

(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2021-54016  
(P2021-54016A)

(43) 公開日 令和3年4月8日(2021.4.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 2 7 K</b> 5/00 (2006.01)	B 2 7 K 5/00 F	2 B 2 3 O
<b>F 2 6 B</b> 9/06 (2006.01)	F 2 6 B 9/06 H	3 L 1 1 3

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2019-181791 (P2019-181791)  
(22) 出願日 令和1年10月2日 (2019.10.2)

(71) 出願人 504258527  
国立大学法人 鹿児島大学  
鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号  
(74) 代理人 100095407  
弁理士 木村 満  
(74) 代理人 100162259  
弁理士 末富 孝典  
(74) 代理人 100168114  
弁理士 山中 生太  
(74) 代理人 100146916  
弁理士 廣石 雅紀  
(72) 発明者 服部 芳明  
鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号  
国立大学法人 鹿児島大学内

最終頁に続く

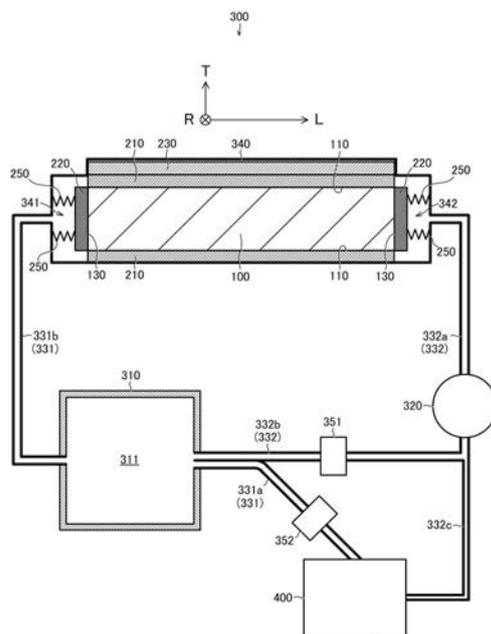
(54) 【発明の名称】 木材の乾燥方法

(57) 【要約】

【課題】角材に製材された木材を、省エネルギー化を図りつつ速やかに乾燥させることができるにも関わらず、内部割れが発生しにくく、しかも、木材の性質や乾燥条件等によっては木材の強度を高めうる、木材の乾燥方法を提供する。

【解決手段】準備工程では、木材100を、一对の柎目面110のそれぞれに、通気性を有する通気性部材210を押し当てることにより、通気性部材210を介してT軸方向に加圧した加圧状態とし、且つ一对の板目面と一对の木口面130とのそれぞれからの水分の蒸発を抑制した蒸発抑制状態とする。乾燥工程では、予め定められた目標温度に近づけた空気を、一对の柎目面110に押し当てられている各々の通気性部材210の内部を通過させ、各々の通気性部材210を通過した空気から水分を除去し、その水分が除去された空気を目標温度に近づけて、再び各々の通気性部材210に導入する空気の循環系を構成する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

乾燥の対象である、角材に製材された木材を、前記木材の外面上における、各々前記木材の L 軸方向に延在し且つ互いに前記木材の T 軸方向に対向する位置にある第 1 部位及び第 2 部位のそれぞれに、通気性を有する通気性部材を押し当てることにより、前記通気性部材を介して T 軸方向に加圧した加圧状態とし、且つ前記外面上における、各々前記木材の L 軸方向に延在し且つ互いに前記木材の R 軸方向に対向する位置にある第 3 部位及び第 4 部位と、互いに前記木材の L 軸方向に対向する位置にある第 5 部位及び第 6 部位と、のそれぞれからの水分の蒸発を抑制した蒸発抑制状態とする準備工程と、

前記加圧状態及び前記蒸発抑制状態を維持したまま、予め定められた目標温度に近づけた空気を、前記第 1 部位及び前記第 2 部位に押し当てられている各々の前記通気性部材の内部を通過させることにより、前記木材から水分を除去し、各々の前記通気性部材を通過した前記空気から前記水分を除去し、且つ該水分が除去された前記空気を前記目標温度に近づけて、再び各々の前記通気性部材に導入する前記空気の循環系を構成することにより、前記木材に含まれる前記水分を徐々に除く乾燥工程と、  
を有する、木材の乾燥方法。

## 【請求項 2】

前記乾燥工程では、

熱源で加熱された前記空気を、各々の前記通気性部材の一端面へと案内する導入用案内部と、

各々の前記通気性部材の他端面から流出した前記空気を、前記導入用案内部へ戻す帰還用案内部と、

前記帰還用案内部における前記空気の経路上に配置され、自己を通過する前記空気から水分を除去する水分除去部と、

を備える循環式乾燥装置を用いて、前記循環系を構成する、

請求項 1 に記載の木材の乾燥方法。

## 【請求項 3】

前記導入用案内部が、前記空気を溜めるバッファ空間を画定するバッファ部を有し、

前記帰還用案内部が、前記水分除去部を通過した前記空気を前記バッファ空間へ戻す、

請求項 2 に記載の木材の乾燥方法。

## 【請求項 4】

前記準備工程では、各々前記加圧状態及び前記蒸発抑制状態にされている複数本の前記木材を、前記通気性部材を前記木材間に介在するスペーサーとして用いて、積み重ねた状態に準備し、

前記乾燥工程では、複数本の前記木材に押し当てられている前記通気性部材を含む共通の前記循環系を構成することにより、複数本の前記木材を並行して乾燥させる、

請求項 1 に記載の木材の乾燥方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、木材の乾燥方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

木材は、含水率の低下に伴って、反り、曲がりといった変形や乾燥割れが生じる性質をもつ。そこで、変形や乾燥割れを最小限に抑えるために、原木から製材した未乾燥の木材は、予め乾燥によって含水率を利用目的にかなうように低下させた上で、建築用木材、家具等としての使用に供される。

## 【0003】

木材の乾燥方法には、自然状態で木材を乾燥させる天然乾燥法と、木材の乾燥を人工的に制御する人工乾燥法とがある。乾燥に要する時間の短縮を図るには、人工乾燥法が有利

10

20

30

40

50

であるが、人工乾燥法では、木材の樹種によっては温度や湿度条件の設定、さらにはそれらの条件の継続時間を最適に設定することが難しく、木材に割れが発生しやすい。

【0004】

非特許文献1の369頁に記載されているように、乾燥後の木材を横切りしたときにみられる内部の割れのことを特に内部割れという。木材の表層部が縮む量に対して、木材の内層部が縮む量が相対的に大きいと、内層部に引っ張り応力が作用する。その引っ張り応力が細胞どうしの結合の強さを超えると、内部割れが生じる。

【0005】

そこで、特許文献1及び2は、木材を100以上に加熱しながらも、加熱の温度スケジュールを工夫することで、内部割れの発生を抑える人工乾燥法を提案している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2003-80504号公報

【特許文献2】特開2007-144866号公報

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】寺澤眞著、「木材乾燥のすべて」海青社、1994年10月1日

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0008】

特許文献1及び2に係る人工乾燥法を用いる場合であっても、乾燥の条件を厳しくすると、木材に内部割れが発生しがちである。また一般に、乾燥によって木材の強度は増大するが、より強度が高められた木材を得ることができる乾燥方法が望まれている。また、木材の乾燥には、多大なエネルギーを要する場合が多いので、省エネルギー化が望まれる。

【0009】

本発明の目的は、角材に製材された木材を、省エネルギー化を図りつつ速やかに乾燥させることができるにも関わらず、内部割れが発生しにくく、しかも、木材の性質や木材が含有する水分の状態、あるいは、乾燥条件によっては木材の強度を高めうる、木材の乾燥方法を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

まず、本明細書で用いる用語について説明する。本明細書において、L (Longitudinal) 軸とは、木材の繊維が延在している方向に略平行な仮想軸を指す。R (Radial) 軸とは、木材の年輪の半径の方向に略平行な仮想軸を指す。T (Tangential) 軸とは、木材の年輪に対する接線の方向に略平行な仮想軸を指す。L 軸、R 軸、及びT 軸は互いに直交するように、木材に対して定められる。

【0011】

また、木材の第1部位及び第2部位とは、その木材の外面上における、各々その木材のL 軸方向に延在し且つ互いにその木材のT 軸方向に対向する位置にある一対の部位を指す概念とする。また、木材の第3部位及び第4部位とは、その木材の外面上における、各々その木材のL 軸方向に延在し且つ互いにその木材のR 軸方向に対向する位置にある一対の部位を指す概念とする。また、木材の第5部位及び第6部位とは、その木材の外面上における、互いにその木材のL 軸方向に対向する位置にある一対の部位を指す概念とする。

40

【0012】

本発明に係る木材の乾燥方法は、

乾燥の対象である、角材に製材された木材を、前記木材の第1部位及び第2部位のそれぞれに、通気性を有する通気性部材を押し当てることにより、前記通気性部材を介してT 軸方向に加圧した加圧状態とし、且つ前記木材の第3部位及び第4部位と第5部位及び第6部位と、のそれぞれからの水分の蒸発を抑制した蒸発抑制状態とする準備工程と、

50

前記加圧状態及び前記蒸発抑制状態を維持したまま、予め定められた目標温度に近づけた空気を、前記第1部位及び前記第2部位に押し当てられている各々の前記通気性部材の内部を通過させることにより、前記木材から水分を除去し、各々の前記通気性部材を通過した前記空気から前記水分を除去し、且つ該水分が除去された前記空気を前記目標温度に近づけて、再び各々の前記通気性部材に導入する前記空気の循環系を構成することにより、前記木材に含まれる前記水分を徐々に除く乾燥工程と、

を有する。

【0013】

前記乾燥工程では、

熱源で加熱された前記空気を、各々の前記通気性部材の一端面へと案内する部材（以下、導入用案内部と呼ぶことにする。）と、

各々の前記通気性部材の他端面から流出した前記空気を、前記導入用案内部へ戻す部材（以下、帰還用案内部と呼ぶことにする。）と、

前記帰還用案内部における前記空気の経路上に配置され、自己を通過する前記空気から水分を除去する部材（以下、水分除去部と呼ぶことにする。）と、

を備える循環式乾燥装置を用いて、前記循環系を構成してもよい。

【0014】

前記導入用案内部が、前記空気を溜めるバッファ空間を画定するバッファ部を有し、

前記帰還用案内部が、前記水分除去部を通過した前記空気を前記バッファ空間へ戻してもよい。

【0015】

前記準備工程では、各々前記加圧状態及び前記蒸発抑制状態にされている複数本の前記木材を、前記通気性部材を前記木材間に介在するスペーサーとして用いて、積み重ねた状態に準備し、

前記乾燥工程では、複数本の前記木材に押し当てられている前記通気性部材を含む共通の前記循環系を構成することにより、複数本の前記木材を並行して乾燥させてもよい。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、乾燥工程において目標温度に近づけられた空気が各々の通気性部材を通過することにより、第1部位及び第2部位からの水分の蒸発が促進される。このため、角材に製材された木材を速やかに乾燥させることができる。また、通気性部材を通過した空気が再び通気性部材に導入される、空気の循環系を構成することにより、省エネルギー化を図ることができる。

【0017】

木材が乾燥する過程で、木材の細胞に含まれる水分が減少することで細胞の落ち込み（cell collapse）が発生する場合は、特に広葉樹材に多い。R軸方向を長軸とする細胞がR軸方向に並んでいる場合、細胞の落ち込みが発生すると、これらR軸方向に並ぶ細胞の各々がT軸方向に落ち込むので、木材の内層部がT軸方向に収縮しようとする。これに該当する木材細胞の種類は、主として、放射組織を構成する放射柔細胞、あるいは、軸方向柔細胞である。これらの細胞に加えて、L軸方向を長軸とする細胞の複数個が並んでいても、各々がT軸方向に落ち込む傾向があるため、木材の内層部がT軸方向に収縮しようとする。これに該当する細胞の種類は仮道管や木繊維である。

【0018】

木材の内層部がT軸方向に収縮しようとする際、木材の外層部を構成する第3部位から第6部位においては、水分の蒸発が抑制されているので、含水率が繊維飽和点より高い状態にあるため、これらの部位における細胞壁の乾燥による硬化は進んでいない。しかも、水分の蒸発が抑制されているため、外層部といえども細胞が落ち込むために内層部と同じようにT軸方向に収縮しようとする。さらに、外層部の収縮の量が、何らかの原因によって内層部よりも少ない場合でも、木材はT軸方向に加圧されているので、第3部位から第6部位にもT軸方向の加圧力が作用しているため、内層部がT軸方向に収縮する過程で、

第3部位から第6部位も内層部の収縮に追隨してT軸方向に収縮する。

【0019】

このため、第3部位から第6部位の収縮の量と内層部の収縮の量との間の差に起因する内部割れが、発生しにくい。また、木材全体がT軸方向に収縮することで、木材の組織がT軸方向に緻密化されるので、木材の強度を高めうる。但し、木材の性質や木材が含有する水分の状態、あるいは、乾燥条件によっては細胞の落ち込みの発生程度が異なるため、木材組織の緻密化の程度は樹種等によって異なる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】実施形態1に係る循環式乾燥装置の構成を示す概念図。

10

【図2】実施形態1に係る乾燥の対象である木材の斜視図。

【図3】実施形態1に係る通気性部材及び封止部材の組み付けの態様を示す概念図。

【図4】実施形態2に係る乾燥の対象である木材の積みされた状態を示す概念図。

【図5】実施形態3に係る通気性部材及び封止部材の組み付けの態様を示す概念図。

【図6】実施形態4に係る通気性部材及び封止部材の組み付けの態様を示す概念図。

【図7】実施形態5に係る乾燥の対象である木材の積みされた状態を示す概念図。

【図8】実施形態6に係る通気性部材及び封止部材の組み付けの態様を示す概念図。

【図9】実施形態7に係る通気性部材包囲体を示す斜視図。

【図10】実施形態7に係る通気性部材包囲体のL軸に垂直な断面図。

【図11】実施形態7に係る通気性部材包囲体のL軸に平行な断面図。

20

【図12】実施形態8に係る乾燥の対象である木材の積みされた状態を示す概念図。

【図13】実施形態9に係る通気性部材及び封止部材の組み付けの態様を示す概念図。

【図14】実施形態10に係る通気性部材及び封止部材の組み付けの態様を示す概念図。

【図15】実施形態11に係る通気性部材及び封止部材の組み付けの態様を示す概念図。

【図16】実施形態12に係る錘の支持態様を示す正面図。

【図17】実施形態12に係る錘の支持態様を示す側面図。

【図18】実施形態13に係る錘の支持態様を示す正面図。

【図19】実施形態13に係る錘の支持態様を示す側面図。

【発明を実施するための形態】

【0021】

30

以下、図面を参照し、実施形態1 - 4に係る木材の乾燥方法について説明する。図中、同一又は対応する部分に同一の符号を付す。

【0022】

[実施形態1]

図1に示すように、本実施形態では、循環式乾燥装置300を用いて、木材100を乾燥させる。以下まず、乾燥の対象である木材100について説明する。

【0023】

図2に、本実施形態で乾燥の対象とする、角材に製材された木材100を示す。図2には、木材100の繊維が延在している方向に略平行な仮想軸であるL軸、木材100の年輪の半径の方向に略平行な仮想軸であるR軸、及び木材100の年輪に対する接線の方向に略平行な仮想軸であるT軸を付している。

40

【0024】

図2に示すように、本実施形態では、二方桁に木取られた木材100を乾燥の対象とする。つまり、木材100は、各々L軸及びR軸に平行な一对の桁目面110と、各々L軸及びT軸に平行な一对の板目面120と、各々T軸及びR軸に平行な一对の木口面130とを有する直方体状に形成されている。

【0025】

一对の桁目面110は、木材100の外面上における、各々L軸方向に延在し且つ互いにT軸方向に対向する位置にある第1部位及び第2部位の一例である。一对の板目面120は、木材100の外面上における、各々L軸方向に延在し且つ互いにR軸方向に対向す

50

る位置にある第3部位及び第4部位の一例である。一对の木口面130は、木材100の外面上における、互いにL軸方向に対向する位置にある第5部位及び第6部位の一例である。

#### 【0026】

以下、図1に示した循環式乾燥装置300によって、上述した木材100を乾燥させる手順について説明する。以下では、循環式乾燥装置300の構成部材のうち、木材100にあてがって用いられるもの等に対しては、木材100の場合と同じ方向にT軸、R軸、L軸を設定することにする。

#### 【0027】

図1に示すように、まず、循環式乾燥装置300による乾燥に先立ち、木材100の乾燥を適切に進行させるために、予め木材100の外面に、通気性を有する通気性部材210及び蒸気の逸散を阻止する封止部材220を配置する準備工程が行われる。以下、準備工程について具体的に説明する。

#### 【0028】

図3に示すように、準備工程では、T軸方向が鉛直方向と一致する向きに置かれた木材100の一对の柀目面110のそれぞれに通気性を有する通気性部材210を押し当てる。これにより、木材100を、通気性部材210を介してT軸方向に加圧した加圧状態とする。

#### 【0029】

一对の通気性部材210の各々は、木材100の柀目面110を略全域にわたって覆っている。但し、上下一対の通気性部材210の各々のR軸方向の幅は、木材100のR軸方向の幅よりも短く、かつT軸に平行な視線でみて、通気性部材のR軸方向の両端面と、木材100の左右一对の板目面120との間に、木材の柀目面110が僅かに露出している。本実施形態では、通気性部材210のR軸方向の幅は、木材100のR軸方向の幅の92%以上、98%以下、具体的には95%としている。

#### 【0030】

本実施形態では、各々の通気性部材210は、複数枚のステンレス製の網をT軸方向に積層した網積層体を含んで構成されている。網積層体のT軸方向中央部分には、通気性部材210の高強度化を図るためのステンレス製のプレートが配置されている。

#### 【0031】

木材100のT軸方向の加圧には、錘230が用いられる。具体的には、T軸方向が鉛直方向と一致する向きに置かれた木材100の、上方の柀目面110に、通気性部材210を介して錘230が載置されている。下方の柀目面110は、錘230の荷重に対する地面からの反力を、下方の通気性部材210を介して受ける。つまり、木材100は、錘230の荷重によって、T軸方向に加圧されている。

#### 【0032】

錘230が木材100に与えるT軸方向の加圧力は、特に限定されず、木材100の材種等に応じて適宜に定められる。錘230による加圧力は、例えば、 $0.1 \text{ kgf/cm}^2$ 以上、 $4 \text{ kgf/cm}^2$ 以下である。通気性部材210は、錘230による加圧力を受けても、T軸方向及びL軸方向の通気性が確保される程の圧縮強さを有する。また、上方の柀目面110に接する通気性部材210は、錘230の荷重を柀目面110に均一に伝えることができる程の曲げ強さを有する。

#### 【0033】

また、準備工程では、木材100を、一对の板目面120と、一对の木口面130とのそれぞれからの水分の蒸発を抑制した蒸発抑制状態とする。

#### 【0034】

具体的には、一对の板目面120のそれぞれを、蒸気の通過を遮断する封止部材220で覆う。また、図3には示さないが、図1に示すように、一对の木口面130のそれぞれも、封止部材220で覆う。封止部材220は、一对の板目面120と一对の木口面130とのそれぞれに密接した状態で、それぞれの全域を覆っている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 5 】

なお、封止部材 2 2 0 は、一对の板目面 1 2 0 と一对の木口面 1 3 0 とのそれぞれからの熱の逸散を抑制して効率的な乾燥を実現するために、断熱性を有することが好ましい。また、封止部材 2 2 0 は、1 0 0 以上の耐熱性も有する。具体的には、本実施形態では、内部に閉じた空隙を多数有する発泡構造をもつシリコンフォームによって、封止部材 2 2 0 を構成している。発泡構造をもつことで、断熱性を発揮する。

## 【 0 0 3 6 】

図 3 に示すように、以上説明した木材 1 0 0、通気性部材 2 1 0、封止部材 2 2 0、及び錘 2 3 0 は、外殻体 3 4 0 の気密な内部に収容された状態で準備される。外殻体 3 4 0 は、L 軸方向に長尺に延在しており、内部に気密な収容空間を画定している。

10

## 【 0 0 3 7 】

外殻体 3 4 0 の内部には、各々封止部材 2 2 0 を保持するための弾性体である押しばね 2 5 0 及び隙間充填シート 2 6 0 も収容されている。

## 【 0 0 3 8 】

一对の板目面 1 2 0 のそれぞれを覆う封止部材 2 2 0 の各々の下端面と、外殻体 3 4 0 の内面との間に、押しばね 2 5 0 が介在している。それらの押しばね 2 5 0 は、封止部材 2 2 0 が自重によって下方に移動しないように、封止部材 2 2 0 を支持している。

## 【 0 0 3 9 】

また、一对の板目面 1 2 0 のそれぞれを覆う封止部材 2 2 0 の各々の、R 軸方向に関して板目面 1 2 0 とは反対側の側面と、外殻体 3 4 0 の内面との間に、隙間充填シート 2 6 0 が R 軸方向に圧縮された状態で介在している。

20

## 【 0 0 4 0 】

隙間充填シート 2 6 0 は、伸縮可能なスポンジ状の材質よりなる。隙間充填シート 2 6 0 は耐熱性を有することが好ましい。具体的には、隙間充填シート 2 6 0 は、例えばシリコンフォームによって形成されている。なお、隙間充填シート 2 6 0 は、例えば合成樹脂製のスポンジによって形成されていてもよい。

## 【 0 0 4 1 】

外殻体 3 4 0 と封止部材 2 2 0 との間に介在する隙間充填シート 2 6 0 の各々は、封止部材 2 2 0 を板目面 1 2 0 に押し付けることにより、押しばね 2 5 0 と共に封止部材 2 2 0 を保持する役割を果たしている。

30

## 【 0 0 4 2 】

また、図 1 に示すように、一对の木口面 1 3 0 のそれぞれを覆う封止部材 2 2 0 の各々の、L 軸方向に関して封止部材 2 2 0 とは反対側の側面と、外殻体 3 4 0 の内面との間にも、押しばね 2 5 0 が L 軸方向に圧縮された状態で介在している。これらの押しばね 2 5 0 の各々は、封止部材 2 2 0 を木口面 1 3 0 に押し付けることにより、その封止部材 2 2 0 を保持している。

## 【 0 0 4 3 】

外殻体 3 4 0 は、木材 1 0 0、通気性部材 2 1 0、封止部材 2 2 0、及び錘 2 3 0 を内部に配置するために外部に開放された開状態とすることができ、且つ配置後は、それら木材 1 0 0、通気性部材 2 1 0、封止部材 2 2 0、及び錘 2 3 0 を気密に包囲する閉状態とすることができる開閉構造を有する。

40

## 【 0 0 4 4 】

図 1 を参照し、以下、循環式乾燥装置 3 0 0 における他の部分の構成について説明する。

## 【 0 0 4 5 】

循環式乾燥装置 3 0 0 は、熱源 4 0 0 で加熱された空気を外殻体 3 4 0 の L 軸方向の一端へと案内する導入用案内内部 3 3 1 と、外殻体 3 4 0 の L 軸方向の他端から流出した空気を、熱源 4 0 0 及び導入用案内内部 3 3 1 へ戻す帰還用案内内部 3 3 2 とを有する。

## 【 0 0 4 6 】

導入用案内内部 3 3 1 は、空気を溜めるバッファ空間 3 1 1 を画定しているバッファ部 3

50

10と、熱源400で加熱された空気をバッファ空間311へと案内する第1案内部331aと、バッファ空間311を外殻体340のL軸方向の一端と接続する第2案内部331bとによって構成されている。バッファ部310は、バッファ空間311の熱が外部に逸散することを抑制するために断熱性を有する。

【0047】

また、循環式乾燥装置300は、帰還用案内部332における空気の経路上に配置された水分除去部としての蒸気ドレン部320を備える。蒸気ドレン部320は、自己を通過する空気から水分を除去する。具体的には、蒸気ドレン部320は、空気に含まれる水分を凝縮させることにより除去し、水分量が低減された空気を出力する。

【0048】

帰還用案内部332は、外殻体340のL軸方向の他端を蒸気ドレン部320と接続する第3案内部332aと、蒸気ドレン部320を通過した空気をバッファ空間311へ戻す第4案内部332bと、蒸気ドレン部320を通過した空気を熱源400へ戻す第5案内部332cとによって構成されている。

【0049】

熱源400は、空気を加熱し得るものであれば、特に限定されない。例えば、熱源400は、ボイラー、燻煙を行う燻煙調質炉、炭化を行う炭焼き窯、その他の窯、薪ストーブ等であってもよく、これらの排熱を利用してよい。

【0050】

また、循環式乾燥装置300は、空気が、バッファ部310、外殻体340、及び蒸気ドレン320をこの順番に循環する循環系を構成する第1ファン351と、熱源400で加熱された空気を、第1案内部331aを通じてバッファ空間311へと送り込む第2ファン352とを備える。

【0051】

本実施形態では、第1ファン351は、第4案内部332bに配置されており、第2ファン352は、第1案内部331aに配置されている。第1ファン351と第2ファン352との風量をコントロールして差圧を作ることにより、加熱された空気の循環が実現される。但し、第1ファン351と第2ファン352との風量をコントロールする弁を循環系に備えてもよく、その場合は、第1ファン351と第2ファン352を配置する位置は、特に限定されない。

【0052】

以下、上述した加圧状態及び蒸発抑制状態を維持したまま木材100を乾燥させる乾燥工程における循環式乾燥装置300の動作について説明する。

【0053】

熱源400あるいは、その排熱で加熱された空気が、第1案内部331aを通過して、バッファ空間311へと流れ込む。バッファ空間311に溜められている空気は、第2案内部331bを通過して、外殻体340の内部におけるL軸方向の一端部分に確保されている空隙341へと流れ込む。

【0054】

空隙341には、木材100のL軸方向の一端面である木口面130を覆っている封止部材220と、各々の通気性部材210のL軸方向の一端面とが露出している。封止部材220は通気性を有さないため、空隙341に流れ込んだ空気は、通気性部材210のL軸方向の一端面から、通気性部材210の内部へとL軸方向に流れ込む。

【0055】

以上のように、第2案内部331b及び空隙341は、各々の通気性部材210のL軸方向の一端面へと空気を案内する。各々の通気性部材210に流れ込む空気の温度は、木材100の乾燥を能率的に行うためには100以上が好ましく、より好ましくは、120超、180以下である。但し、木材100の表面の色の変色を避ける場合には、各々の通気性部材210に流れ込む空気の温度は、100未満でもよい。

【0056】

10

20

30

40

50

上方の通気性部材 2 1 0 は、L 軸方向の両端面が解放されている一方で、木材 1 0 0 に接している面とは T 軸方向に関して反対の面、即ち 2 3 0 と接する面と、R 軸方向の両端面とが気密に封止された構造を有する。下方の通気性部材 2 1 0 も同様に、L 軸方向の両端面が解放されている一方で、木材 1 0 0 に接している面とは T 軸方向に関して反対の面、即ち、外殻体 3 4 0 の内面と接する面と、R 軸方向の両端面とが気密に封止された構造を有する。

【 0 0 5 7 】

従って、図 1 において、各々の通気性部材 2 1 0 に流れ込んだ空気は、T 軸方向及び R 軸方向に逸散することなく、通気性部材 2 1 0 の内部を L 軸方向に流れる。そして、通気性部材 2 1 0 の内部を流れる空気の熱によって、木材 1 0 0 の一对の柱目面 1 1 0 から水分が蒸発し、その蒸発した水分が、通気性部材 2 1 0 の内部を流れる空気に取り込まれる。

10

【 0 0 5 8 】

外殻体 3 4 0 の内部における L 軸方向の他端部分にも、空隙 3 4 2 が確保されている。その空隙 3 4 2 には、木材 1 0 0 の L 軸方向の他端面である木口面 1 3 0 を覆っている封止部材 2 2 0 と、各々の通気性部材 2 1 0 の L 軸方向の他端面とが露出している。

【 0 0 5 9 】

各々の通気性部材 2 1 0 の内部を L 軸方向に通過した空気は、空隙 3 4 2 を介して第 3 案内部 3 3 2 a に流れ込む。空隙 3 4 2 及び第 3 案内部 3 3 2 a は、各々の通気性部材 2 1 0 の L 軸方向の他端面から流出した空気を、蒸気ドレン部 3 2 0 へと案内する。

20

【 0 0 6 0 】

蒸気ドレン部 3 2 0 へと案内される空気には、木材 1 0 0 から蒸発した水分が含まれている。そこで、蒸気ドレン部 3 2 0 は、自己を通過する空気から水分を除去する。蒸気ドレン部 3 2 0 を通過した空気の一部は、第 4 案内部 3 3 2 b を通じて、バッファ空間 3 1 1 へ戻される。以上のようにして、空気の循環系が構成される。

【 0 0 6 1 】

また、蒸気ドレン部 3 2 0 を通過した空気の残部は、第 5 案内部 3 3 2 c を通じて、熱源 4 0 0 へ戻される。この第 5 案内部 3 3 2 c は、導入用案内部 3 3 1 の圧力よりも、帰還用案内部 3 3 2 の圧力を高く保つことにより、空気がバッファ部 3 1 0、通気性部材 2 1 0、及び蒸気ドレン部 3 2 0 を安定して循環し続けることに寄与している。

30

【 0 0 6 2 】

バッファ空間 3 1 1 は、通気性部材 2 1 0 に流れ込む空気の温度を、1 0 0 以上の目標温度に安定化させる役割を果たす。つまり、蒸気ドレン部 3 2 0 で水分が除去された空気が、バッファ空間 3 1 1 において再び目標温度に近づけられて、再び通気性部材 2 1 0 に導入される。また、バッファ空間 3 1 1 は、各々の通気性部材 2 1 0 に流れ込む空気の風量、即ち単位時間当たりの体積を安定化させる役割も果たす。

【 0 0 6 3 】

以上説明したように、本実施形態によれば、乾燥工程において、1 0 0 以上の目標温度に近づけられた空気が各々の通気性部材 2 1 0 を L 軸方向に通過する。これにより、木材 1 0 0 の一对の柱目面 1 1 0 からの水分の蒸発が促進されるため、木材 1 0 0 を速やかに乾燥させることができる。また、目標温度が 1 0 0 未満であっても、通気性部材 2 1 0 内の空気の流れを早めることによって、内部割れを発生させずに、木材 1 0 0 を速やかに乾燥させることができる。

40

【 0 0 6 4 】

また、通気性部材 2 1 0 を通過した空気が再び通気性部材 2 1 0 に導入される、空気の循環系が構成される。このため、通気性部材 2 1 0 を通過した空気の熱を、木材 1 0 0 の乾燥に再び利用することができる。これにより、省エネルギー化を図ることができる。また、省エネルギー化に資するため、木材 1 0 0 の乾燥に用いる空気を、熱源 4 0 0 の排熱で加熱することが可能である。

【 0 0 6 5 】

50

また、本実施形態に係る乾燥方法によれば、木材 100 に内部割れが発生しにくく、しかも木材 100 の強度を高めることができる。この理由について、以下に説明する。

【0066】

木材 100 が乾燥する過程で、木材 100 を構成する細胞の壁に存在する開口部が十分に小さい場合に、その細胞の内腔に満たされていた自由水が内腔外に移動することによって、自由水に作用し始める凝集力（引張力）によって細胞の落ち込み（cell collapse）が発生する。R 軸方向に並ぶ細胞の各々が T 軸方向に落ち込むので、木材の内層部が T 軸方向に収縮しようとする。

【0067】

仮に、細胞壁部分の含水率が繊維飽和点（おおむね含水率として 28%）以下になると、細胞壁に含まれている結合水が減少することに伴って細胞壁の硬化が進行する。従って、仮に木材 100 の外層部が硬化していると、木材 100 の内部が収縮しようとする際に、硬化した木材 100 の外層部がいわば“つかえ棒”として作用する。このため、木材 100 の内部が割れたり、その割れの幅が拡大したりする。

10

【0068】

これに対し、本実施形態では、木材 100 の外層部を構成する一对の板目面 120 と一对の木口面 130 との各々における水分の蒸発が、封止部材 220 によって抑制されているので、これらの部位における細胞壁の、乾燥による硬化は進んでいない。このため、内層部が T 軸方向に収縮する際に、一对の板目面 120 と一对の木口面 130 とが収縮を妨げる上記“つかえ棒”として作用することがない。

20

【0069】

また、本実施形態では、木材 100 が錘 230 によって T 軸方向に加圧されているので、一对の板目面 120 と一对の木口面 130 との各々にも T 軸方向の加圧力が作用している。このため、一对の板目面 120 と一对の木口面 130 との各々も、内層部の T 軸方向の収縮に追随しやすくなり、均一に、T 軸方向に収縮する。

【0070】

従って、一对の板目面 120 と一对の木口面 130 とが内層部の収縮に追随しないことに起因する内部割れが、発生しにくい。また、木材 100 の全体が T 軸方向に収縮することで、木材 100 の組織が T 軸方向に緻密化されるので、木材 100 の強度を高めることができる。

30

【0071】

なお、木材 100 は、T 軸方向だけでなく R 軸方向にも収縮するが、木材 100 の R 方向の収縮に伴って、隙間充填シート 260 が膨張する。このため、隙間充填シート 260 と外殻体 340 の内面との間に隙間が発生することはなく、隙間充填シート 260 によって封止部材 220 を安定して保持できる。

【0072】

また、図 3 に示したように、準備工程においては、T 軸に平行な視線でみて、通気性部材 210 の R 軸方向の両端面と、木材 100 の左右一对の板目面 120 との間に、木材の柁目面 110 を僅かに露出させる。このため、木材 100 が R 軸方向に収縮しつつ T 軸方向にも収縮する過程で、通気性部材 210 の R 軸方向の両端面と、封止部材 220 との間に接触が生じにくい。特に、上方の通気性部材 210 が、木材 100 の T 軸方向への収縮に伴って自由に下降でき、かつ左右一对の封止部材 220 に引っ掛かりにくい。

40

【0073】

具体的には、木材 100 が R 軸方向に X% 収縮することが見込まれる場合は、通気性部材 210 の R 軸方向の幅を、木材 100 の R 軸方向の幅の (100 - X)% に設計しておくことが好ましい。なお、既述のように、本実施形態では、X = 5 とした。これにより、通気性部材 210 の R 軸方向の両端面と、封止部材 220 との間の接触を回避できる。

【0074】

[実施形態 2]

上記実施形態 1 では、1 本の木材 100 を乾燥させる構成を例示したが、複数本の木材

50

100を一括して乾燥させることもできる。以下、その具体例について述べる。

【0075】

図4に示すように、本実施形態では、準備工程において、各々上述した加圧状態及び蒸発抑制状態にされている複数本の木材100を、互いのT軸、R軸、及びL軸を平行にし、且つT軸方向を鉛直方向と一致させて、積み上げた状態に準備する。

【0076】

通気性部材210が積木として用いられる。つまり、木材100と、その上に積まれている木材100との間には、積木としての通気性部材210が介在する。R軸方向に並ぶ木材100には、共通の1枚の通気性部材210を用いてもよい。最も上段に位置する通気性部材210に錘230が載せられており、最も下段に位置する通気性部材210の外面が外殻体340で封止されている点は、図3の構成と同様である。

10

【0077】

なお、各々の通気性部材210のR軸プラス側、即ち左側の端面が、最も左側に位置する木材100の左側の板目面120よりも、僅かにR軸マイナス側、即ち右側に位置する点は、実施形態1と同様である。また、各々の通気性部材210の右側の端面が、最も右側に位置する木材100の右側の板目面120よりも、僅かに左側に位置する点も、実施形態1と同様である。

【0078】

また、R軸方向に隣合う木材100の間には、封止部材220が介在する。最も左側においてT軸方向に並ぶ木材100には、共通の1枚の封止部材220を用いてもよい。また、最も右側においてT軸方向に並ぶ木材100には、共通の1枚の封止部材220を用いてもよい。なお、木材100を互いにR軸方向に密着するように設置すれば、最も外側の封止部材220以外の封止部材220は、省略できる。

20

【0079】

なお、木材100間に介在する封止部材220のR軸方向の厚さの合計をT、R軸方向に並ぶ複数の木材100のR軸方向の幅の合計をWとしたとき、各々の通気性部材210のR軸方向の幅は、 $(W \times 95\%) + T$ であることが好ましい。木材100間に封止部材220を介在させない場合は、 $T = 0$ となる。

【0080】

また、図示はしないが、各々の木材100の木口面130は、封止部材220で覆われる。R軸方向に並ぶ木材100の木口面130は、共通の1枚の封止部材220で覆ってもよい。図1に示した外殻体340の内部の空隙341及び342に、封止部材220と通気性部材210との各々が露出する点は、実施形態1と同様である。

30

【0081】

本実施形態では、乾燥工程において、複数本の木材100に押し当てられている複数の通気性部材210が、図1に示した熱源400で加熱された空気の循環系の一部を構成する。複数の通気性部材210は、互いに並列に接続された状態で、循環系の一部を構成する。これにより、複数本の木材100を並行して乾燥させることができる。

【0082】

[実施形態3]

上記実施形態1では、木材100が、L軸、T軸、及びR軸から選択される任意の2軸に平行な外面を有する角材、具体的には、二方柱に木取られた角材である場合を例示した。しかし、乾燥の対象である木材100は、必ずしもT軸及びR軸に平行な外面を有していなくてもよい。以下、その具体例について述べる。

40

【0083】

図5に示すように、本実施形態では、追柱に木取られた木材100を乾燥の対象とする。なお、追柱は、四方柱とも呼ばれる。

【0084】

本実施形態では、木材100の外面における、T軸方向に対向する位置にある一对の角部であるT軸方向角部140が、T軸方向に対向する第1部位及び第2部位の一例である

50

。また、木材 100 の外面における、R 軸方向に対向する位置にある一対の角部である R 軸方向角部 150 が、R 軸方向に対向する位置にある第 3 部位及び第 4 部位の一例である。なお、一対の木口面 130 が、L 軸方向に対向する位置にある第 5 部位及び第 6 部位の一例である点は、実施形態 1 と同じである。

【0085】

木材 100 の外面における、一対の木口面 130 以外の 4 つの側面の各々の全域は、T 軸方向角部 140 と R 軸方向角部 150 とによって覆いつくされているものとする。つまり、各々の側面の幅方向中央部分において、T 軸方向角部 140 と R 軸方向角部 150 との仮想境界が L 軸方向に延在しているものとする。

【0086】

木材 100 は、T 軸方向が鉛直方向と一致し、R 軸方向が水平方向（左右方向）と一致する向きに置かれている。通気性部材 210 が、上下一対の T 軸方向角部 140 の各々に押し当てられている。各々の通気性部材 210 は、T 軸方向角部 140 にフィットする形状、具体的には、L 軸方向に直交する断面が L 字型をなすアングル状に形成されている。上方の通気性部材 210 には、錘 230 が嵌っている。

【0087】

また、封止部材 220 が、左右一対の R 軸方向角部 150 の各々の全域を覆っている。封止部材 220 と通気性部材 210 との間には、空隙 343 が確保されており、その空隙 343 において木材 100 の外面が露出している。それらの空隙 343 は、木材 100 が T 軸方向及び R 軸方向に収縮する過程で、通気性部材 210 が封止部材 220 に当たることで、通気性部材 210 と木材 100 との間に隙間が形成されてしまうことを防止するためのものである。

【0088】

R 軸方向角部 150 に密接している封止部材 220 と、外殻体 340 の内面との間には、両者の間の空隙を閉塞する隙間充填具 240 が配置されている。隙間充填具 240 は、図 3 に示した隙間充填シート 260 と同じ素材で形成されている。隙間充填具 240 は、R 軸方向に圧縮された状態で配置されており、木材 100 の R 軸方向の収縮に伴って R 軸方向に膨張することにより、木材 100 と封止部材 220 との間に隙間が形成されるのを防止する。

【0089】

また、図示はしないが、一対の木口面 130 も封止部材 220 によって覆われる。図 1 に示した外殻体 340 の内部の空隙 341 及び 342 には、封止部材 220、隙間充填具 240、及び通気性部材 210 の各々が露出する。封止部材 220 及び隙間充填具 240 は、通気性を有さないもので、通気性部材 210 のみが、空気の循環系を構成する。なお、通気性部材 210 と封止部材 220 とが密着し、通気性部材 210 内を循環する空気が外部に漏れなければ、外殻体 340 は不要である。

【0090】

本実施形態においても、木材 100 の内層部が T 軸方向に収縮しようとする際、木材 100 の外層部を構成する一対の R 軸方向角部 150 及び一対の木口面 130 においては、水分の蒸発が抑制されているので、これらの部位における細胞壁の硬化は進んでいない。また、木材 100 は錘 230 で T 軸方向に加圧されているので、一対の R 軸方向角部 150 及び一対の木口面 130 にも T 軸方向の加圧力が作用している。

【0091】

このため、内層部が T 軸方向に収縮する過程で、一対の R 軸方向角部 150 及び一対の木口面 130 も内層部の収縮に追随して T 軸方向に収縮する。従って、一対の R 軸方向角部 150 及び一対の木口面 130 が内層部の収縮に追随しないことに起因する内部割れが、発生しにくい。また、木材 100 全体が T 軸方向に収縮することで、木材 100 の組織が T 軸方向に緻密化されるので、木材 100 の強度を高めることができる。

【0092】

[ 実施形態 4 ]

10

20

30

40

50

上記実施形態 1 において、図 3 に示した封止部材 2 2 0 には、板目面 1 2 0 からの蒸気の逸散を阻止する役割のみならず、木材 1 0 0 に熱を供給する役割も担わせてもよい。以下、その具体例について説明する。

【 0 0 9 3 】

図 6 に示すように、本実施形態に係る封止部材 2 0 0 は、蒸気の通過を遮断する本体部 2 2 1 と、本体部 2 2 1 に埋設されている熱供給部 2 2 2 とを有する。

【 0 0 9 4 】

本体部 2 2 1 は、図 3 に示した封止部材 2 2 0 と同じ素材、具体的にはシリコンフォームよりなる。木材 1 0 0 の板目面 1 2 0 には、本体部 2 2 1 が接している。板目面 1 2 0 からの蒸気の逸散を阻止する役割は、本体部 2 2 1 によって確保される。

10

【 0 0 9 5 】

熱供給部 2 2 2 は、通気性部材 2 1 0 と同じ構成をもつものよりなる。熱供給部 2 2 2 の L 軸に垂直な断面の全周囲は、本体部によって覆われている。但し、熱供給部 2 2 2 の L 軸方向の両端のそれぞれは、図 1 に示した空隙 3 4 1 , 3 4 2 に開放されている。

【 0 0 9 6 】

従って、乾燥工程において、加熱された空気が熱供給部 2 2 2 を L 軸方向に通過する。このため、熱供給部 2 2 2 から、本体部 2 2 1 を介して、木材 1 0 0 に熱を供給することができ、木材 1 0 0 の板目面 1 1 0 からの蒸気の逸散を促進することができる。

【 0 0 9 7 】

なお、熱供給部 2 2 2 の、封止部材 2 2 0 の厚さ方向の位置を、その封止部材 2 2 0 の厚さ方向の中間位置よりも木材 1 0 0 に寄せて配置することにより、熱供給部 2 2 2 から木材 1 0 0 への熱の供給を効率的に行うことができる。また、熱供給部 2 2 2 と木材 1 0 0 との間に位置する封止材は、熱伝導率の大きな材質に置き換えてもよい。

20

【 0 0 9 8 】

[ 実施形態 5 ]

図 7 に示すように、縦横に並べられた複数の木材 1 0 0 を一括して乾燥させる場合は、最も左側に配置される封止部材 2 2 0、最も右側に配置される封止部材 2 2 0、木材 1 0 0 間に介在する封止部材 2 2 0 のそれぞれを、上記実施形態 4 の場合と同様、熱供給部 2 2 2 を有する構成としてもよい。

【 0 0 9 9 】

30

なお、木材 1 0 0 間に介在する封止部材 2 2 0 は、各々の木材 1 0 0 の T 軸方向の収縮に伴い、T 軸方向に圧縮される。そこで、熱供給部 2 2 2 が T 軸方向に押しつぶされないようにするために、熱供給部 2 2 2 の T 軸方向の高さは、乾燥前の木材 1 0 0 の T 軸方向における高さの 5 0 % 程度としておくことが好ましい。なお、5 0 % という数値は固定的なものではなく、乾燥する木材の樹種によって異なり、個体差もある。

【 0 1 0 0 】

[ 実施形態 6 ]

図 8 に示すように、追桁に木取られた木材 1 0 0 を乾燥させる場合は、木材 1 0 0 の左右一对の R 軸方向角部 1 5 0 にあてがわれる封止部材 2 2 0 の各々を、上記実施形態 4 の場合と同様、熱供給部 2 2 2 を有する構成としてもよい。

40

【 0 1 0 1 】

[ 実施形態 7 ]

上記実施形態 1 - 6 では、第 2 案内部 3 3 1 b によって案内された空気を、各々の通気性部材 2 1 0 の内部を L 軸方向に通過させて、第 3 案内部 3 3 2 a へと案内する案内部材として、錘 2 3 0、通気性部材 2 1 0、及び木材 1 0 0 を内包する外殻体 3 4 0 を例示したが、案内部材は、外殻体 3 4 0 に限られない。以下、案内部材の他の例について述べる。なお、図及び説明は省くが、第 2 案内部 3 3 1 b によって案内された空気は、各々の通気性部材 2 1 0 の内部を L 軸方向に通過させることには限定せず、R 軸方向に通過させてもよい。

【 0 1 0 2 】

50

図 9 に示すように、本実施形態では、上記案内材として、垂 2 3 0、通気性部材 2 1 0、及び木材 1 0 0 のうち、通気性部材 2 1 0 のみを包囲する通気性部材包囲体 3 6 0 A を用いる。通気性部材包囲体 3 6 0 A は、通気性部材 2 1 0 ごとに備えられる。なお、図 9 では、封止部材 2 2 0 の図示は省略している。また、図 9 は、各々の通気性部材包囲体 3 6 0 A の一部のみを示す。各々の通気性部材包囲体 3 6 0 A は、L 軸方向に延在している。図は省略するが、各々の通気性部材包囲体 3 6 0 A の位置を、90 度回転させて R 軸方向に延在した状態にし、空気を R 軸方向に通過させてもよい。

#### 【0103】

図 10 に、各々の通気性部材包囲体 3 6 0 A の、通気性部材 2 1 0 の L 軸方向一端面と他端面との間の位置における断面を示す。各々の通気性部材包囲体 3 6 0 A は、通気性部材 2 1 0 の、木材 1 0 0 に接する面とは T 軸方向に関して反対側の面と、R 軸方向に向かい合う位置にある一对の面とを覆っている。

10

#### 【0104】

このため、各々の通気性部材 2 1 0 に対し、加熱された空気が L 軸方向に流入された場合、その空気は、T 軸方向及び R 軸方向に逸散することなく L 軸方向に流れる。通気性部材 2 1 0 と木材 1 0 0 との間には、通気性部材包囲体 3 6 0 A が介在していないため、木材 1 0 0 から通気性部材 2 1 0 への水蒸気の流入が許容される。通気性部材 2 1 0 に流入した水蒸気は、通気性部材 2 1 0 の内部を L 軸方向に流れる空気に取り込まれ、図 1 に示す蒸気ドレン部 3 2 0 で除去される。なお、各々の通気性部材包囲体 3 6 0 A について、加熱された空気が R 軸方向に流入するようにしてもよい。この場合には、加熱した空気は、

20

#### 【0105】

図 11 に示すように、各々の通気性部材包囲体 3 6 0 A の L 軸方向の一端は、耐熱性を有するフレキシブルなホース（以下、フレキシブルホースと記す。）3 7 0 を介して、図 11 にも示した第 2 案内部 3 3 1 b に接続され、他端も同様に、フレキシブルホース 3 7 0 を介して、図 11 にも示した第 3 案内部 3 3 2 a に接続されている。

#### 【0106】

このため、第 2 案内部 3 3 1 b から、上下一対の通気性部材包囲体 3 6 0 A を経由して、第 3 案内部 3 3 2 a へと向かう空気の流れを形成した状態のまま、上下一対の通気性部材包囲体 3 6 0 A の T 軸方向の相対変位が許容される。即ち、垂 2 3 0 の荷重により、上下一対の通気性部材包囲体 3 6 0 A の T 軸方向の間隔は、木材 1 0 0 の T 軸方向の収縮に追従して自ずと狭まる。

30

#### 【0107】

なお、図 10 に示すように、木材 1 0 0 の板目面 1 2 0 を覆う左右一对の封止部材 2 2 0 は、それら封止部材 2 2 0 を互いに近づける向きの保持力を、それら封止部材 2 2 0 に作用させることにより保持される。木材 1 0 0 の木口面 1 3 0 を覆う、図示せぬ前後一对の封止部材 2 2 0 についても同様である。

#### 【0108】

上記実施形態 1 では、その保持力を、図 3 に示した隙間充填シート 2 6 0 又は図 1 に示した押しばね 2 5 0 の弾性反発力で実現した。本実施形態では、図 10 に示すように、左右一对の封止部材 2 2 0 の一方が壁 W L に接しており、他方の封止部材 2 2 0 を一方の封止部材 2 2 0 に向けて押圧する保持力を与えることにより、それら封止部材 2 2 0 が保持される。

40

#### 【0109】

##### [実施形態 8]

上記実施形態 7 で述べた通気性部材包囲体 3 6 0 A は、複数本の木材 1 0 0 を一括して乾燥させる場合にも用いることができる。以下、その具体例について述べる。

#### 【0110】

図 12 に示すように、本実施形態では、それぞれ R 軸方向に並ぶ複数の木材 1 0 0 に共通の複数の通気性部材 2 1 0 のうち、最も上段に位置するものと、最も下段に位置するも

50

のとの各々が、通気性部材包囲体 360A によって覆われている。それらの通気性部材包囲体 360A は、実施形態 4 に係るものと同様の構成を有する。

【0111】

また、上記複数の通気性部材 210 のうち、木材 100 によって T 軸方向に挟まれているものの各々は、その通気性部材 210 の外面のうち、R 軸方向に向かい合う位置にある一对の端面のみを覆う通気性部材包囲体 360B によって覆われている。通気性部材包囲体 360B によって覆われた通気性部材 210 は、上下の木材の双方に接触している。

【0112】

図示はしないが、最上下に位置する通気性部材包囲体 360A と、中間に位置する通気性部材包囲体 360B との各々の L 軸方向一端は、図 11 に示したフレキシブルホース 370 を介して、図 1 にも示した第 2 案内部 331b に接続され、他端も同様に、フレキシブルホース 370 を介して、図 1 にも示した第 3 案内部 332a に接続される。このため、通気性部材包囲体 360A、通気性部材包囲体 360B の T 軸方向の相対変位が許容される。なお、L 軸方向の両端が閉じられ、R 軸方向のそれぞれの端が、フレキシブルホース 370 を介して第 3 案内部 332a に接続されていてもよい。

10

【0113】

また、R 軸方向一端側、具体的には左側に位置する、T 軸方向に並ぶ木材 100 に共通の封止部材 220 は、壁 WL に接している。乾燥工程では、R 軸方向他端側、具体的には右側に位置する、T 軸方向に並ぶ木材 100 に共通の封止部材 220 を、壁 WL に向けて押圧することにより、すべての封止部材 220 が安定して保持される。

20

【0114】

[実施形態 9]

上記実施形態 7 では、壁 WL からの反力を利用して一对の封止部材 220 を保持したが、壁 WL を利用できない場合は、一对の封止部材 220 を締め付けることにより、それら封止部材 220 を保持することもできる。以下、その具体例について述べる。

【0115】

図 13 に示すように、本実施形態では、木材 100 と、上下一対の通気性部材 210 及び通気性部材包囲体 360A と、左右一对の封止部材 220 とを、被締結物とし、その被締結物の TR 面内における四隅に、コーナプロテクタ 270 を当てがう。各々のコーナプロテクタ 270 は、L 軸に平行な視線でみて、L 字状に折れ曲がった形状を有する。

30

【0116】

そして、それら 4 つのコーナプロテクタ 270 を介して、締結具 280 によって上記被締結物を締結する。締結具 280 は、TR 面内で上記被締結物の周りを周回していることにより、上記被締結物を TR 面内方向に締め付けている。締結具 280 は、引きばね 281 とベルト 282 とが交互に接続された構成を有し、引きばね 281 の弾性引っ張り力で締め付けを実現する。

【0117】

左側の上下一対のコーナプロテクタ 270 と締結具 280 との間に、それら一对のコーナプロテクタ 270 間に跨っている第 1 架け渡し部材 271 が介在している。第 1 架け渡し部材 271 は、左側の上下一対のコーナプロテクタ 270 のうちの一方のみに剛接合されており、締結具 280 による締め付け力の R 軸マイナス方向の成分を、一方のコーナプロテクタ 270 と、他方のコーナプロテクタ 270 とに均一に作用させる役割を果たす。

40

【0118】

同様に、右側の上下一対のコーナプロテクタ 270 と締結具 280 との間にも、それら一对のコーナプロテクタ 270 間に跨っている第 2 架け渡し部材 272 が介在している。第 2 架け渡し部材 272 は、右側の上下一対のコーナプロテクタ 270 のうちの一方のみに剛接合されており、締結具 280 による締め付け力の R 軸プラス方向の成分を、一方のコーナプロテクタ 270 と、他方のコーナプロテクタ 270 とに均一に作用させる役割を果たす。

50

## 【 0 1 1 9 】

また、上記被締結物の T R 面内における四隅には、コーナプロテクタ 2 7 0 との間に空隙 2 9 0 が確保されている。左右一対の封止部材 2 2 0 の各々の上下方向の両端面は、その空隙 2 9 0 に面している。これらの空隙 2 9 0 は、木材 1 0 0 が T 軸方向に収縮した際に、封止部材 2 2 0 がコーナプロテクタ 2 7 0 によって T 軸方向に押し潰されてしまわないようにするためのものである。

## 【 0 1 2 0 】

なお、図 1 3 に示された上下一対の通気性部材 2 1 0 及び通気性部材包囲体 3 6 0 A について、L 軸方向の両端を塞いで、R 軸方向の両端が開放された状態にし、これら全体を、目標温度に設定した乾燥装置等の雰囲気内に設置して、木材 1 0 0 を乾燥してもよい。

10

## 【 0 1 2 1 】

## [ 実施形態 1 0 ]

上記実施形態 9 で述べた締結の手法は、追証に木取られた木材 1 0 0 の乾燥にも適用することができる。以下、その具体例について述べる。

## 【 0 1 2 2 】

図 1 4 に示すように、本実施形態においても、木材 1 0 0 と、上下一対の通気性部材 2 1 0 及び通気性部材包囲体 3 6 0 C と、左右一対の封止部材 2 2 0 とを、被締結物とし、その被締結物の T R 面内における四隅に、コーナプロテクタ 2 7 0 を当てがう。そして、それら 4 つのコーナプロテクタ 2 7 0 を介して、締結具 2 8 0 によって上記被締結物を、T 軸方向及び R 軸方向に締め付ける。

20

## 【 0 1 2 3 】

なお、本実施形態に係る通気性部材包囲体 3 6 0 C は、T R 面に平行な断面内において、通気性部材 2 1 0 の、木材 1 0 0 に接している面以外の外面を覆っている。図示はしないが、通気性部材包囲体 3 6 0 C が、通気性部材 2 1 0 の L 軸方向の両端を開放させている点、及び上下一対の通気性部材包囲体 3 6 0 C の T 軸方向の相対変位がフレキシブルホース 3 7 0 によって許容される点は、図 1 1 に示した実施形態 7 の場合と同様である。

## 【 0 1 2 4 】

## [ 実施形態 1 1 ]

上記実施形態 9 では、図 1 3 に示したように、錘 2 3 0 を上方の通気性部材 2 1 0 よりも上方に配置したが、錘 2 3 0 の重心の位置が、上方の通気性部材 2 1 0 よりも下方に配置される構成を採ることにより、安定性を高めてもよい。以下、その具体例について述べる。

30

## 【 0 1 2 5 】

図 1 5 に示すように、本実施形態では、錘 2 3 0 が、下方の通気性部材 2 1 0 よりさらに下方に配置される。錘 2 3 0 は、吊り具 2 3 1 によって、上方の左右一対のコーナプロテクタ 2 7 0 に吊り下げられている。つまり、錘 2 3 0 の荷重は、吊り具 2 3 1 を通じて、上方の左右一対のコーナプロテクタ 2 7 0 に作用する。

## 【 0 1 2 6 】

なお、図 1 5 では図示を省略しているが、下方の左右一対のコーナプロテクタ 2 7 0 は、錘の荷重を受け止める支持台に載っているものとする。

40

## 【 0 1 2 7 】

## [ 実施形態 1 2 ]

図 1 6 及び図 1 7 に、錘 2 3 0 の重心を下方に配置するための具体的な構成を例示する。図 1 6 で、符号 5 0 0 は、図 1 0 又は図 1 2 に示した構成のうちの錘 2 3 0 以外のものよりなる加圧対象構造物であり、錘 2 3 0 によって T 軸方向に加圧される。

## 【 0 1 2 8 】

錘 2 3 0 は、加圧対象構造物 5 0 0 の上方に載置される第 1 錘部 2 3 2 と、加圧対象構造物 5 0 0 の下方に配置される第 2 錘部 2 3 3 と、第 1 錘部 2 3 2 及び第 2 錘部 2 3 3 を連結する吊り具 2 3 1 とを有する。第 2 錘部 2 3 3 の荷重が、第 1 錘部 2 3 2 の荷重よりも大きいため、錘 2 3 0 全体としての重心は、加圧対象構造物 5 0 0 よりも下方に配置さ

50

れる。

【0129】

錘230の荷重がかかった状態の加圧対象構造物500は、支持台600Aに支持されている。支持台600Aは、第2錘部233が地面よりも高い位置に配置される程の高さを有する。支持台600Aは、図10又は図12に示した壁WLも有する。

【0130】

[実施形態13]

上記実施形態では、支持台600AのR軸方向の幅を、第2錘部233のR軸方向の幅よりも狭く構成したが、支持台600AのR軸方向の幅は特に限定されない。

【0131】

図18に示すように、支持台600BのR軸方向の幅は、第2錘部233のR軸方向の幅よりも広くてもよい。これにより、さらなる安定化を図ることができる。

【0132】

図19に示すように、本実施形態に係る錘230は、L軸方向に関して支持台600B及び加圧対象構造物500よりも外側に配置された吊り具231と、L軸方向に関して支持台600B及び加圧対象構造物500と重なる位置に配置された吊り具231とを有する。L軸方向に関して支持台600B及び加圧対象構造物500と重なる位置に配置された吊り具231は、支持台600BのR軸方向の端部に形成された切り欠きCTに嵌った状態で垂下している。

【0133】

以上、本発明の実施形態について説明した。本発明はこれに限られず、以下に述べる変形も可能である。

【0134】

上記実施形態では、通気性部材210として、ステンレス製の網を積層した網積層体を有するものを例示したが、通気性部材210の構造は、通気性を有するものであれば特に限定されない。通気性部材210は、多孔質体もしくは3次元網目構造体又はこれらと網積層体との複合体を含んで構成されていてもよい。また、通気性部材210の素材も特に金属に限定されない。通気性部材210の素材は、セラミックス、強化プラスチックその他の樹脂、又はこれらと金属との組み合わせであってもよい。

【0135】

上記実施形態では、封止部材220の素材としてシリコンを例示したが、封止部材220の素材は、蒸気の通過を遮断するものであれば、特に限定されない。封止部材220の素材として、例えば、シリコン以外の合成樹脂、ゴム、金属等を用いてもよい。

【0136】

上記実施形態では、木材100を乾燥させるために通気性部材210を循環させるガスが空気である場合を例示したが、通気性部材210を循環させるガスは、有機物を燃焼させた際に生じる高温の煙であってもよい。図1に示す熱源400が、廃棄物、可燃ガス、石油、石炭、その他の有機物を燃焼させる焼却炉、内燃機関等である場合には、それらの排ガスによって木材100を乾燥させてもよい。

【0137】

図1には、導入用案内331の圧力を帰還用案内332の圧力よりも高く保つために、第5案内332cによって、帰還用案内332の空気を熱源400に戻す構成を例示したが、必ずしも第5案内332cは備えなくてもよい。第3案内332a又は第4案内332bを流れる空気の一部を外部に排気することにより、導入用案内331の圧力を帰還用案内332の圧力よりも高く保つてもよい。

【0138】

図1には、外殻体340が通気性部材210を内包した構成を例示したが、各々の通気性部材210の内部を流れる空気の逸散が、錘230、地面、封止部材220等によって阻止される場合は、外殻体340は、必ずしも通気性部材210を内包していなくてもよい。例えば、図1において、下方の通気性部材210の、木材100に接している面とは

10

20

30

40

50

反対の面が、地面又は通気性の無いプレートで塞がれる場合は、その面は、外殻体 340 によって覆われていなくてもよい。また、図 4 において、最も下段に位置する通気性部材 210 の、木材 100 に接している面とは反対の面が、地面又は通気性の無いプレートで塞がれる場合は、その面は、外殻体 340 によって覆われていなくてもよい。

【0139】

また、図 1 において、上方の通気性部材 210 の、木材 100 に接している面とは反対の面は、必ずしも錘 230 によって封止されていなくてもよく、通気性の無いプレートで塞がれていてもよい。また、図 4 において、最も上段に位置する通気性部材 210 の、木材 100 に接している面とは反対の面は、必ずしも錘 230 によって封止されていなくてもよく、通気性の無いプレートで塞がれていてもよい。

10

【0140】

図 1 には、導入用案内部 331 がバッファ部 310 を有する構成を例示したが、バッファ部 310 は必須ではない。熱源 400 から第 1 案内部 331 a へと供給される空気の温度及び風量が安定している場合には、仮にバッファ部 310 を省略しても、通気性部材 210 を通過する空気の温度及び風量が安定する。

【0141】

図 1 には、目標温度に近づけられた空気が通気性部材 210 の内部を L 軸方向に通過する構成を例示したが、空気が通気性部材 210 を通過する方向は、既述の第 1 部位及び第 2 部位に沿う方向、具体的には、第 1 部位及び第 2 部位としての柱目面 110 に平行な方向であればよく、特に L 軸方向に限定されない。加熱された空気が通気性部材 210 を通過する方向は、例えば、R 軸方向であってもよいし、LR 平面に平行で且つ L 軸及び R 軸に対して傾斜した方向であってもよい。

20

【0142】

図 2 には、乾燥の対象の一例として、二方柱に木取られた木材 100 を例示した。本明細書において、二方柱に木取られた木材 100 とは、L 軸方向に直交する断面の一边が、その木材 100 の理想的な R 軸又は T 軸に対して僅か（例えば、20°程度）に傾斜して木取られているものをも含む概念とする。

【0143】

図 5 には、乾燥の対象の他の例として、追柱に木取られた木材 100 を例示した。本明細書において、追柱に木取られた木材 100 とは、L 軸方向に直交する断面において対向する角を結ぶ対角線が、その木材 100 の理想的な R 軸又は T 軸に対して僅か（例えば、20°程度）に傾斜して木取られているものをも含む概念とする。

30

【0144】

乾燥の対象である、角材に製材された木材を、前記木材の外面上における、各々前記木材の L 軸方向に延在し且つ互いに前記木材の T 軸方向に対向する位置にある第 1 部位及び第 2 部位のそれぞれに、通気性を有する通気性部材を押し当てることにより、前記通気性部材を介して T 軸方向に加圧した加圧状態とし、且つ前記外面上における、各々前記木材の L 軸方向に延在し且つ互いに前記木材の R 軸方向に対向する位置にある第 3 部位及び第 4 部位と、互いに前記木材の L 軸方向に対向する位置にある第 5 部位及び第 6 部位と、のそれぞれからの水分の蒸発を抑制した蒸発抑制状態とする準備工程と、

40

前記加圧状態及び前記蒸発抑制状態を維持したまま、予め定められた目標温度に近づけた空気を、前記第 1 部位及び前記第 2 部位に押し当てられている各々の前記通気性部材の内部を通過させることにより、前記木材から水分を除去し、各々の前記通気性部材を通過した前記空気から前記水分を除去し、且つ該水分が除去された前記空気を前記目標温度に近づけて、再び各々の前記通気性部材に導入する前記空気の循環系を構成することにより、前記木材に含まれる前記水分を徐々に除く乾燥工程と、

を有する、木材の乾燥方法であるため、

図 1 に示した循環式乾燥装置 300 の構成から、導入用案内部 331、帰還用案内部 332、第 1 ファン 351、第 2 ファン 352、及び熱源 400 を除いた装置を、目標温度の空気が循環する空間内に設置して木材を乾燥してもよい。この場合には、通気性部材 2

50

10内の空気の流れを促進させるため、空隙341の空気を取り入れる開口部、及び、空隙342の空気を排出する開口部のどちらかに、あるいは、双方に送風用のファンを取り付けてもよい。また、乾燥には、高温乾燥仕様のIF（インターナルファン）型の蒸気式木材乾燥装置を使用してもよい。

#### 【0145】

乾燥の対象である木材100の樹種は特に限定されない。木材100の樹種として、例えば、常緑広葉樹材、落葉広葉樹材、針葉樹材、さらには、熱帯産広葉樹材、南洋材、早生樹植林材が例示される。具体的には、木材100の樹種として、スギ、スタジイ（イタジイ、ナガジイ）、ツブラジイ（コジイ）、コナラ、ミズナラ、カシ類、ベイスギ、レッドオーク、ユーカリ、イスノキ、タブノキ、シカラシ、アカガシ、カバノキ、イタヤカエデ、クヌギが例示される。本実施形態に係る乾燥方法は、細胞の落ち込みが生じやすいという点で、辺材よりも心材に特に適している。

10

#### 【符号の説明】

#### 【0146】

- 100 ... 木材、
- 110 ... 柁目面（第1部位及び第2部位）、
- 120 ... 板目面（第3部位及び第4部位）、
- 130 ... 木口面（第5部位及び第6部位）、
- 140 ... T軸方向角部（第1部位及び第2部位）、
- 150 ... R軸方向角部（第3部位及び第4部位）、
- 210 ... 通気性部材、
- 220 ... 封止部材、
- 221 ... 本体部、
- 222 ... 熱供給部、
- 230 ... 錘、
- 231 ... 吊り具、
- 232 ... 第1錘部、
- 233 ... 第2錘部、
- 240 ... 隙間充填具、
- 250 ... 押しばね、
- 260 ... 隙間充填シート、
- 270 ... コーナープロテクタ、
- 271 ... 第1架け渡し部材、
- 272 ... 第2架け渡し部材、
- 280 ... 締結具、
- 281 ... 引きばね、
- 282 ... ベルト、
- 290 ... 空隙、
- 300 ... 循環式乾燥装置、
- 310 ... パッファ部、
- 311 ... パッファ空間、
- 320 ... 蒸気ドレン部（水分除去部）、
- 331 ... 導入用案内内部、
- 331 a ... 第1案内内部、
- 331 b ... 第2案内内部、
- 332 ... 帰還用案内内部、
- 332 a ... 第3案内内部、
- 332 b ... 第4案内内部、
- 332 c ... 第5案内内部、
- 340 ... 外殻体（案内内部材）、

20

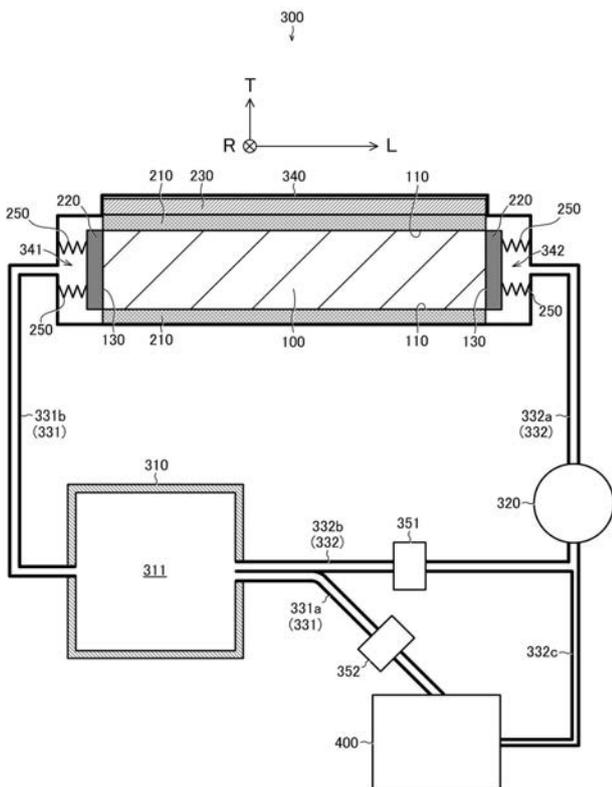
30

40

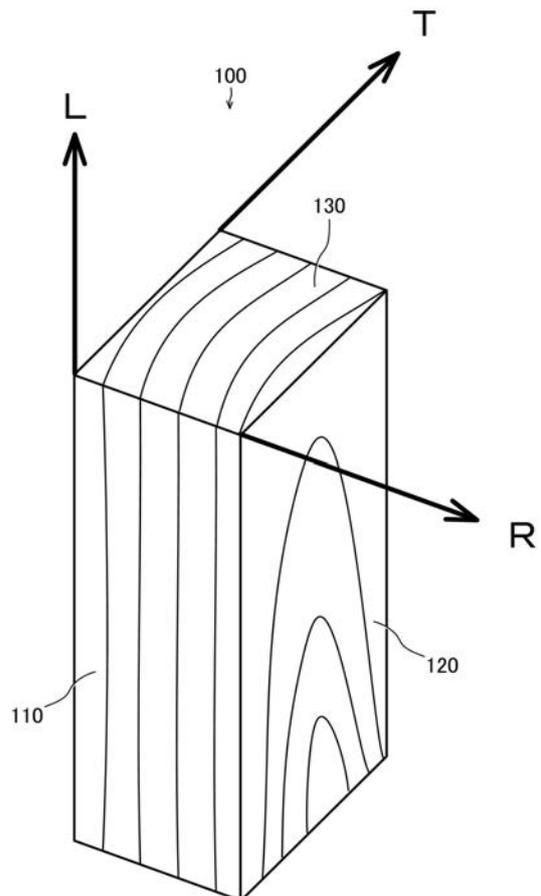
50

- 3 4 1 , 3 4 2 , 3 4 3 ... 空隙、
- 3 5 1 ... 第 1 ファン、
- 3 5 2 ... 第 2 ファン、
- 3 6 0 A , 3 6 0 B , 3 6 0 C ... 通気性部材包囲体 ( 案内部材 ) 、
- 3 7 0 ... フレキシブルホース、
- 4 0 0 ... 熱源、
- 5 0 0 ... 加圧対象構造物、
- 6 0 0 A , 6 0 0 B ... 支持台、
- C T ... 切り欠き、
- W L ... 壁。

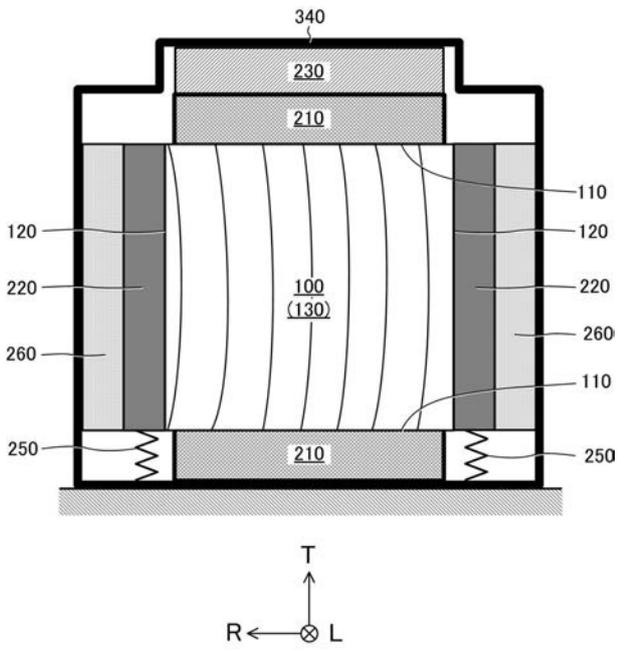
【 図 1 】



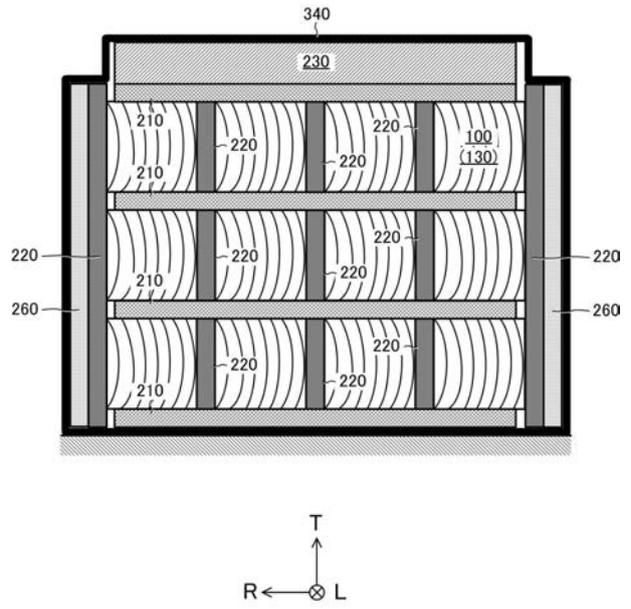
【 図 2 】



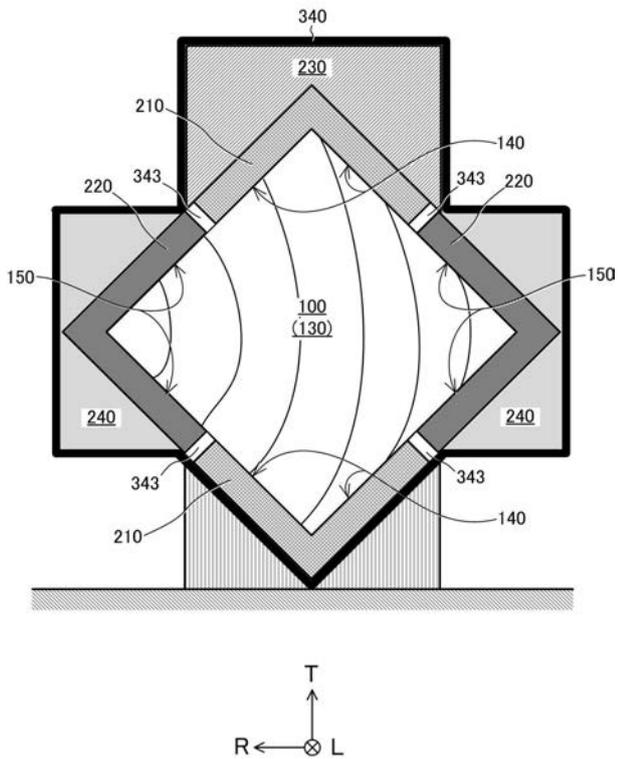
【 図 3 】



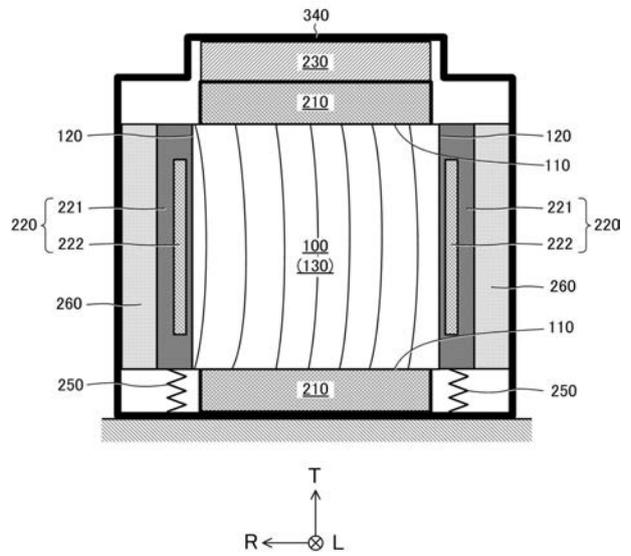
【 図 4 】



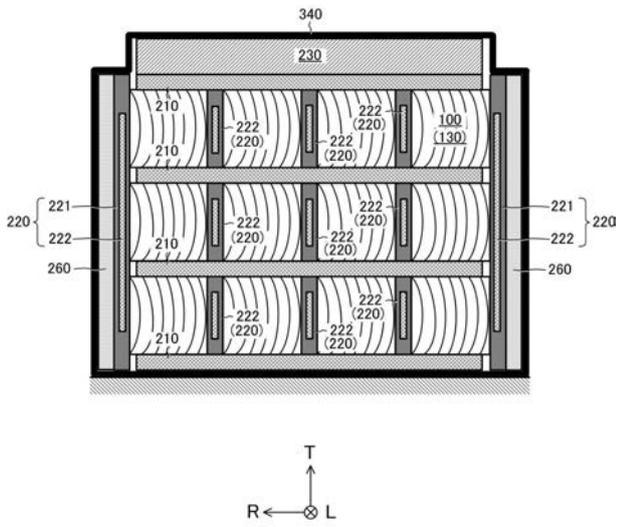
【 図 5 】



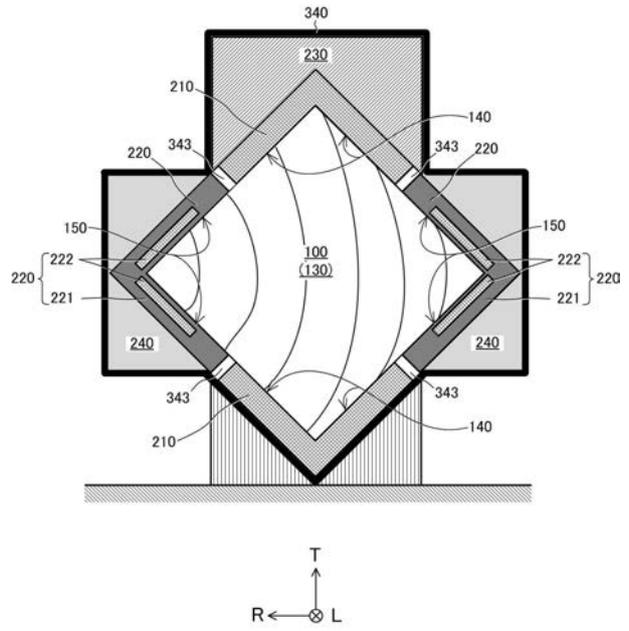
【 図 6 】



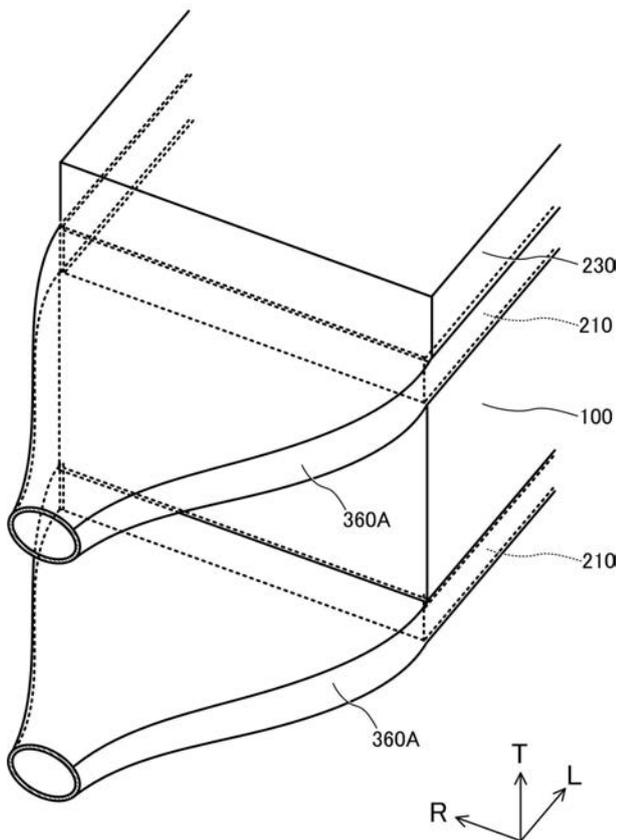
【 図 7 】



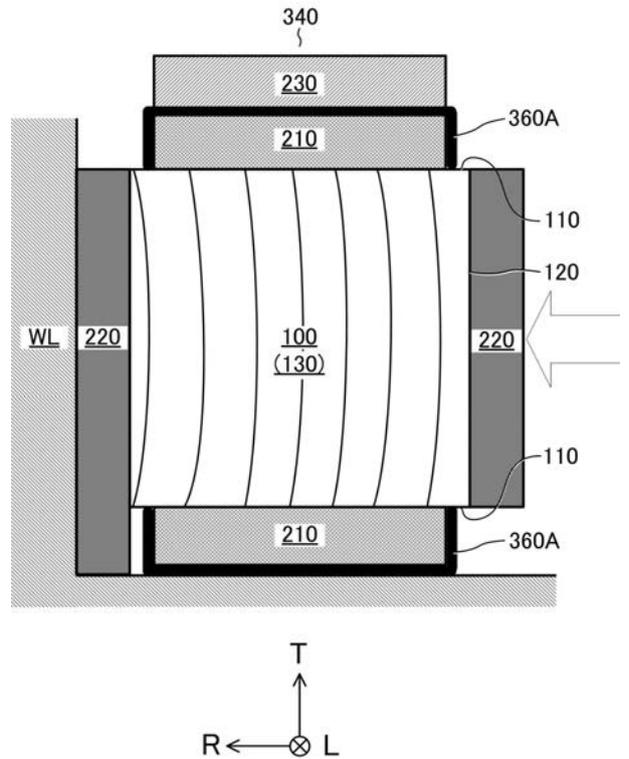
【 図 8 】



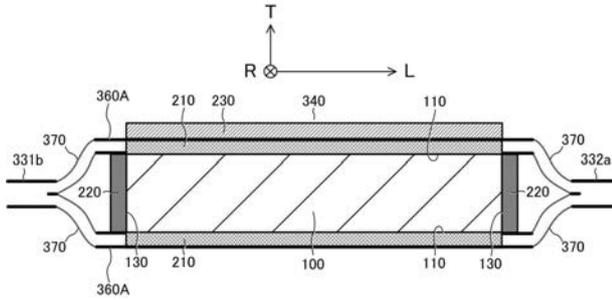
【 図 9 】



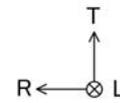
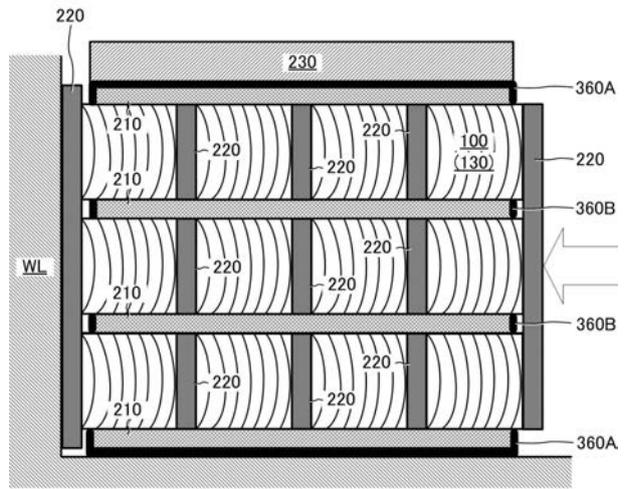
【 図 10 】



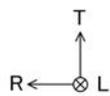
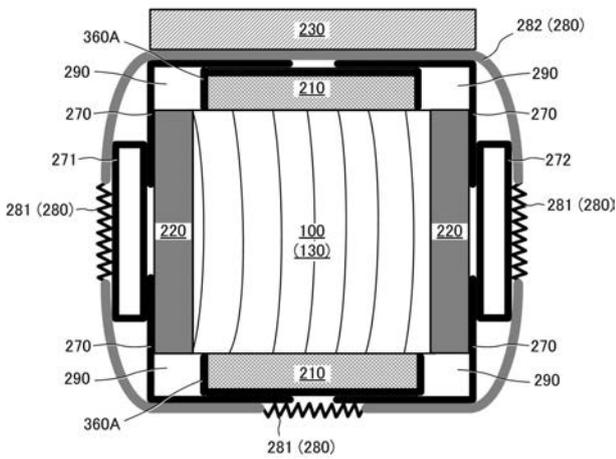
【 図 1 1 】



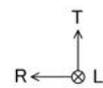
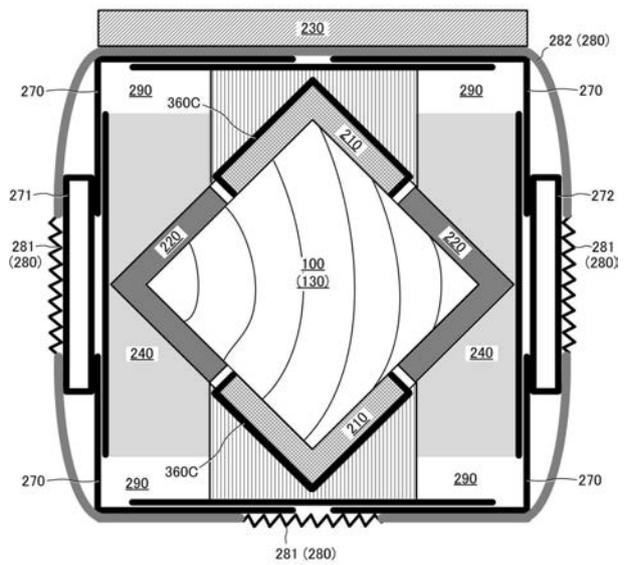
【 図 1 2 】



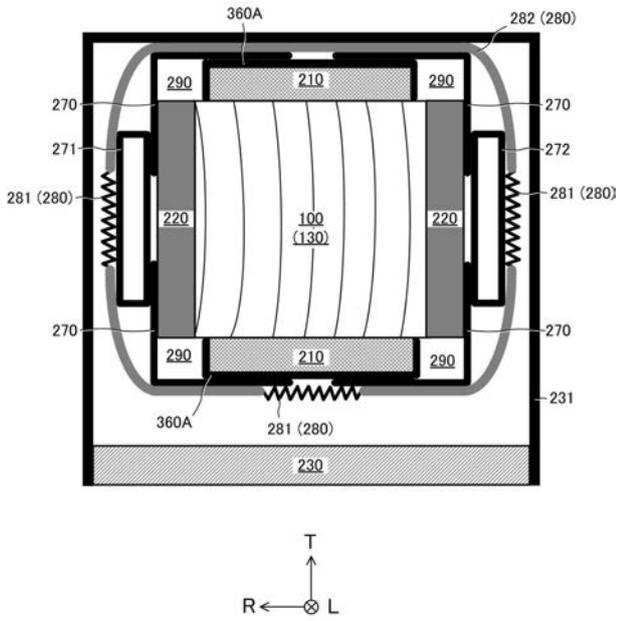
【 図 1 3 】



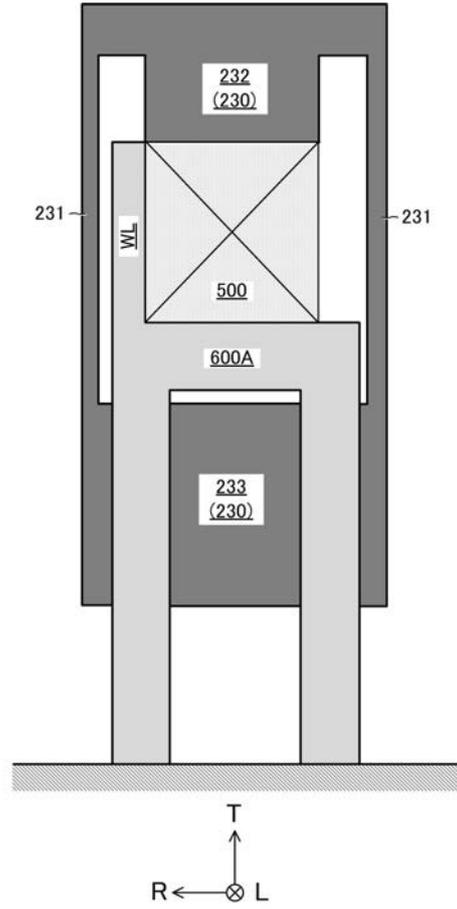
【 図 1 4 】



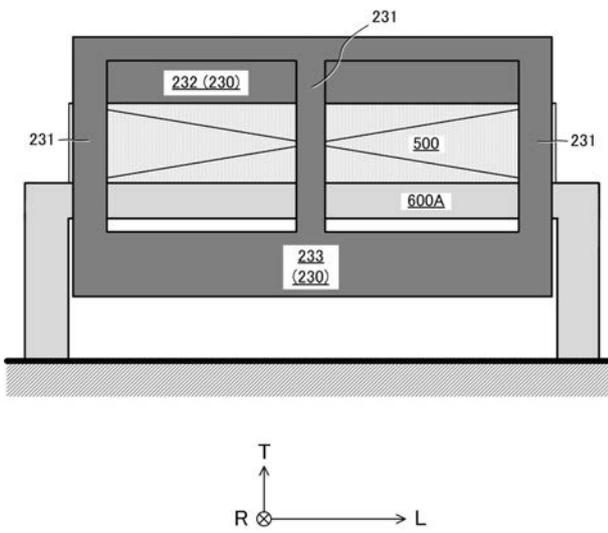
【 図 1 5 】



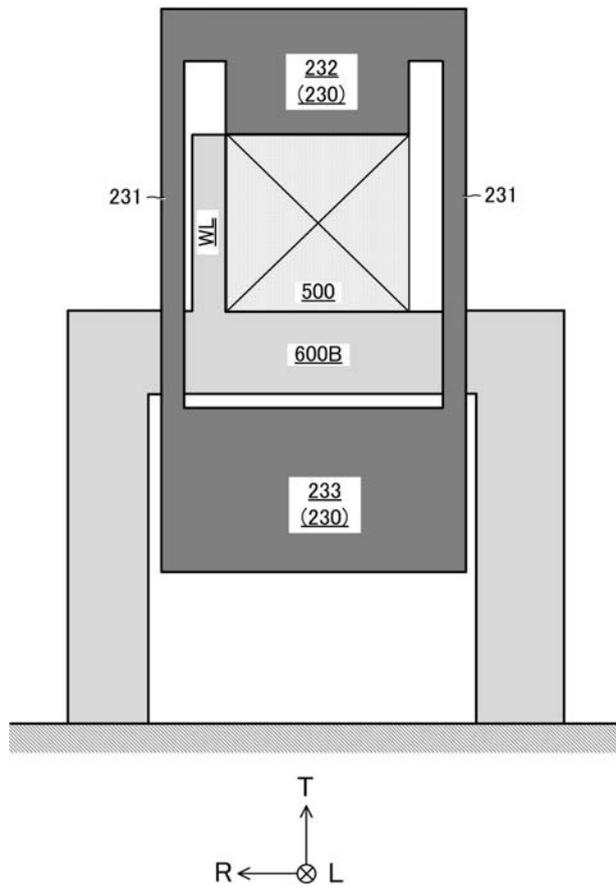
【 図 1 6 】



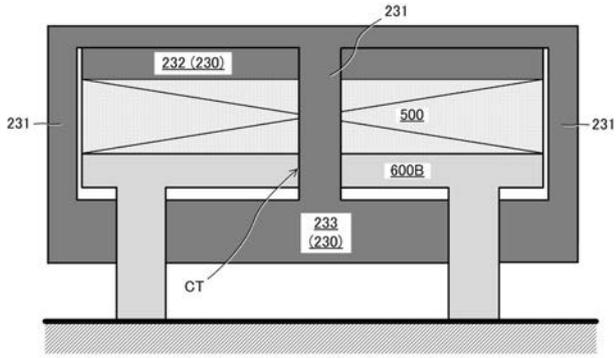
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2B230 AA16 BA01 BA17 EA30 EB12 EB13 EC24  
3L113 AA01 AB01 AC03 AC51 AC67 AC74 BA29 DA24