(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2004-190888
(P2004-190888A)
(43)公開日　平成16年7月8日(2004.7.8)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
F28F 25/04	F28F	25/04	
F28C 1/12	F28C	1/12	
F28F 27/00	F28F	27/00	501A
	F28F	27/00	501B
	F28F	27/00	501D

審査請求 未請求　請求項の数 23　ＯＬ　（全 20 頁）

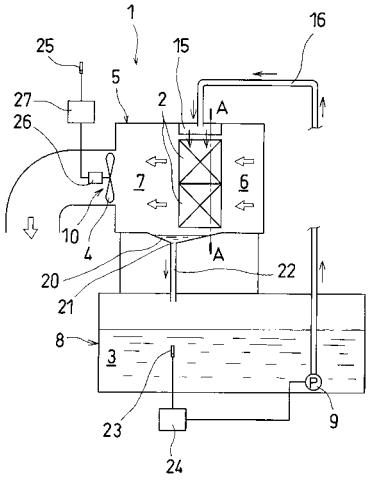
(21)出願番号　特願2002-356523(P2002-356523)
(22)出願日　平成14年12月9日(2002.12.9)

(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(71)出願人　390026974
株式会社東洋製作所
東京都品川区東品川４丁目１１番３４号
(74)代理人　100068618
弁理士　萼　経夫
(74)代理人　100104145
弁理士　宮崎　嘉夫
(74)代理人　100093193
弁理士　中村　壽夫
(74)代理人　100109690
弁理士　小野塚　薫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】開放式冷却塔及び開放式冷却塔の凍結防止方法

(57)【要約】
【課題】外気の湿球温度が極めて低い環境下で、極めて低い温度の冷却水を安定して製造することが可能な開放式冷却塔及び該開放式冷却塔の凍結防止方法を提供する。
【解決手段】外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で外気の湿球温度が低下するのに応じて充填材ユニット２に通風する空気の通風量を低減して外気の湿球温度が０℃ＷＢ時における冷却水３と空気との熱交換量を維持した。これにより冷却水３が過度に冷却されるのを防いで充填材ユニット２が凍結するのを防止することができ、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の極めて低い環境下で、極めて低い温度の冷却水を安定して製造することが可能となる。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数枚の充填材を並設して形成された充填材ユニットを備え、該充填材ユニットを流下する冷却水と前記充填材ユニットに通風する空気との間で熱交換を行うことにより前記冷却水を冷却する開放式冷却塔であって、前記充填材ユニットの各充填材間及び前記充填材ユニットと冷却塔本体壁面との間に空隙を形成し、前記充填材ユニットを形成する各充填材の全面又は空気出口側の部位を除く全面、及び前記充填材ユニットと前記空隙を介して対向する前記冷却塔本体壁面に、前記冷却水を略均一に流下させる第１の撒水手段を具備することを特徴とする開放式冷却塔。
【請求項２】
前記充填材は一側面が凹凸状に形成され、前記充填材ユニットの充填材配列方向両側に位置する各充填材は一側面が前記空隙を介して前記冷却塔本体壁面と対向する向きに配置されることを特徴とする請求項１に記載の開放式冷却塔。
【請求項３】
前記第１の撒水手段は、前記充填材ユニットの上方に設置された上部撒水槽と、該上部撒水槽の底部に設けられ前記充填材ユニットの各充填材に向けて前記冷却水を撒水する底部撒水孔と、前記上部撒水槽の側部に設けられ前記充填材ユニットと対向する前記冷却塔本体壁面に向けて前記冷却水を撒水する側部撒水孔と、前記上部撒水槽と前記充填材ユニットとの間に介設され前記底部撒水孔から撒水された冷却水を前記充填材ユニットの各充填材へ略均一に撒布する第１の撒水バーと、を具備することを特徴とする請求項１又は２に記載の開放式冷却塔。
【請求項４】
前記充填材ユニットを上下に複数段で設け、隣り合う上下の充填材ユニット間に、充填材配列方向へ延出すると共に通風方向へ所定間隔で配置され上位の前記充填材ユニットを支持して上位の前記充填材ユニットを流下後の前記冷却水を下位の前記充填材ユニットに向けて撒水する第２の撒水バーと、該第２の撒水バーの下方に配設され前記第２の撒水バーで撒水された前記冷却水を下位の充填材ユニットに略均一に撒水する第３の撒水バーと、を具備し、前記第３の撒水バーが前記第２の撒水バーに対して通風方向へ偏倚して配置されることを特徴とする請求項３に記載の開放式冷却塔。
【請求項５】
前記冷却水の温度に基づいて前記充填材ユニットを流下する前記冷却水の流量を制御する冷却水流量制御手段を具備することを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載の開放式冷却塔。
【請求項６】
前記冷却水流量制御手段は、前記冷却水を前記上部撒水槽に給水する給水ポンプと、貯水槽に貯留された熱交換後の前記冷却水の温度を検出する冷却水温度センサと、該冷却水温度センサの検出信号に基づいて前記給水ポンプの運転のＯＮ／ＯＦＦを切替える給水量制御装置と、を具備することを特徴とする請求項５に記載の開放式冷却塔。
【請求項７】
前記冷却水流量制御手段は、前記冷却水を前記上部撒水槽に給水する給水ポンプと、前記充填材ユニットの最下部を流下する冷却水の温度を検出する冷却水温度センサと、該冷却水温度センサの検出信号に基づいて前記給水ポンプの出力を制御する給水量制御装置と、を具備することを特徴とする請求項５に記載の開放式冷却塔。
【請求項８】
前記冷却水流量制御手段は、前記上部撒水槽に給水される前記冷却水の給水量を調節する給水量調節バルブと、前記充填材ユニットの最下部を流下する冷却水の温度を検出する冷却水温度センサと、該冷却水温度センサの検出信号に基づいて前記給水量調節バルブの開度を制御する給水量制御装置と、を具備することを特徴とする請求項５に記載の開放式冷却塔。
【請求項９】

前記給水量制御装置は、前記冷却水の温度が任意に設定された０℃以上の設定温度を維持するように前記上部撒水槽への前記冷却水の給水量を制御することを特徴とする請求項６～８のいずれかに記載の開放式冷却塔。

【請求項１０】

前記充填材ユニットを流下する前記冷却水と前記充填材ユニットに通風する空気との間の熱交換量が一定量となるように前記充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御する通風量制御手段を具備することを特徴とする請求項１～９のいずれかに記載の開放式冷却塔。

【請求項１１】

前記通風量制御手段は、外気の湿球温度を検出する外気湿球温度センサと、該外気湿球温度センサの検出信号に基づいて通風機のファンモータの出力を制御して前記充填材ユニットに通風する空気の通風量を調節する通風量制御装置と、を具備することを特徴とする請求項１０に記載の開放式冷却塔。

【請求項１２】

前記通風量制御装置は、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、外気の湿球温度が０℃ＷＢ時の熱交換量を維持するように前記充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御することを特徴とする請求項１１に記載の開放式冷却塔。

【請求項１３】

前記通風量制御手段は、熱交換後の空気の湿球温度を検出する湿球温度センサと、該湿球温度センサの検出信号に基づいて通風機のファンモータの出力を制御して前記充填材ユニットに通風する空気の通風量を調節する通風量制御装置と、を具備することを特徴とする請求項１０に記載の開放式冷却塔。

【請求項１４】

前記通風量制御装置は、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、外気の湿球温度が０℃ＷＢ時の熱交換後の空気の湿球温度を維持するように前記充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御することを特徴とする請求項１２に記載の開放式冷却塔。

【請求項１５】

前記充填材ユニットの空気入口側の部位に熱交換に用いる前記冷却水とは別途に所定流量の冷却水を流下させる第２の撒水手段を具備することを特徴とする請求項１～１４のいずれかに記載の開放式冷却塔。

【請求項１６】

複数枚の充填材を並設して形成された充填材ユニットを備え、該充填材ユニットを流下する冷却水と前記充填材ユニットに通風する空気との間で熱交換を行うことにより前記冷却水を冷却する開放式冷却塔の凍結防止方法であって、前記充填材ユニットの各充填材間及び前記充填材ユニットと冷却塔本体壁面との間に空隙を形成し、前記充填材ユニットを形成する各充填材の全面又は空気出口側の部位を除く全面、及び前記空隙を介して前記充填材ユニットと対向する前記冷却塔本体壁面に前記冷却水を略均一に流下させることにより、前記充填材ユニット及び前記冷却塔本体壁面が凍結するのを防止することを特徴とする開放式冷却塔の凍結防止方法。

【請求項１７】

貯水槽に貯留された熱交換後の前記冷却水の温度が低下して０℃に到達した時点で、前記充填材ユニットに前記冷却水を給水するのを停止することを特徴とする請求項１６に記載の開放式冷却塔の凍結防止方法。

【請求項１８】

前記充填材ユニットの最下部を流下する前記冷却水の温度が０℃以上を維持するように前記充填材ユニットを流下する前記冷却水の流量を制御することを特徴とする請求項１６に記載の開放式冷却塔の凍結防止方法。

【請求項１９】

前記充填材ユニットの最下部を流下する前記冷却水の温度が０℃以上を維持するのに十分な固定流量の前記冷却水を前記充填材に流下させることを特徴とする請求項１６に記載の

開放式冷却塔の凍結防止方法。
【請求項２０】
前記充填材ユニットを流下する前記冷却水と前記充填材ユニットに通風する空気との間の熱交換量が一定量となるように前記充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御することを特徴とする請求項１６～１９のいずれかに記載の開放式冷却塔の凍結防止方法。
【請求項２１】
外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、外気の湿球温度が０℃ＷＢ時の熱交換量を維持するように前記充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御することを特徴とする請求項２０に記載の開放式冷却塔の凍結防止方法。
【請求項２２】
外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、外気の湿球温度が０℃ＷＢ時の熱交換後の空気の湿球温度を維持するように前記充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御することを特徴とする請求項２０に記載の開放式冷却塔の凍結防止方法。
【請求項２３】
前記充填材ユニットの空気入口側部位に熱交換に用いる前記冷却水とは別途に所定流量の冷却水を流下させて、前記充填材ユニットの空気入口側の部位が凍結するのを防止することを特徴とする請求項１６～２２のいずれかに記載の開放式冷却塔の凍結防止方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、充填材を流下する冷却水と充填材に通風する空気との間の熱交換により冷却水を冷却する開放式冷却塔及び開放式冷却塔の凍結防止方法に関し、特に、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で極めて低い温度の冷却水を安定して製造するための開放式冷却塔及び開放式冷却塔の凍結防止方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来から、充填材ユニットを流下する冷却水と充填材ユニットに通風する空気とを流動接触させて熱交換し、当該冷却水を冷却する開放式冷却塔が知られている。そして、冬季や寒冷地等で冷凍機を運転させることなく冷却塔のみの運転で冷却水を冷却する、所謂フリークーリングシステムは、低い温度の外気を利用して冷却するので省エネルギー化に有利な熱交換システムとして注目されている。ところで、外気の湿球温度が０℃ＷＢの環境下で、上記開放式冷却塔（以下、単に冷却塔と称す）を使用して極めて温度が低い冷却水を製造する場合、充填材ユニットを流下する冷却水が、流下量が比較的少ない際部（充填材との境界部）や充填材ユニットの各充填材と接する部材の表面で凍結することがある。そして、凍結により生じた結氷は次第に成長し、充填材ユニットへの通風を阻害して所要の熱交換が得られなくなったり、充填材ユニットが破損する虞がある。
【０００３】
そこで、冬季や寒冷地等の外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下での冷却塔の凍結を防止する冷却塔が従来から知られている（例えば、特許文献１参照。）。しかしながら、従来の冷却塔は、熱交換後の冷却水の温度が十分に高い場合は有効であるが、上記冷却水の温度が極めて低い場合は冷却塔の凍結を効果的に防ぐことができない。また、特に、冷却水が充填材ユニットを上から下へ流下するのに対して空気が充填材ユニットを直交する方向へ流れる直交流型の冷却塔の場合、充填材ユニットに通風を生起させる通風機を定期的に逆回転させて、熱交換後の空気により、最も凍結が生じ易い充填材ユニットの空気入口側が凍結するのを防止することが行われている。しかしながら、この場合も、熱交換後の冷却水の温度が十分に高いことが必須であり、また熱交換後の冷却水は湿気を多く含むので、例えば－１５～－３０℃ＷＢの外気の湿球温度が極めて低い環境下では、特に、流下量及び流下速度が小さい冷却水の際部で結氷が生じて充填材ユニットが凍結する虞がある。
【０００４】

【特許文献１】
実開平６－４０６６４号公報（段落番号０００７～０００８、第１図及び第２図）
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
そこで本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、その第１の目的は、外気の湿球温度が極めて低い環境下で、極めて低い温度の冷却水を安定して製造することが可能な開放式冷却塔を提供することにある。また、第２の目的は、外気の湿球温度が極めて低い環境下で、極めて低い温度の冷却水を製造することが可能な開放式冷却塔の凍結防止方法を提供することにある。
【０００６】
【課題を解決するための手段】
上記第１の目的を達成するために、本発明のうち請求項１に記載の発明は、複数枚の充填材を並設して形成された充填材ユニットを備え、該充填材ユニットを流下する冷却水と充填材ユニットに通風する空気との間で熱交換を行うことにより冷却水を冷却する開放式冷却塔であって、充填材ユニットの各充填材間及び充填材ユニットと冷却塔本体壁面との間に空隙を形成し、充填材ユニットを形成する各充填材の全面又は空気出口側の部位を除く全面、及び充填材ユニットと空隙を介して対向する冷却塔本体壁面に、冷却水を略均一に流下させる第１の撒水手段を具備することを特徴とする。
【０００７】
請求項２に記載の発明は、請求項１に記載の発明において、充填材は一側面が凹凸状に形成され、充填材ユニットの充填材配列方向両側に位置する各充填材は一側面が空隙を介して冷却塔本体壁面と対向する向きに配置されることを特徴とする。
【０００８】
請求項３に記載の発明は、請求項１又は２に記載の発明において、第１の撒水手段は、充填材ユニットの上方に設置された上部撒水槽と、該上部撒水槽の底部に設けられ充填材ユニットの各充填材に向けて冷却水を撒水する底部撒水孔と、上部撒水槽の側部に設けられ充填材ユニットと対向する冷却塔本体壁面に向けて冷却水を撒水する側部撒水孔と、上部撒水槽と充填材ユニットとの間に介設され底部撒水孔から撒水された冷却水を充填材ユニットの各充填材へ略均一に撒布する第１の撒水バーと、を具備することを特徴とする。
【０００９】
請求項４に記載の発明は、請求項３に記載の発明において、充填材ユニットを上下に複数段で設け、隣り合う上下の充填材ユニット間に、充填材配列方向へ延出すると共に通風方向へ所定間隔で配置され上位の充填材ユニットを支持して上位の充填材ユニットを流下後の冷却水を下位の充填材ユニットに向けて撒水する第２の撒水バーと、該第２の撒水バーの下方に配設され第２の撒水バーで撒水された冷却水を下位の充填材ユニットに略均一に撒水する第３の撒水バーと、を具備し、第３の撒水バーが第２の撒水バーに対して通風方向へ偏倚して配置されることを特徴とする。
【００１０】
請求項５に記載の発明は、請求項１～４のいずれかに記載の発明において、冷却水の温度に基づいて充填材ユニットを流下する冷却水の流量を制御する冷却水流量制御手段を具備することを特徴とする。
【００１１】
請求項６に記載の発明は、請求項５に記載の発明において、冷却水流量制御手段は、冷却水を上部撒水槽に給水する給水ポンプと、貯水槽に貯留された熱交換後の冷却水の温度を検出する冷却水温度センサと、該冷却水温度センサの検出信号に基づいて給水ポンプの運転のＯＮ／ＯＦＦを切替える給水量制御装置と、を具備することを特徴とする。
【００１２】
請求項７に記載の発明は、請求項５に記載の発明において、冷却水流量制御手段は、冷却水を上部撒水槽に給水する給水ポンプと、充填材ユニットの最下部を流下する冷却水の温度を検出する冷却水温度センサと、該冷却水温度センサの検出信号に基づいて給水ポンプ

の出力を制御する給水量制御装置と、を具備することを特徴とする。

【００１３】

請求項８に記載の発明は、請求項５に記載の発明において、冷却水流量制御手段は、上部撒水槽に給水される冷却水の給水量を調節する給水量調節バルブと、充填材ユニットの最下部を流下する冷却水の温度を検出する冷却水温度センサと、該冷却水温度センサの検出信号に基づいて給水量調節バルブの開度を制御する給水量制御装置と、を具備することを特徴とする。

【００１４】

請求項９に記載の発明は、請求項６～８のいずれかに記載の発明において、給水量制御装置は、冷却水の温度が任意に設定された０℃以上の設定温度を維持するように上部撒水槽への冷却水の給水量を制御することを特徴とする。

【００１５】

請求項１０に記載の発明は、請求項１～９のいずれかに記載の発明において、充填材ユニットを流下する冷却水と充填材ユニットに通風する空気との間の熱交換量が一定量となるように充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御する通風量制御手段を具備することを特徴とする。

【００１６】

請求項１１に記載の発明は、請求項１０に記載の発明において、通風量制御手段は、外気の湿球温度を検出する外気湿球温度センサと、該外気湿球温度センサの検出信号に基づいて通風機のファンモータの出力を制御して充填材ユニットに通風する空気の通風量を調節する通風量制御装置と、を具備することを特徴とする。

【００１７】

請求項１２に記載の発明は、請求項１１に記載の発明において、通風量制御装置は、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、外気の湿球温度が０℃ＷＢ時の熱交換量を維持するように充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御することを特徴とする。

【００１８】

請求項１３に記載の発明は、請求項１０に記載の発明において、通風量制御手段は、熱交換後の空気の湿球温度を検出する湿球温度センサと、該湿球温度センサの検出信号に基づいて通風機のファンモータの出力を制御して充填材ユニットに通風する空気の通風量を調節する通風量制御装置と、を具備することを特徴とする。

【００１９】

請求項１４に記載の発明は、請求項１２に記載の発明において、通風量制御装置は、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、外気の湿球温度が０℃ＷＢ時の熱交換後の空気の湿球温度を維持するように充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御することを特徴とする。

【００２０】

請求項１５に記載の発明は、請求項１～１４のいずれかに記載の発明において、充填材ユニットの空気入口側の部位に熱交換に用いる冷却水とは別途に所定流量の冷却水を流下させる第２の撒水手段を具備することを特徴とする。

【００２１】

上記第２の目的を達成するために、本発明のうち請求項１６に記載の発明は、複数枚の充填材を並設して形成された充填材ユニットを備え、該充填材ユニットを流下する冷却水と充填材ユニットに通風する空気との間で熱交換を行うことにより冷却水を冷却する開放式冷却塔の凍結防止方法であって、充填材ユニットの各充填材間及び充填材ユニットと冷却塔本体壁面との間に空隙を形成し、充填材ユニットを形成する各充填材の全面又は空気出口側の部位を除く全面、及び空隙を介して充填材ユニットと対向する冷却塔本体壁面に冷却水を略均一に流下させることにより、充填材ユニット及び冷却塔本体壁面が凍結するのを防止することを特徴とする。

【００２２】

請求項１７に記載の発明は、請求項１６に記載の発明において、貯水槽に貯留された熱交

換後の冷却水の温度が低下して０℃に到達した時点で、充填材ユニットに冷却水を給水するのを停止することを特徴とする。

【００２３】

請求項１８に記載の発明は、請求項１６に記載の発明において、充填材ユニットの最下部を流下する冷却水の温度が０℃以上を維持するように充填材ユニットを流下する冷却水の流量を制御することを特徴とする。

【００２４】

請求項１９に記載の発明は、請求項１６に記載の発明において、充填材ユニットの最下部を流下する冷却水の温度が０℃以上を維持するのに十分な固定流量の冷却水を充填材に流下させることを特徴とする。

【００２５】

請求項２０に記載の発明は、請求項１６～１９に記載の発明において、充填材ユニットを流下する冷却水と充填材ユニットに通風する空気との間の熱交換量が一定量となるように充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御することを特徴とする。

【００２６】

請求項２１に記載の発明は、請求項２０に記載の発明において、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、外気の湿球温度が０℃ＷＢ時の熱交換量を維持するように充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御することを特徴とする。

【００２７】

請求項２２に記載の発明は、請求項２０に記載の発明において、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、外気の湿球温度が０℃ＷＢ時の熱交換後の空気の湿球温度を維持するように充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御することを特徴とする。

【００２８】

請求項２３に記載の発明は、請求項１６～２２のいずれかに記載の発明において、充填材ユニットの空気入口側部位に熱交換に用いる冷却水とは別途に所定流量の冷却水を流下させて、充填材ユニットの空気入口側の部位が凍結するのを防止することを特徴とする。

【００２９】

従って、請求項１に記載の発明では、第１の撒水手段で冷却水を撒水して、充填材ユニットを形成する各充填材の全面又は空気出口側の部位を除く全面、及び充填材ユニットと空隙を介して対向する冷却塔本体壁面に冷却水を略均一に流下させることにより、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下であっても、充填材ユニット及び冷却塔本体壁面が凍結するのを防止することができる。

【００３０】

請求項２に記載の発明では、充填材ユニットの充填材配列方向両側に位置する各充填材を、一側の凹凸面が冷却塔本体壁面と空隙を介して対向するように配置したので、充填材ユニットと冷却塔本体壁面との間隙に冷却水が滞留するのを防いで、充填材ユニットと冷却塔本体壁面との間が凍結するのを防止することができる。

【００３１】

請求項３に記載の発明では、第１の撒水手段は、上部撒水槽の底部撒水孔から撒水された冷却水を第１の撒水バーで充填材ユニットに略均一に撒水するので、充填材ユニットの各充填材に冷却水を略均一に流下させることができる。また、第１の撒水手段は、冷却水を上部撒水槽の側部撒水孔から撒水して、冷却水を充填材ユニットと空隙を介して対向する冷却塔本体壁面に略均一に流下させることができる。

【００３２】

請求項４に記載の発明では、充填材ユニットを上下に複数段で形成した場合、上位の充填材ユニットを流下後の冷却水が第２の撒水バー撒水されると共に該第２の撒水バーで撒水された冷却水が第３の撒水バーにより下位の充填材ユニットに撒水される。そして、第２の撒水バーと第３の撒水バーとを通風方向へ偏倚させて配置したので、上位の充填材ユニットを流下後の冷却水を下位の充填材ユニットに略均一に撒水することが可能となり、上下の充填材ユニットの各充填材に冷却水を略均一に流下させることができる。

【００３３】
請求項５に記載の発明では、冷却水流量制御手段により、冷却水の温度に基づいて充填材ユニットを流下する冷却水の流量を制御することができる。
【００３４】
請求項６に記載の発明では、冷却水流量制御手段は、貯水槽に貯留された熱交換後の冷却水の温度に応じて給水ポンプの運転のＯＮ／ＯＦＦを切替えて上部撒水槽への給水量を制御することで、充填材ユニットを流下する冷却水の流量を制御する。
【００３５】
請求項７に記載の発明では、冷却水流量制御手段は、充填材ユニットの最下部を流下する冷却水の温度に応じて給水ポンプの出力を制御して上部撒水槽への冷却水の給水量を制御することで、充填材ユニットを流下する冷却水の流量を制御する。
【００３６】
請求項８に記載の発明では、冷却水流量制御手段は、充填材ユニットの最下部を流下する冷却水の温度に応じて給水量調節バルブの開度を調節して上部撒水槽への冷却水の給水量を制御することで、充填材ユニットを流下する冷却水の流量を制御する。
【００３７】
請求項９に記載の発明では、冷却水流量制御手段は、冷却水の温度が任意に設定された０℃以上の設定温度を維持するように上部撒水槽への冷却水の給水量を制御することで、充填材ユニットを流下する冷却水の流量を制御する。
【００３８】
請求項１０に記載の発明では、通風量制御手段は、充填材ユニットを流下する冷却水と充填材ユニットに通風する空気との間の熱交換量が一定量となるように充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御する。
【００３９】
請求項１１に記載の発明では、通風量制御手段は、外気の湿球温度に応じて通風機のファンモータの出力を制御することで充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御する。
【００４０】
請求項１２に記載の発明では、通風量制御手段は、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、外気の湿球温度が０℃ＷＢ時の熱交換量を維持するように充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御する。
【００４１】
請求項１３に記載の発明では、通風量制御手段は、熱交換後の空気の湿球温度に応じて通風機のファンモータの出力を制御することで、充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御する。
【００４２】
請求項１４に記載の発明では、通風量制御手段は、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、外気の湿球温度が０℃ＷＢ時の熱交換後の空気の湿球温度を維持するように、充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御する。
【００４３】
請求項１５に記載の発明では、第２の撒水手段により、充填材ユニットの空気入口側の部位に熱交換に用いる冷却水とは別途に多量の冷却水を流下させることで、熱交換が直交流型の冷却塔である場合、最も凍結しやすい充填材ユニットの空気入口側の部位が凍結するのを防止することができる。
【００４４】
請求項１６に記載の発明では、充填材ユニットを形成する各充填材の全面又は空気出口側の部位を除く全面、及び充填材ユニットと空隙を介して対向する冷却塔本体壁面に冷却水を略均一に流下させることにより、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下であっても、充填材ユニット及び冷却塔本体壁面が凍結するのを防止することができる。
【００４５】
請求項１７に記載の発明は、貯水槽に貯留された熱交換後の冷却水の温度が低下して０℃

に到達した時点で、充填材ユニットに冷却水を給水するのを停止することで、充填材ユニット及び冷却塔本体壁面が凍結するのを防止することができる。

【００４６】

請求項１８に記載の発明では、充填材ユニットの最下部を流下する冷却水の温度が０℃以上を維持するように充填材ユニットを流下する冷却水の流量を制御することで、充填材ユニット及び冷却塔本体壁面が凍結するのを防止することができる。

【００４７】

請求項１９に記載の発明では、充填材ユニットの最下部を流下する冷却水の温度が０℃以上を維持するのに十分な固定流量の冷却水を充填材に流下させることで、充填材ユニット及び冷却塔本体壁面が凍結するのを防止することができる。

【００４８】

請求項２０に記載の発明では、充填材ユニットを流下する冷却水と充填材ユニットに通風する空気との間の熱交換量が一定量となるように充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御することで、充填材ユニット及び冷却塔本体壁面が凍結するのを防止することができる。

【００４９】

請求項２１に記載の発明では、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、外気の湿球温度が０℃ＷＢ時の熱交換量を維持するように充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御することで、充填材ユニット及び冷却塔本体壁面が凍結するのを防止することができる。

【００５０】

請求項２２に記載の発明では、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、外気の湿球温度が０℃ＷＢ時の熱交換後の空気の湿球温度を維持するように充填材ユニットに通風する空気の通風量を制御することで、充填材ユニット及び冷却塔本体壁面が凍結するのを防止することができる。

【００５１】

請求項２３に記載の発明では、充填材ユニットの空気入口側部位に熱交換に用いる冷却水とは別途に所定流量の冷却水を流下させることで、熱交換が直交流型の冷却塔である場合に、最も凍結しやすい充填材ユニットの空気入口側の部位が凍結するのを防止することができる。

【００５２】

【発明の実施の形態】

本発明の一実施の形態を図１乃至図７に基づいて説明する。本開放式冷却塔１（以下、単に冷却塔１と称す）は、充填材ユニット２を上から下へ流下する冷却水３と当該充填材ユニット２を水平方向に通風する空気との間で熱交換して上記冷却水３を冷却する直交流型の熱交換を行う冷却塔１であって、外気の湿球温度が－５℃ＷＢ以下の環境下で、１℃以下の極めて低い温度の冷却水を安定して製造するものである。図１に示すように、本冷却塔１は、通風機１０のファン４を回転させることにより、冷却塔本体５の空気入口６から冷却塔本体５内部に外気（空気）を取り込み、取り込んだ空気を充填材ユニット２に通風して冷却塔本体５の空気出口７から排出する構造になっている。また、本冷却塔１は、当該冷却塔１とは別個に設けられた貯水槽８に貯留された冷却水３を給水ポンプ９で汲み上げて、上記貯水槽８と冷却塔１との間を循環させる構造になっている。

【００５３】

上記充填材ユニット２は、シート状に形成された充填材１１を図１における紙面視方向（充填材配列方向）へ複数枚並設することで構成されている。また、充填材ユニット２を構成する各充填材１１は略垂直の状態で設置され、充填材ユニット２の隣り合う充填材１１間には、冷却水３を流下させるための所要の空隙が形成されている。また、各充填材１１は一側面１１ａが凹凸状に形成されており、これにより充填材１１の表面積を増大させて充填材１１の熱交換効率を向上させている。また、図２に示すように、充填材ユニット２の充填材配列方向両側に位置する各充填材１１は、凹凸状に形成された一側面１１ａが冷

却塔本体壁面５ａと対向するように配置されており、充填材ユニット２の充填材配列方向両側に位置する各充填材１１の一側面１１ａ（充填材ユニット２）と冷却塔本体壁面５ａとの間には、冷却水３を流下させるための所要の空隙が形成されている。なお、充填材ユニット２を構成する各充填材１１は、図４に示すように、空気出口側縁部に設けられたエミリネータ部２８により各充填材１１の空気出口側縁部を流下する冷却水３の流れが整流されている。

【００５４】

また、本冷却塔１では、従来の充填材の空気入口側縁部に設けられ空気入口側への冷却水の飛散を防止する水切り部が廃止され、これにより、各充填材１１の空気入口側の端部にも他の部位と略均一な冷却水３が流下する構造になっている。また、図１に示すように、本冷却塔１は、冷却塔本体１の上位の充填材ユニット２の上方に設置されて給水ポンプ９で汲み上げられた貯水槽８の冷却水３が給水される上部撒水槽１５を備えている。該上部撒水槽１５は、図３及び図５に示すように、底部に複数個の底部撒水孔１７が穿設され、さらに上記冷却塔本体壁面５ａと対向する側部に複数個の側部撒水孔１８が穿設されている。そして、図４に示すように、上記上部撒水槽１５と充填材ユニット２との間に形成された空間には、両端が冷却塔本体５に支持された第１の撒水バー１９が配設されている。該第１の撒水バー１９は、断面が略コの字状のチャンネル材で形成されており、複数本が通風方向（図４における左右方向）に所定間隔で配設されている。

【００５５】

また、図４に示すように、本冷却塔１は、充填材ユニット２が上下に複数段（本実施例では２段）で設けられ、図６にも示されるように、上位の充填材ユニット２は、下端が、冷却塔本体５に架設された第２の撒水バー１３で支持されている。また、第２の撒水バー１３は、断面が略コの字状のチャンネル材で形成され、充填材配列方向へ延出する複数本が通風方向（図４及び図６における左右方向）へ所定間隔で配設されている。さらに、図４及び図６に示すように、各第２の撒水バー１３の下方には、両端が冷却塔本体５で支持されて第２の撒水バー１３に対して空気出口側へ所定距離だけ偏倚させて配置した第３の撒水バー１４が配設されている。これにより、上位の充填材ユニット２を流下後の冷却水３は、図６に示すように、第２の撒水バー１３で撒水されて、さらに第３の撒水バー１４で撒水されることにより下位の充填材ユニット２に略均一に撒水されて、下位の充填材ユニット２の各充填材１１の表面を略均一に流下する構造になっている。

【００５６】

従って、本冷却塔１では、図５に示すように、上部撒水槽１５に給水された冷却水３は、底部撒水孔１７で撒水されて第１の撒水バー１９により上位の充填材ユニット２に略均一に撒水され、上位の充填材ユニット２の各充填材１１の表面を略均一に流下する。そして、図６に示すように、上位の充填材ユニット２を流下後の冷却水３は、第２の撒水バー１３及び第３の撒水バー１４により下位の充填材ユニット２に略均一に撒水され、下位の充填材ユニット２の各充填材１１の表面を略均一に流下する。さらに、図３に示すように、上部撒水槽１５に給水された冷却水３は、側部撒水孔１８で冷却塔本体壁面５ａに撒水され、充填材ユニット２と対向する冷却塔本体壁面５ａを略均一な流量で流下する構造になっている。なお、図１に示すように、各充填材ユニット２及び冷却塔本体壁面５ａを流下後の冷却水３（熱交換後の冷却水）は、冷却塔本体５に設けられた冷却水回収部２０により回収され、ドレン２１から排出されて排水管２２を介して貯水槽８に戻される構造になっている。

【００５７】

また、図１に示すように、本冷却塔１は、貯水槽８に貯留された熱交換後の冷却水３の温度Ｔ１を検出する冷却水温度センサ２３と、該冷却水温度センサ２３の検出信号に基づいて上記給水ポンプ９の運転のＯＮ／ＯＦＦを切替えて上部撒水槽１５への冷却水３の給水量を制御するマイクロコンピュータ等からなる給水量制御装置２４（冷却水流量制御手段）を具備している。該給水量制御装置２４は、貯水槽８に貯留される冷却水３の温度が０℃以上の設定温度Ｔ２に設定可能であって、貯水槽８に貯留された冷却水３の温度が低下

して上記設定温度Ｔ２に到達した時点で、給水ポンプ９の運転をＯＦＦして上部撒水槽１５への冷却水３の給水を停止し、冷却水温度センサ２３の検出信号に基づいて貯水槽８に貯留された冷却水３の温度Ｔ１が上昇したことを検知した時点で、給水ポンプ９の運転をＯＮして上部撒水槽１５への冷却水３の給水を開始する。これにより、本冷却塔１は、貯水槽８に貯留される冷却水３の温度を任意に設定された０℃以上の温度Ｔ２に保持する構造になっている。

【００５８】

また、図１に示すように、本冷却塔１は、外気の湿球温度Ｔ３を検出する外気湿球温度センサ２５と、該外気湿球温度センサ２５の検出信号に基づいて通風機１０のファン４を回転駆動する電動モータ２６（ファンモータ）の出力を制御して上記充填材ユニット２に通風する空気の通風量を制御するマクロコンピュータからなる通風量制御装置２７（通風量制御手段）を具備している。該通風量制御装置２７は、外気湿球温度Ｔ３に対して上記電動モータ２６の出力を対応させた通風量制御テーブル（図７参照）を備え、外気湿球温度センサ２５の検出信号に応じて電動モータ２６への出力（出力周波数）を決定するインバータ制御を行っている。そして、通風量制御装置２７は、外気湿球温度Ｔ３が０℃ＷＢよりも高い場合には、電動モータ２６の出力を所定出力に保持して充填材ユニット２の通風量を一定に保持するように構成されている。また、通風量制御装置２７は、外気湿球温度Ｔ３が０℃ＷＢ以下の環境下では、外気湿球温度Ｔ３の低下に応じて充填材ユニット２の通風量を低減して上記熱交換量を低下させ、これにより充填材ユニット２を流下する冷却水３が過度に冷却されるのを防いで充填材ユニット２が凍結するのを防止する構造になっている。

【００５９】

次に、本実施の形態の作用を説明する。ここでは、外気の湿球温度が－１５～－３０℃ＷＢの環境下で、本冷却塔１を使用して１℃以下の極めて低い温度の冷却水３を製造する場合の作用を説明する。冷却塔１の運転を開始すると、給水量制御装置２４は、冷却水温度センサ２３の検出信号に基づいて、貯水槽８に貯留された冷却水３の温度Ｔ１が任意に設定された設定温度Ｔ２よりも高い（Ｔ１＞Ｔ２）ことを認識することで、給水ポンプ９の運転をＯＮする。これにより、貯水槽８に貯留された冷却水３が給水管１６中を送水され、固定流量の冷却水３が上部撒水槽１５に給水される。そして、図５に示すように、上部撒水槽１５に給水された熱交換前の冷却水３は、上部撒水槽１５の底部撒水孔１７で撒水され、さらに第１の撒水バー１９で上位の充填材ユニット２に撒水されて上位の充填材ユニット２の各充填材１１の表面を凍結が生じない十分な流量で略均一に流下する。そして、図６に示すように、冷却水３は、上位の充填材ユニット２を流下後、第２の撒水バー１３で撒水され、さらに第３の撒水バー１４で撒水されて下位の充填材ユニット２の各充填材１１の表面を凍結が生じない十分な流量で略均一に流下する。

【００６０】

また、図３に示すように、上部撒水槽１５に給水された冷却水３は、上部撒水槽１５の側部撒水孔１８で撒水され、上下の充填材ユニット２と対向する冷却塔本体壁面５ａに撒水される。ここで、充填材ユニット２と冷却塔本体壁面５ａとの間には所要の空隙が設けられているので、側部撒水孔１８で撒水された冷却水３は、冷却塔本体壁面５ａを凍結が生じない十分な流量で略均一に流下する。また、従来の充填材１１に設けられていた水切り部１２（図１５参照）を廃止したことで、充填材ユニット２の空気入口側の部分にも冷却水３が均一に流下する。これにより、直交流型の熱交換を行う冷却塔１において冷却水３の温度が最も低い、充填材ユニット２の空気入口側最下部にも冷却水３を均一に流下させて、充填材ユニット２が凍結するを防いでいる。なお、図１に示すように、各充填材ユニット２及び冷却塔本体壁面５ａを流下した熱交換後の冷却された冷却水３は、冷却塔本体５の冷却水回収部２０に回収され、ドレン２１から排出されて排水管２２を介して貯水槽８に戻される。そして、貯水槽８に貯留された冷却水３の温度は給水量制御装置２４の監視下で徐々に低下して、給水量制御装置２４は、冷却水温度センサ２５の検出信号に基づいて貯水槽８に貯留された冷却水３の温度Ｔ１が設定温度Ｔ２に到達したことを認識した

時点で、給水ポンプ９の運転をＯＦＦして上部撒水槽１５への冷却水３の給水を停止する。

【００６１】

一方、冷却塔１の運転を開始することで、通風量制御装置２７は、通風量制御テーブルの制御データに基づいて、外気の湿球温度に応じて通風機１０のファン４を回転駆動する電動モータ２６の出力（出力周波数）をインバータ制御する。具体的には、外気の湿球温度が０℃ＷＢよりも高い状態では、上記電動モータ２６の出力（出力周波数）を一定に保持して充填材ユニット２に一定の通風量の空気を通風し、また外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下では、外気の湿球温度Ｔ３の低下に応じて電動モータ２６の出力（出力周波数）を制御して充填材ユニット２に通風する空気の通風量を低減させて、充填材ユニット２に通風する空気と充填材ユニット２を流下する冷却水３との間の熱交換量が所定の熱交換量となるように制御して、充填材ユニット２を流下する冷却水３が過度に冷却されるのを防いで充填材ユニット２が凍結するのを防止する。

【００６２】

この実施の形態では以下の効果を奏する。

上部撒水槽１５の底部撒水孔１７で撒水された冷却水３を第１の撒水バー１９で略均一に撒水したので、上位の充填材ユニット２の各充填材１１の表面に冷却水３が略均一に流下して上位の充填材ユニット２が凍結するのを防止することができる。

上位の充填材ユニット２を流下後の冷却水３が当該上位の充填材ユニット２を支持する第２の撒水バー１３で撒水され、第２の撒水バー１３で撒水された冷却水３が第３の撒水バー１４で下位の充填材ユニット２に略均一に撒水されるので、下位の充填材ユニット２の各充填材１１の表面に冷却水３が略均一に流下して下位の充填材ユニット２が凍結するのを防止することができる。

第２の撒水バー１３と第３の撒水バー１４とを通風方向へ偏倚させて配置したので、上位の充填材ユニット２を流下後の冷却水３が下位の充填材ユニット２により均一に撒水されて下位の充填材ユニット２の各充填材１１の表面に冷却水３がより均一に流下して下位の充填材ユニット２が凍結するのを防止することができる。

従来の充填材１１に設けられていた水切り部１２を廃止したので、充填材ユニット２（充填材１１）の空気入口側の部位にも冷却水３が均一に流下して、直交流型の熱交換を行う冷却塔１の充填材ユニット２において冷却水３の温度が最も低くなる、充填材ユニット２（充填材１１）の空気入口側最下部が凍結するのを防止することができる。

側部撒水孔１８で撒水された冷却水３を冷却塔本体５の冷却塔本体壁面５ａに略均一に撒水したので、冷却水３が冷却塔本体壁面５ａに略均一に流下して、充填材ユニット２と該充填材ユニット２と対向する冷却塔本体壁面５ａとの間で凍結が発生するのを防止することができる。

充填材ユニット２の各充填材１１を隣り合う充填材１１間に所要の空隙を設けて配置し、且つ充填材ユニット２と該充填材ユニット２と対向する冷却塔本体壁面５ａとの間に所要の空隙を設けたので、底部撒水孔１７及び側部撒水孔１８で撒水された冷却水３が充填材ユニット２の各充填材１１の表面及び冷却塔本体壁面５ａに十分、且つ略均一な流量で流下して、充填材ユニット２及び冷却塔本体壁面５ａが凍結するのを防止することができる。

貯水槽８に貯留された冷却水３の温度Ｔ１が設定温度Ｔ２（例えば０℃）よりも高い状態で、給水ポンプ９を運転して貯水槽８に貯留された冷却水３を上部撒水槽１５に給水して充填材ユニット２の各充填材１１に十分な固定流量の冷却水３を流下させ、貯水槽８に貯留された冷却水３の温度Ｔ１が低下して設定温度Ｔ２（例えば０℃）に到達した時点で、給水ポンプ９を停止して上部撒水槽１５への冷却水３の給水を停止するので、冷却水３が過度に冷却されるのを防いで、充填材ユニット２が凍結するのを防止することができる。

通風機１０のファン４を回転駆動する電動モータ２６の出力（出力周波数）をインバータ制御して、外気の湿球温度Ｔ３が０℃ＷＢよりも高い状態で上記電動モータ２６の出力（出力周波数）を一定に保持して充填材ユニット２に一定の通風量の空気を通風させ、また

外気の湿球温度Ｔ３が０℃ＷＢ以下に低下した場合に、外気湿球温度センサ２５で検出した外気の湿球温度Ｔ３の低下に応じて電動モータ２６の出力（出力周波数）を制御して、充填材ユニット２に通風する空気の通風量を低減させて充填材ユニット２を流下する冷却水３と充填材ユニット２に通風する空気との間の熱交換量を所定の熱交換量に保持するので、充填材ユニット２を流下する冷却水３が過度に冷却されるのを防いで、充填材ユニット２が凍結するのを防止することができる。
従って、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で使用される場合であっても、冷却塔１（充填材ユニット２及び冷却塔本体壁面５ａ）が凍結するのを防止することができる。

【００６３】

なお、実施の形態は上記に限定されるものではなく、例えば次のように構成してもよい。本実施の形態では、直交流型の熱交換を行う冷却塔１（角型冷却塔）を例に挙げたが、充填材ユニット２及び充填材ユニット２と対向する冷却塔本体壁面５ａに十分な流量の冷却水３を略均一に流下させて充填材ユニット２及び冷却塔本体壁面５ａが凍結するのを防止する上記機構、充填材ユニット２を流下する冷却水３の流量を制御して充填材ユニット２が凍結するのを防止する上記機構（冷却水流量制御手段）、充填材ユニット２に通風する空気の通風量を制御して充填材ユニット２が凍結するのを防止する上記機構（通風量制御手段）を、図８に示すように、対向流型の熱交換を行う冷却塔３１（丸型冷却塔）に採用してもよい。この場合、上述した直交流型の熱交換を行う冷却塔１と同様の効果を得ることができる。

【００６４】

図９に示すように、冷却塔本体５の所定位置に最下位の充填材ユニット２の空気入口側（図９における紙面視右側）最下部を流下する冷却水３の温度Ｔ４を検出する冷却水温度センサ３２を設け、マイクロコンピュータ等からなる給水量制御装置３４により、上記冷却水温度センサ３２の検出信号に基づいて給水ポンプ９の出力を制御（インバータ制御）して上部撒水槽１５への給水量を調節し、上記冷却水３の温度Ｔ４が０℃以上となるように、十分な流量の冷却水３を充填材ユニット２に流下させてもよい。この場合、直交流型の熱交換を行う冷却塔１（角型冷却塔）において冷却水３の温度が最も低くなる、最下位の充填材ユニット２の空気入口側最下部が凍結するのを防止することができる。また、図１０に示すように、給水管１６の途中（上部撒水槽１５により近い位置が望ましい）に流量制御バルブ３５を設けておいて、上記給水ポンプ９の出力を一定に保持した状態で、給水量制御装置３４により上記流量制御バルブ３５の開度を制御して、冷却水３の温度Ｔ４が０℃以上となるように十分な流量の冷却水３を充填材ユニット２に流下させてもよい。この場合においても、直交流型の熱交換を行う冷却塔１（角型冷却塔）において冷却水３の温度が最も低くなる、最下位の充填材ユニット２の空気入口側最下部が凍結するのを防止することができる。

【００６５】

図１１に示すように、熱交換後（充填材ユニット２を通過後）の空気の湿球温度Ｔ５を検出する湿球温度センサ３６を冷却塔本体５の所定位置に設けておいて、マイクロコンピュータ等からなる通風量制御装置３７により、上記湿球温度センサ３６の検出信号に基づいて通風機１０のファン４を回転駆動する電動モータ２６の出力をインバータ制御して充填材ユニット２に通風する熱交換用空気の通風量を調節し、熱交換用空気と冷却水３との熱交換量が外気の湿球温度が０℃ＷＢ時における熱交換量を維持するように構成してもよい。この場合、通風量制御装置３７に格納された通風量制御テーブルに基づいて、外気の湿球温度が低下するに応じて充填材ユニット２に通風する熱交換用空気の通風量を低減させることにより、冷却水３が過度に冷却されるのを防いで充填材ユニット２が凍結するのを防止することができる。

【００６６】

直交流型の熱交換を行う冷却塔１（角型冷却塔）において、充填材ユニット２の空気入口側の部位に、熱交換用の冷却水３とは別の冷却水３を温度が充填材ユニット２の最上位と最下部とで略同一となるように多量に流下させてもよい。具体的には、図１２に示すよう

に、最上位の充填材ユニット２の空気入口側（図１２における紙面視右側）上方に冷却水ガイド３８を設置すると共に上部撒水槽１５に撒水孔３９を追加して、該追加した撒水孔３９から撒水された冷却水３を上記冷却水ガイド３８で充填材ユニット２の空気入口側の部位に略均一に撒水して、当該充填材ユニット２の空気入口側の部位に他の部位と比較して多量の冷却水３を流下させる。この場合、直交流型の熱交換を行う冷却塔１において冷却水３の温度が最も低くなる充填材ユニット２の空気入口側最下部が凍結するのを防止することができる。なお、対交流型の熱交換を行う冷却塔１（丸型冷却塔）については、充填材ユニット２の部位による冷却水３の温度差が殆どないので、充填材ユニット２の所定部位に他の部位と比較して多量の冷却水３を流下させることによる効果はない。

【００６７】

本実施の形態では、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、貯水槽８に貯留された冷却水３を冷却して当該冷却水３の温度を極めて低い温度で保持するように冷却塔１を構成したが、本冷却塔１を冷凍機用のチラーとして構成してもよい。具体的には、図１３に示すように、冷却塔１と負荷（冷凍機）との間の冷却水循環回路４１に冷却水３を循環させる循環ポンプ４２と、最下位の充填材ユニット２の空気入口側最下部を流下する冷却水３の温度Ｔ４を検出する冷却水温度センサ３２と、該冷却水温度センサ３２の検出信号に基づいて上記循環ポンプ４２の出力をインバータ制御して上記冷却水循環回路４１に循環させる冷却水３の流量を調節するマイクロコンピュータ等からなる給水量制御装置３４（冷却水流量制御手段）と、熱交換前の空気の湿球温度Ｔ６を検出する湿球温度センサ４３と、該湿球温度センサ４３の検出信号に基づいて通風機１０のファン４を回転駆動する電動モータ２６の出力をインバータ制御して充填材ユニット２に通風する空気の通風量を調節するマイクロコンピュータ等からなる通風量制御装置４４とを具備している。そして、給水量制御装置３４により、当該給水量制御装置３４に格納された給水量制御テーブルに基づいて最下位の充填材ユニット２の空気入口側最下部を流下する冷却水３の温度Ｔ４に応じて冷却水循環回路４１に循環させる冷却水３の流量を調節すると同時に、通風量制御装置４４により、当該通風量制御装置４４に格納された通風量制御テーブルに基づいて熱交換前の空気の湿球温度Ｔ６に応じて充填材ユニット２に通風する空気の通風量を調節する。この場合、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、最下位の充填材ユニット２の空気入口側最下部を流下する冷却水３の温度Ｔ４が低下して０℃に到達した際には、冷却水回路４１に循環させる冷却水３の流量を増加させ、比較的温度の高い負荷側からの冷却水３を充填材ユニット２へ多量に供給することで充填材ユニット２が凍結するのを防ぐことができる。また、熱交換前の空気の湿球温度が０℃ＷＢ以下に低下した場合、当該空気の湿球温度の低下に応じて充填材ユニット２に通風する空気の流量を低減して熱交換量を一定量に保持することにより、冷却水３が過度に冷却されるのを防いで充填材ユニット２が凍結するのを防止することができる。さらに、給水量制御装置３４と通風量制御装置４４との双方を同時に採用することで、開放式冷却塔１をより多様な要求（制御）に対応させることが可能となる。

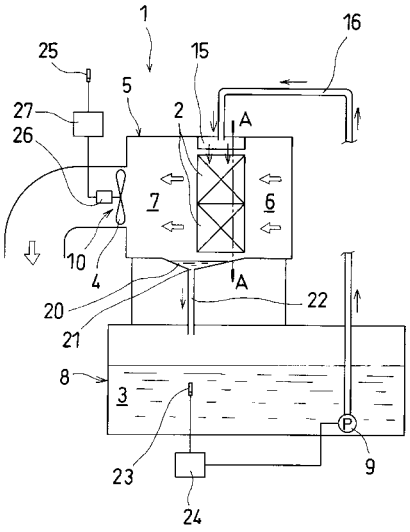
なお、本冷却塔１を冷凍機用のチラーとして使用する場合、図１４に示すように、冷却水循環回路４１に循環させる冷却水３の流量を固定流量にし、最下位の充填材ユニット２の空気入口側最下部を流下する冷却水３の温度Ｔ４を検出する冷却水温度センサ３２と、該冷却水温度センサ３２の検出信号に基づいて通風機１０のファン４を回転駆動する電動モータ２６の出力をインバータ制御して充填材ユニット２に通風する空気の通風量を調節するマイクロコンピュータ等からなる通風量制御装置４５と、を設けておいて、外気の湿球温度が０℃ＷＢ以下の環境下で、通風量制御装置４５に格納された通風量制御テーブルに基づいて最下位の充填材ユニット２の空気入口側最下部を流下する冷却水３の温度Ｔ４が低下するのに応じて充填材ユニット２に通風する空気の通風量を低減させて、冷却水３と空気との熱交換量が外気の湿球温度が０℃ＷＢ時における熱交換量を維持するように構成してもよい。この場合、冷却水３が過度に冷却されるのを防いで充填材ユニット２が凍結するのを防止することができる。

【００６８】

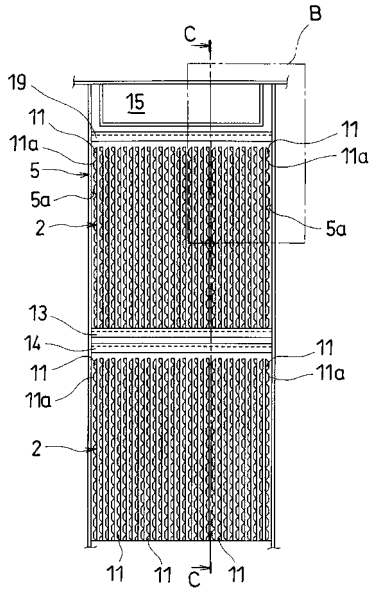
【発明の効果】
以上詳述したように、本発明によれば、外気の湿球温度が極めて低い環境下で、極めて低い温度の冷却水を安定して製造することが可能な開放式冷却塔を提供することができる。また、外気の湿球温度が極めて低い環境下で、極めて低い温度の冷却水を製造することが可能な開放式冷却塔の凍結防止方法を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本開放式冷却塔を含む冷却水製造設備の概略構成を示す図である。
【図２】本開放式冷却塔の説明図で、図１におけるＡ－Ａ断面図である。
【図３】本開放式冷却塔の説明図で、図２におけるＢ部詳細図である。
【図４】本開放式冷却塔の説明図で、図２におけるＣ－Ｃ矢視図である。
【図５】本開放式冷却塔の説明図で、図４におけるＤ部詳細図である。
【図６】本開放式冷却塔の説明図で、図４におけるＥ部詳細図である。
【図７】本開放式冷却塔の通風量制御装置に格納された通風量制御テーブルの説明図である。
【図８】対交流型の熱交換を行う丸型冷却塔の説明図である。
【図９】他の実施の形態の説明図で、特に、充填材ユニットの空気入口側最下部を流下する冷却水の温度に応じて給水ポンプを駆動する電動モータの出力を制御して充填材ユニットを流下する冷却水の流量を調節する冷却水製造設備の概略構成を示す図である。
【図１０】他の実施の形態の説明図で、特に、充填材ユニットの空気入口側最下部を流下する冷却水の温度に応じて流量制御バルブの開度を制御して充填材ユニットを流下する冷却水の流量を調節する冷却水製造設備の概略構成を示す図である。
【図１１】他の実施の形態の説明図で、特に、充填材ユニットの空気入口側最下部を流下する冷却水の温度に応じて通風機のファンモータの出力を制御して充填材ユニットに通風する空気の通風量を調節する冷却水製造設備の概略構成を示す図である。
【図１２】他の実施の形態の説明図で、直交流型の熱交換を行う開放式冷却塔（角型冷却塔）において、充填材ユニットの空気入口側の部位に熱交換用の冷却水とは別途の冷却水を多量に流下させるための機構を示す図である。
【図１３】本開放式冷却塔を冷凍機のチラーとして使用した場合の冷却水製造設備の説明図で、特に、充填材ユニットの空気入口側最下部を流下する冷却水の温度に応じてポンプを駆動する電動モータの出力を制御して充填材ユニットを流下する冷却水の流量を調節すると共に、熱交換前の空気の湿球温度に応じて通風機のファンモータの出力を制御して充填材ユニットに通風する空気の通風量を調節する冷却水製造設備の概略構成を示す図である。
【図１４】本開放式冷却塔を冷凍機のチラーとして使用した場合の冷却水製造設備の説明図で、特に、充填材ユニットの空気入口側最下部を流下する冷却水の温度に応じて通風機のファンモータの出力を制御して充填材ユニットに通風する空気の通風量を調節する冷却水製造設備の概略構成を示す図である。
【図１５】従来の充填材の平面図で、特に、水切り部を示す図である。
【符号の説明】
１　開放式冷却塔（角型冷却塔）
２　充填材ユニット
３　冷却水
４　ファン
５　冷却塔本体
５ａ　冷却塔本体壁面
８　貯水槽
９　給水ポンプ
１０　通風機
１１　充填材
１３　第２の撒水バー

１４　第３の撒水バー
１５　上部撒水槽
１７　底部撒水孔
１８　側部撒水孔
１９　第１の撒水バー
２３　冷却水温度センサ
２４　給水量制御装置（冷却水流量制御手段）
２５　外気湿球温度センサ
２６　電動モータ（ファンモータ）
２７　通風量制御装置（通風量制御手段）

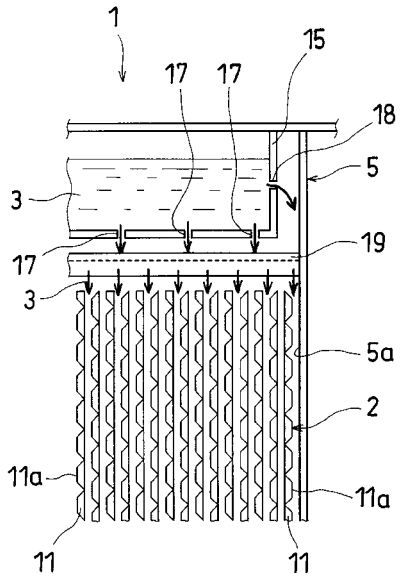
【図１】



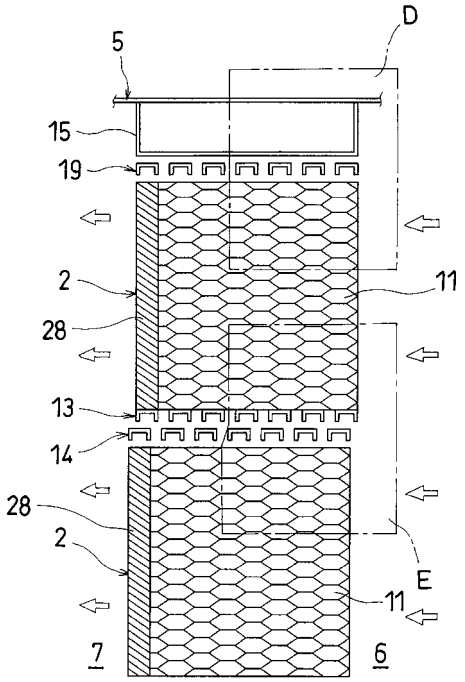
【図２】



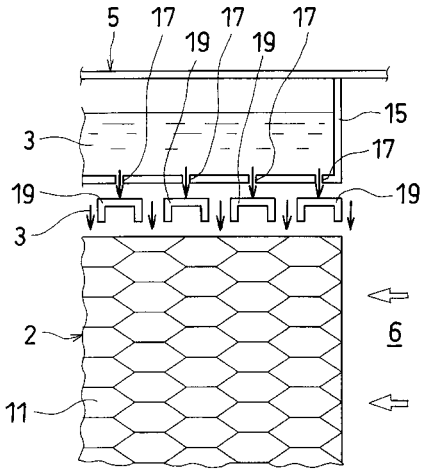
【図３】


1
15
17
17
18
5
3
19
17
3
5a
2
11a
11a
11
11

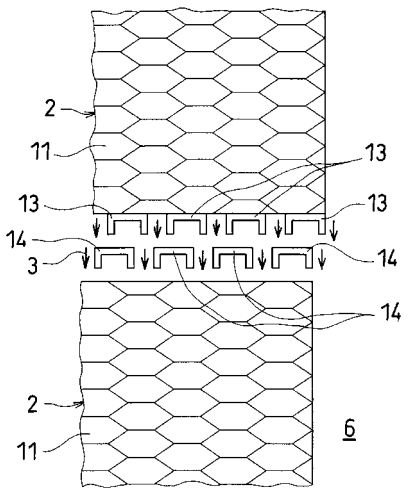
【図４】


D
5
15
19
2
11
28
13
14
28
2
E
11
7
6

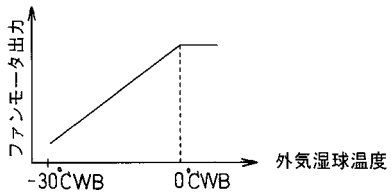
【図５】


5
17
17
17
19
19
15
3
17
19
19
3
2
6
11

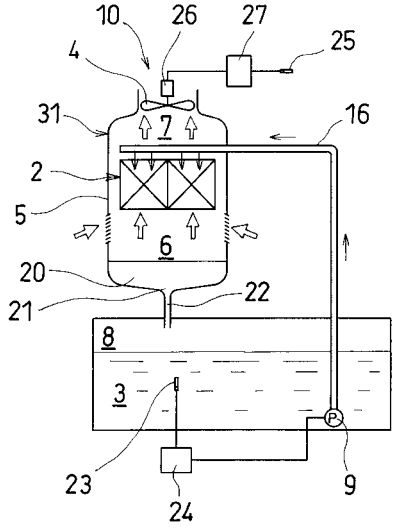
【図６】


2
11
13
13
13
14
3
14
14
2
6
11

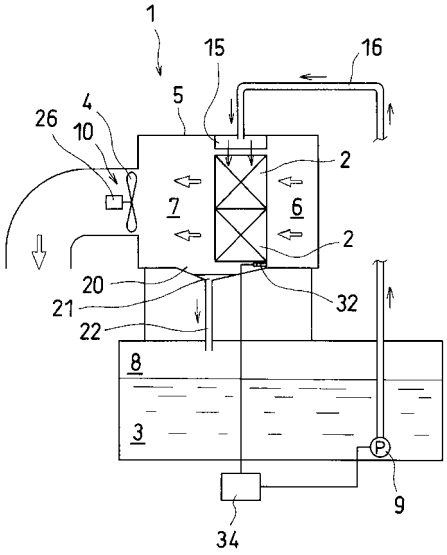
【図７】



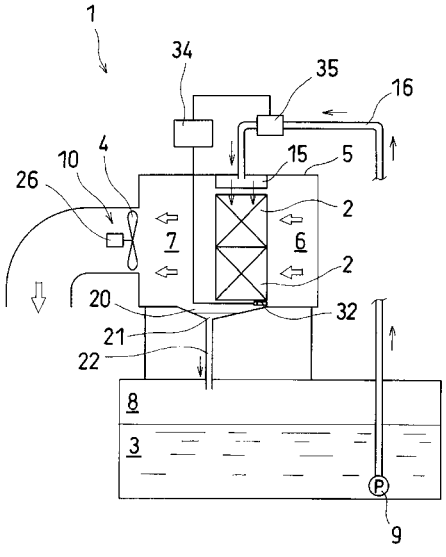
【図８】



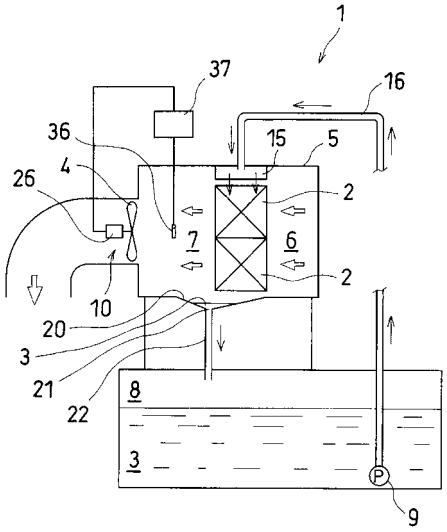
【図９】



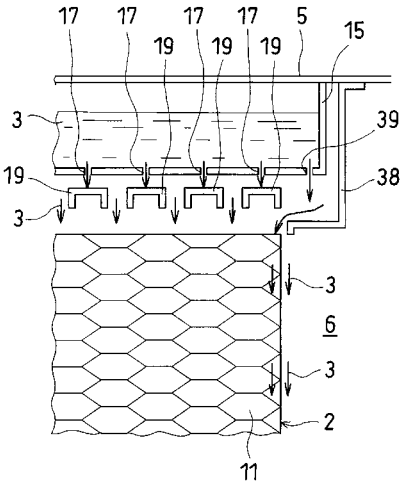
【図１０】



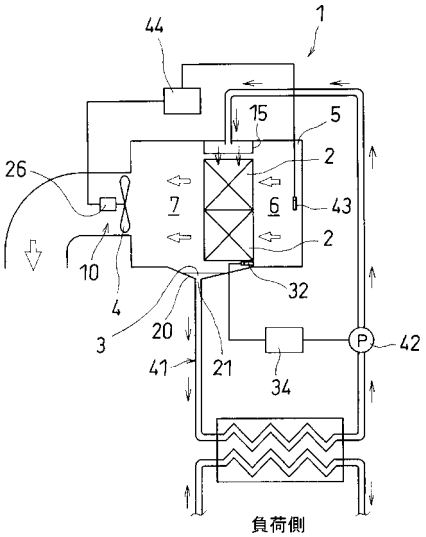
【図１１】



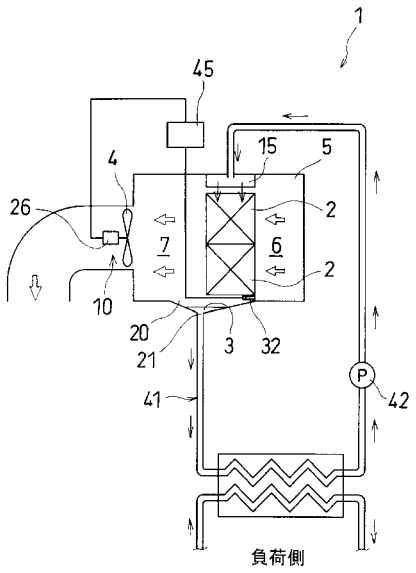
【図１２】



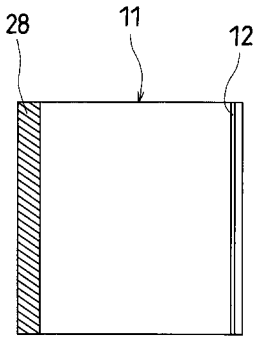
【図１３】



【図１４】



【図１５】



フロントページの続き

(72)発明者　小出　敏彦
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者　西山　正巳
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者　朝治　恒二
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者　関　光雄
千葉県佐倉市藤治台２５－６
(72)発明者　平松　進
東京都葛飾区細田４－３９－１０
(72)発明者　西原　正博
神奈川県横浜市緑区三保町１３８０－４