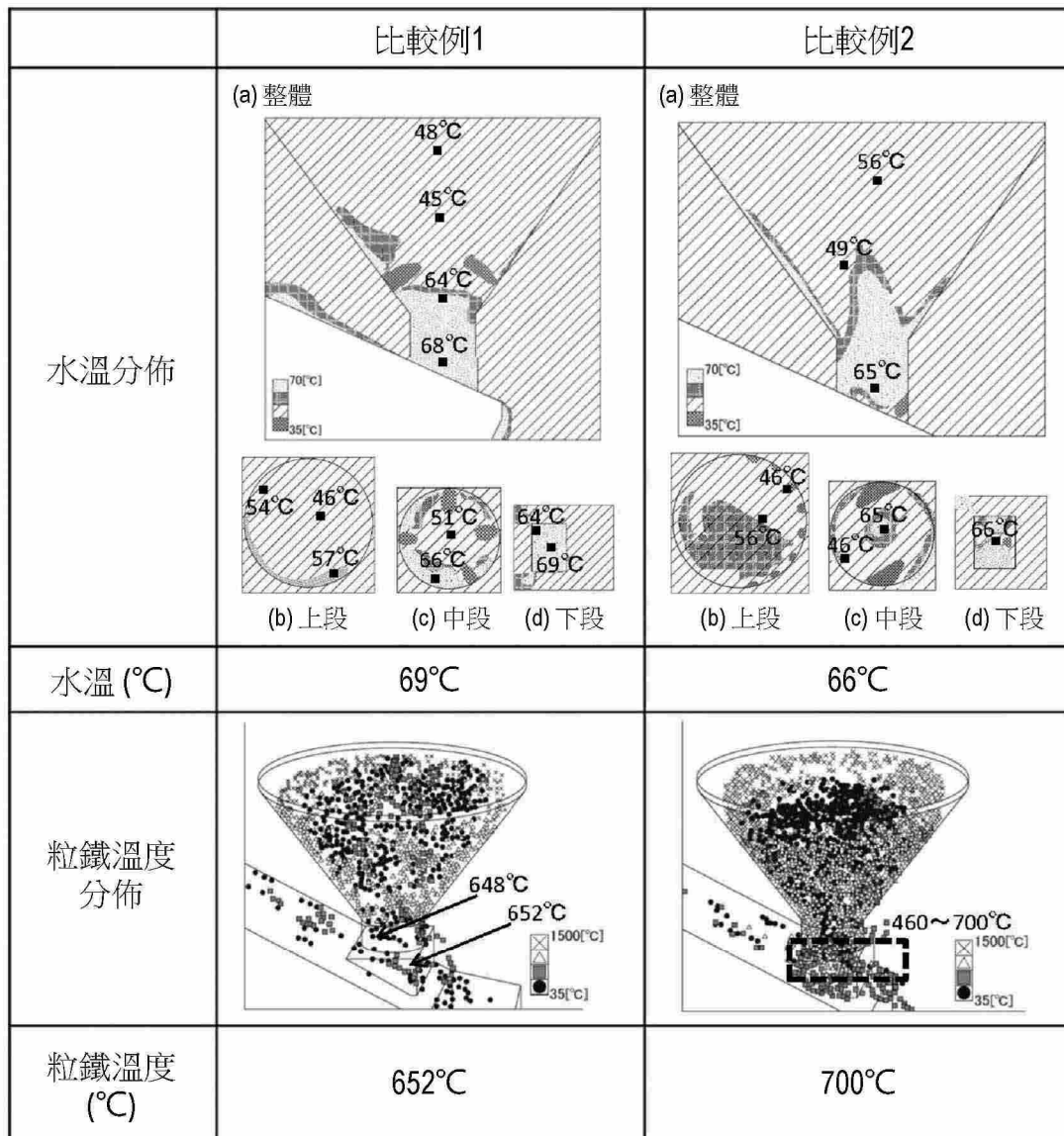
【圖10】



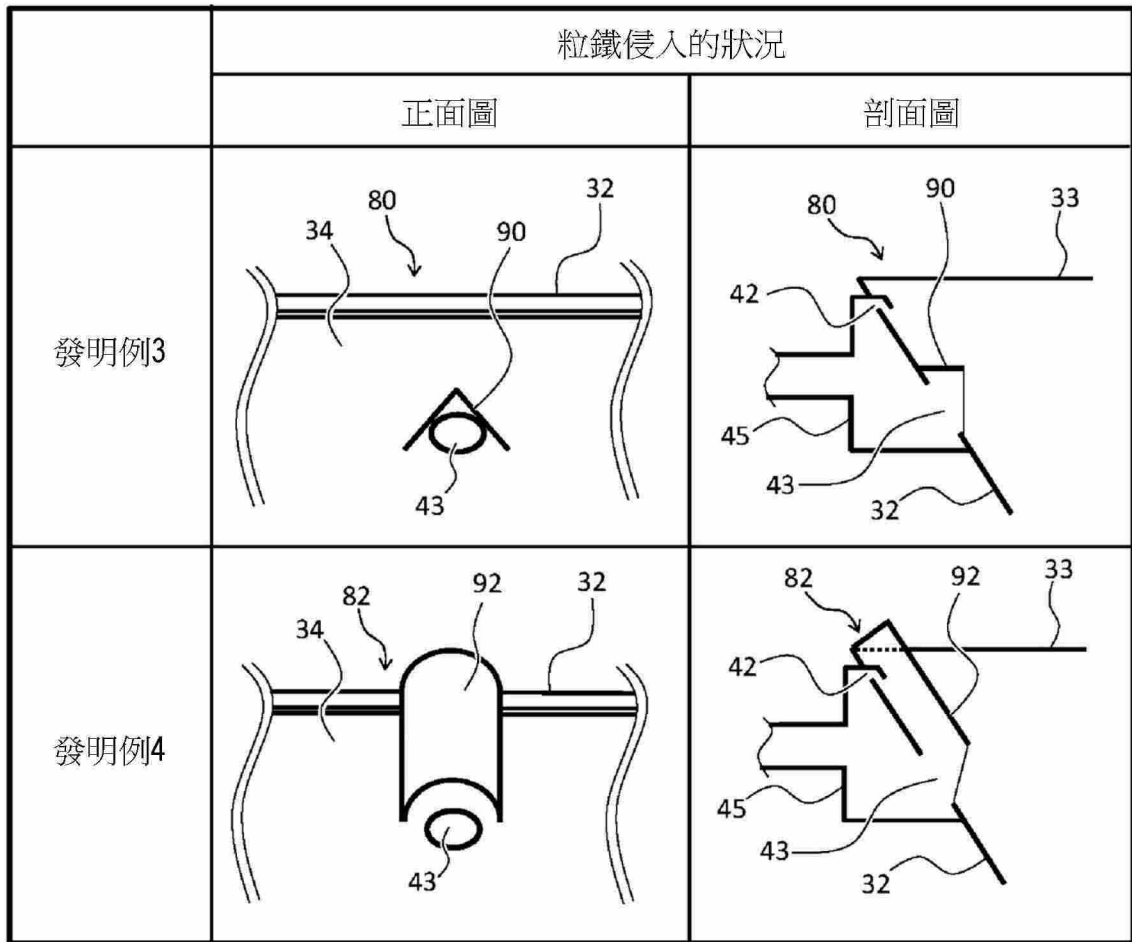
【圖11】



【圖12】

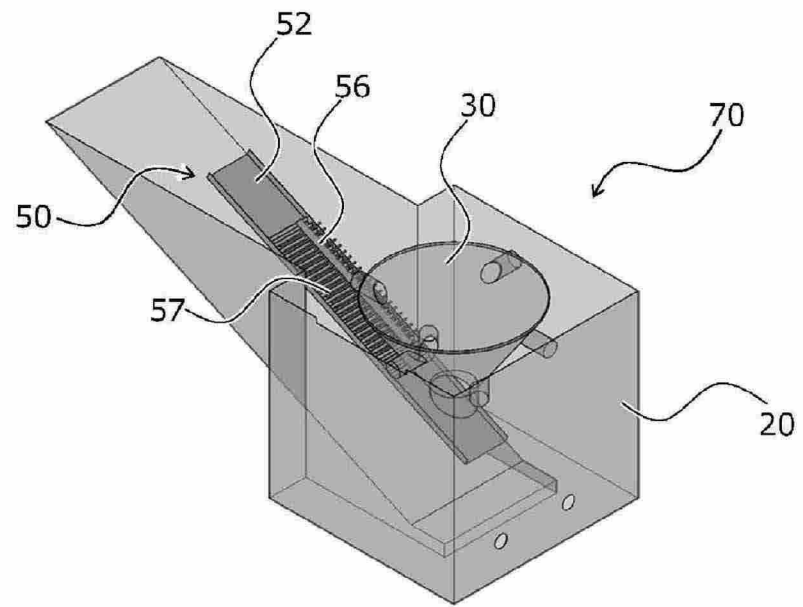


【圖13】

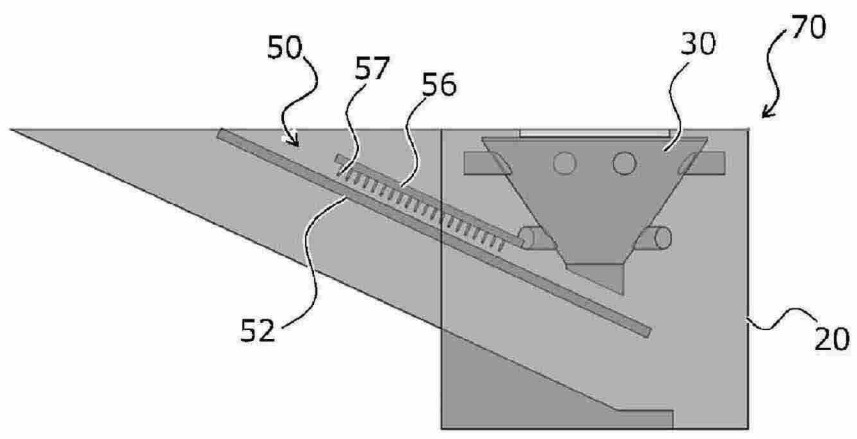


【圖14】

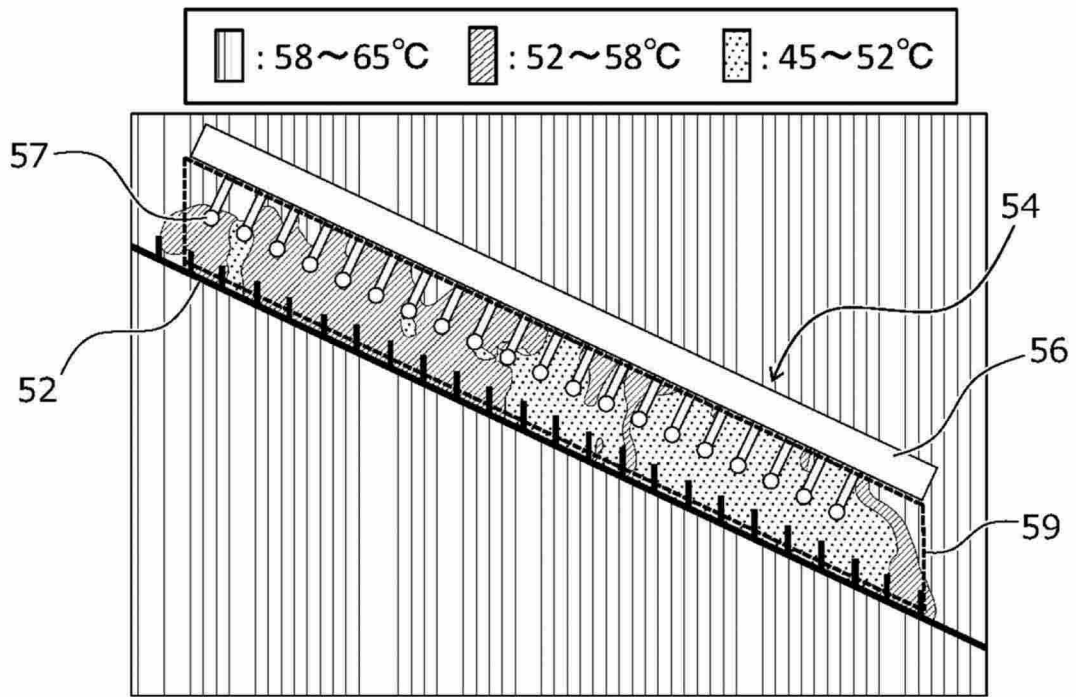
(a)



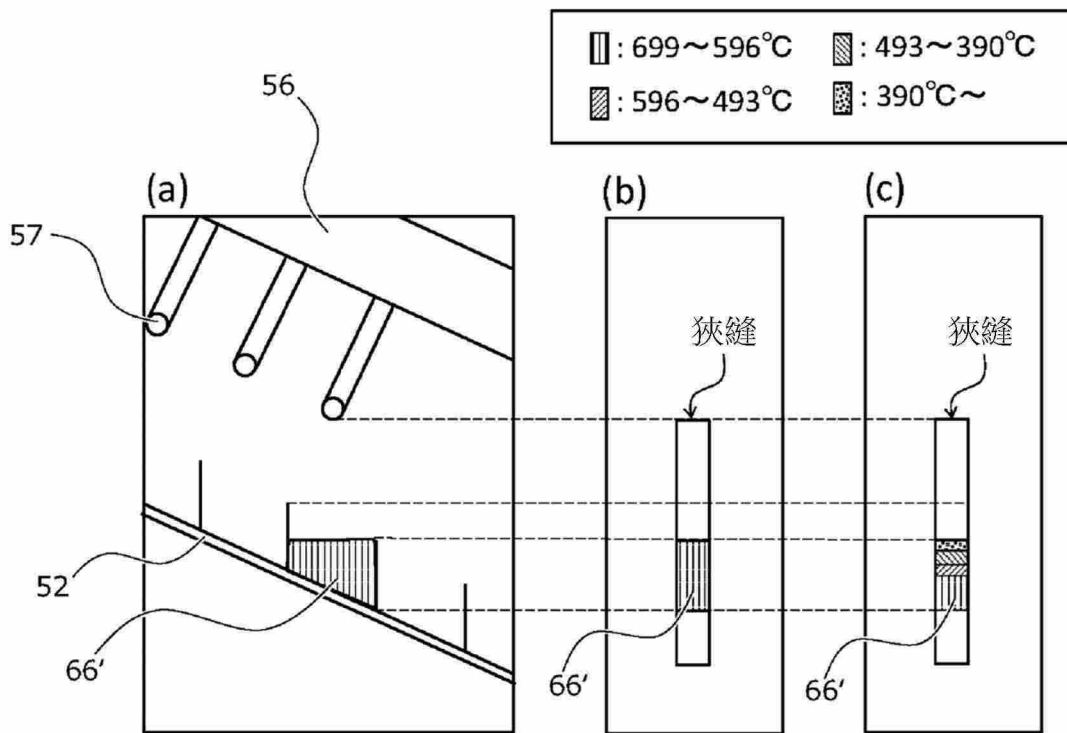
(b)



【圖15】



【圖16】



【圖17】