

EX 1007

(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2016-80284

(P2016-80284A)

(43) 公開日 平成28年5月16日 (2016.5.16)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 6 B 5/04 (2006.01)	F 2 6 B 5/04	3 L 1 1 3
F 2 6 B 25/00 (2006.01)	F 2 6 B 25/00 A	5 H 0 5 0
H 0 1 M 4/04 (2006.01)	F 2 6 B 25/00 B	
	H 0 1 M 4/04 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-213414 (P2014-213414)	(71) 出願人	507317502
(22) 出願日	平成26年10月20日 (2014.10.20)		エリーパワー株式会社
			東京都品川区大崎一丁目6番4号
		(74) 代理人	100122426
			弁理士 加藤 清志
		(72) 発明者	森口 陽介
			東京都品川区大崎1-6-4 エリーパワ
			ー株式会社内
		Fターム (参考)	3L113 AA01 AB10 AC23 AC67 BA04
			CA16 CA20 CB15 DA24
			5H050 AA19 BA16 BA17 GA02 GA27
			GA28 GA29 HA15

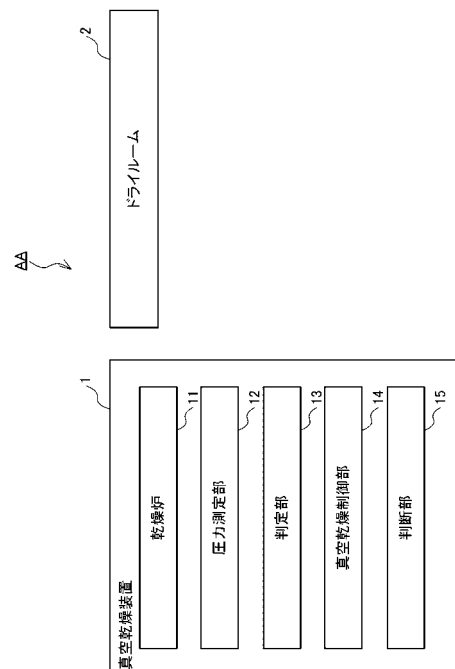
(54) 【発明の名称】 真空乾燥装置、真空乾燥システム、真空乾燥方法、および電池電極の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 真空乾燥を最適な状態で完了させる。

【解決手段】 真空乾燥装置1は、乾燥炉11、圧力測定部12、判定部13、真空乾燥制御部14、および判断部15を備え、乾燥炉11内に配置された電池電極を真空乾燥させる。圧力測定部12は、乾燥炉11内の圧力を測定する。判定部13は、圧力測定部12により測定された圧力が目標圧力以下になったか否かを判定する。真空乾燥制御部14は、圧力測定部12により測定された圧力が目標圧力以下になったと判定部13により判定された後に、第1の時間に亘って真空乾燥を継続させる。判断部15は、第1の時間が経過した後に圧力測定部12により測定された圧力が目標圧力以下であると判定部13により判定されると、電池電極の真空乾燥が完了したと判断する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

乾燥炉内に配置された被乾燥物を真空乾燥させる真空乾燥装置であって、
 前記乾燥炉内の圧力を測定する圧力測定手段と、
 前記圧力測定手段により測定された圧力が予め定められた目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したか否かを判定する判定手段と、
 前記圧力測定手段により測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したと前記判定手段により判定された後に、予め定められた第 1 の時間に亘って真空乾燥を継続させる真空乾燥制御手段と、
 前記第 1 の時間が経過した後に前記圧力測定手段により測定された圧力が、前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したと前記判定手段により判定されると、前記被乾燥物の真空乾燥が完了したと判断する判断手段と、
 を備えることを特徴とする真空乾燥装置。

10

【請求項 2】

前記被乾燥物の真空乾燥を開始してからの時間を測定する計時手段を備え、
 前記計時手段により測定された時間が予め定められた第 2 の時間を経過するまでの期間では、前記判定手段による判定を休止することを特徴とする請求項 1 に記載の真空乾燥装置。

【請求項 3】

真空乾燥の完了後に前記被乾燥物が配置される環境のことを所定環境とすると、当該所定環境における露点での飽和水蒸気圧より低い圧力を前記目標圧力として設定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の真空乾燥装置。

20

【請求項 4】

前記所定環境における露点（摂氏）を t とするとともに、予め定められた定数を a 、 b とすると、前記所定環境における露点での飽和水蒸気圧 e を以下の数式（1）で求めることを特徴とする請求項 3 に記載の真空乾燥装置。

【数 1】

$$e = 6.1078 \times 10^{\frac{a \times t}{b+t}} \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

30

【請求項 5】

前記所定環境における露点での飽和水蒸気圧よりどれだけ低い圧力に前記目標圧力を設定するのかを、前記被乾燥物の材質に応じて決定することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の真空乾燥装置。

【請求項 6】

前記判定手段は、前記圧力測定手段により測定された圧力に基づいて、前記真空乾燥装置の異常検出を行い、当該異常があると判定した場合には、異常を指示する出力を行うことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載の真空乾燥装置。

【請求項 7】

前記被乾燥物は、電池電極であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載の真空乾燥装置。

40

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 つに記載の真空乾燥装置と、当該真空乾燥装置による真空乾燥の完了後に前記被乾燥物が配置されるドライルームと、を備える真空乾燥システムであって、

前記判断手段により前記被乾燥物の真空乾燥が完了したと判断された後に、当該被乾燥物を前記乾燥炉から前記ドライルームに移送することを特徴とする真空乾燥システム。

【請求項 9】

乾燥炉内に配置された被乾燥物を真空乾燥させる真空乾燥方法であって、
 前記乾燥炉内の圧力を測定する第 1 のステップと、

50

前記第 1 のステップにより測定された圧力が予め定められた目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したか否かを判定する第 2 のステップと、

前記第 1 のステップにより測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したと前記第 2 のステップで判定された後に、予め定められた第 1 の時間に亘って真空乾燥を継続させる第 3 のステップと、

前記第 1 の時間が経過した後に、前記乾燥炉内の圧力を測定する第 4 のステップと、

前記第 4 のステップにより測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したか否かを判定する第 5 のステップと、

前記第 4 のステップにより測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したと前記第 5 のステップで判定されると、前記被乾燥物の真空乾燥が完了したと判断する第 6 のステップと、

前記第 6 のステップにより真空乾燥が完了したと判断された被乾燥物を、所定環境に調整された領域に前記乾燥炉から移送する第 7 のステップと、

を備えることを特徴とする真空乾燥方法。

【請求項 10】

前記被乾燥物の真空乾燥を開始してからの時間を測定する第 8 のステップをさらに備え、

前記第 8 のステップにより測定された時間が予め定められた第 2 の時間を経過するまでの期間では、前記第 2 のステップによる判定を休止することの特徴とする請求項 9 に記載の真空乾燥方法。

【請求項 11】

前記所定環境における露点での飽和水蒸気圧より低い圧力を前記目標圧力として設定することを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の真空乾燥方法。

【請求項 12】

前記所定環境における露点（摂氏）を t とするとともに、予め定められた定数を a 、 b とすると、前記所定環境における露点での飽和水蒸気圧 e を以下の数式（2）で求めることを特徴とする請求項 11 に記載の真空乾燥方法。

【数 2】

$$e = 6.1078 \times 10^{\frac{a \times t}{b+t}} \cdot \cdot \cdot \quad (2)$$

【請求項 13】

前記所定環境における露点での飽和水蒸気圧よりどれだけ低い圧力に前記目標圧力を設定するのかを、前記被乾燥物の材質に応じて決定することの特徴とする請求項 11 または 12 に記載の真空乾燥方法。

【請求項 14】

前記第 2 のステップにおいて、前記第 1 のステップにより測定された圧力に基づいて、前記被乾燥物を真空乾燥させる真空乾燥装置の異常検出を行うことを特徴とする請求項 9 から 13 のいずれか 1 つに記載の真空乾燥方法。

【請求項 15】

前記被乾燥物は、電池電極であることを特徴とする請求項 9 から 14 のいずれか 1 つに記載の真空乾燥方法。

【請求項 16】

乾燥炉内に配置された電池電極を真空乾燥させる電池電極の製造方法であって、

前記乾燥炉内の圧力を測定する第 1 のステップと、

前記第 1 のステップにより測定された圧力が予め定められた目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したか否かを判定する第 2 のステップと、

前記第 1 のステップにより測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したと前記第 2 のステップで判定された後に、予め定められた第 1 の時間に亘って真空乾燥を継続させる第 3 のステップと、

前記第 1 の時間が経過した後に、前記乾燥炉内の圧力を測定する第 4 のステップと、
前記第 4 のステップにより測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したか否かを判定する第 5 のステップと、

前記第 4 のステップにより測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したと前記第 5 のステップで判定されると、前記電池電極の真空乾燥が完了したと判断する第 6 のステップと、

前記第 6 のステップにより真空乾燥が完了したと判断された電池電極を、所定環境に調整された領域に前記乾燥炉から移送する第 7 のステップと、

を備えることを特徴とする電池電極の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、真空乾燥装置、真空乾燥システム、真空乾燥方法、および電池電極の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、被乾燥物を真空乾燥させる技術が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【特許文献 1】特開 2005-140536 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に示されている方法や、特許文献 1 に記載の文献に示されている方法は、真空乾燥の終了を精度よく判定して、過乾燥および乾燥不足の発生を抑制することを目的としている。このように、真空乾燥を最適な状態で終了させるという課題は従来からあるものの、現在においても様々な改良がなされており、真空乾燥の完了を判定する技術としては、満足するものがなかった。特に、リチウムイオン電池といった二次電池の電極を乾燥させる場合には、電極を十分に乾燥できていないと、その電極を用いて製造される電池が、電池としての所望の性能を発揮できないおそれがあった。

30

【0005】

そこで、本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、真空乾燥を最適な状態で完了させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上述の課題を解決するために、以下の事項を提案している。なお、理解を容易にするために、本発明の実施形態に対応する符号を付して説明するが、これに限定されるものではない。

【0007】

40

(1) 本発明は、乾燥炉（例えば、図 1 の乾燥炉 11 に相当）内に配置された被乾燥物（例えば、後述の電池電極に相当）を真空乾燥させる真空乾燥装置（例えば、図 1 の真空乾燥装置 1 に相当）であって、前記乾燥炉内の圧力を測定する圧力測定手段（例えば、図 1 の圧力測定部 12 に相当）と、前記圧力測定手段により測定された圧力が予め定められた目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したか否かを判定する判定手段（例えば、図 1 の判定部 13 に相当）と、前記圧力測定手段により測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したと前記判定手段により判定された後に、予め定められた第 1 の時間に亘って真空乾燥を継続させる真空乾燥制御手段（例えば、図 1 の真空乾燥制御部 14 に相当）と、前記第 1 の時間が経過した後に前記圧力測定手段により測定された圧力が、前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したと前記判定手

50

段により判定されると、前記被乾燥物の真空乾燥が完了したと判断する判断手段（例えば、図１の判断部１５に相当）と、を備えることを特徴とする真空乾燥装置を提案している。

【０００８】

この発明によれば、圧力測定手段により、乾燥炉内の圧力を測定することとした。また、判定手段により、圧力測定手段により測定された圧力が目標圧力以下または目標圧力未満まで低下したか否かを判定することとした。また、真空乾燥制御手段により、圧力測定手段により測定された圧力が目標圧力以下または目標圧力未満まで低下したと判定手段により判定された場合に、第１の時間に亘って真空乾燥を継続させることとした。このため、乾燥炉内の圧力が目標圧力以下または目標圧力未満まで低下したと判定された後も、第１の時間に亘って真空乾燥が継続されるので、目標圧力の設定精度に大きく左右されることなく、乾燥不足の発生を抑制することができる。

10

【０００９】

また、この発明によれば、第１の時間を設定することで、真空乾燥を行っている時間が過度に長期化してしまうのを防止して、過乾燥の発生を抑制することができる。

【００１０】

また、この発明によれば、判断手段により、第１の時間が経過した後に圧力測定手段により測定された圧力が、目標圧力以下または目標圧力未満まで低下したと判定手段により判定されると、被乾燥物の真空乾燥が完了したと判断することとした。このため、第１の時間に亘って真空乾燥が継続されている期間において、不測の事態により乾燥不足の状態に被乾燥物がなってしまった際には、被乾燥物の真空乾燥が完了していないと判断することができ、乾燥不足であるにもかかわらず真空乾燥が完了したと誤って判断してしまうのを防止することができる。

20

【００１１】

（２） 本発明は、（１）の真空乾燥装置について、前記被乾燥物の真空乾燥を開始してから時間を測定する計時手段（例えば、図３の計時部１６に相当）を備え、前記計時手段により測定された時間が予め定められた第２の時間を経過するまでの期間では、前記判定手段による判定を休止することを特徴とする真空乾燥装置を提案している。

【００１２】

この発明によれば、（１）の真空乾燥装置において、計時手段により、被乾燥物の真空乾燥を開始してから時間を測定し、計時手段により測定された時間が第２の時間を経過するまでの期間では、判定手段による判定を休止することとした。このため、第２の時間を設定することで、被乾燥物の真空乾燥が完了していないことが確実に分かっている期間では、判定手段による判定を休止することができる。

30

【００１３】

（３） 本発明は、（１）または（２）の真空乾燥装置について、真空乾燥の完了後に前記被乾燥物が配置される環境のことを所定環境（例えば、図１のドライルーム２に相当）とすると、当該所定環境における露点での飽和水蒸気圧より低い圧力を前記目標圧力として設定することを特徴とする真空乾燥装置を提案している。

【００１４】

この発明によれば、（１）または（２）の真空乾燥装置において、真空乾燥の完了後に被乾燥物が配置される環境のことを所定環境とすると、所定環境における露点での飽和水蒸気圧より低い圧力を目標圧力として設定することとした。このため、真空乾燥の完了の判断基準となる目標圧力の設定精度を向上させることができるので、乾燥不足の発生をより確実に抑制することができるとともに、真空乾燥を継続させる第１の時間を短縮することができる。

40

【００１５】

また、目標圧力を適宜設定する手順と、真空乾燥完了後の被乾燥物に含まれる水分量を測定したり被乾燥物の性能を評価したりする手順と、を繰り返すことによって、目標圧力の最適値を見つけることが考えられる。そこで、この発明によれば、（１）または（２）

50

の真空乾燥装置において、所定環境における露点での飽和水蒸気圧より低い圧力を目標圧力として設定することとした。このため、目標圧力の最適値を見つける際に、所定環境における露点での飽和水蒸気圧を目安として目標圧力の初期値を設定することができる。したがって、目安がない状態で目標圧力の初期値を設定する場合と比べて適切な値を、目標圧力の初期値として設定することができるので、上述の2つの手順を繰り返す回数を減少させることができ、目標圧力の最適値を短時間に見つけることができる。

【0016】

(4) 本発明は、(3)の真空乾燥装置について、前記所定環境における露点(摂氏)を t とするとともに、予め定められた定数を a 、 b とすると、前記所定環境における露点での飽和水蒸気圧 e を以下の数式(1)で求めることを特徴とする真空乾燥装置を提案している。

10

【0017】

【数1】

$$e = 6.1078 \times 10^{\frac{a \times t}{b+t}} \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

【0018】

この発明によれば、(3)の真空乾燥装置において、 t e t e n s の式として知られている上述の数式(1)により、所定環境における露点での飽和水蒸気圧を、複雑な方法を用いることなく求めることができる。

20

【0019】

(5) 本発明は、(3)または(4)の真空乾燥装置について、前記所定環境における露点での飽和水蒸気圧よりどれだけ低い圧力に前記目標圧力を設定するのかを、前記被乾燥物の材質に応じて決定することを特徴とする真空乾燥装置を提案している。

【0020】

真空乾燥の完了後の被乾燥物は、所定環境に配置されている期間に、被乾燥物の材質に応じて吸湿する。そこで、この発明によれば、(3)または(4)の真空乾燥装置において、所定環境における露点での飽和水蒸気圧よりどれだけ低い圧力に目標圧力を設定するのかを、被乾燥物の材質に応じて決定することとした。このため、所定環境における被乾燥物の吸湿性に応じて、目標圧力を設定することができる。

30

【0021】

(6) 本発明は、(1)から(5)のいずれか1つの真空乾燥装置について、前記判定手段は、前記圧力測定手段により測定された圧力に基づいて、前記真空乾燥装置の異常検出を行い、当該異常があると判定した場合には、異常を指示する出力を行うことを特徴とする真空乾燥装置を提案している。

【0022】

この発明によれば、(1)から(5)のいずれか1つの真空乾燥装置において、判定手段により、圧力測定手段により測定された圧力に基づいて、真空乾燥装置の異常検出を行い、異常であると判定した場合には、異常を指示する出力を行うこととした。このため、真空乾燥の完了を判定しつつ、真空乾燥装置の異常を検出して出力することができる。

40

【0023】

(7) 本発明は、(1)から(6)のいずれか1つの真空乾燥装置について、前記被乾燥物は、電池電極であることを特徴とする真空乾燥装置を提案している。

【0024】

この発明によれば、(1)から(6)のいずれか1つの真空乾燥装置において、被乾燥物は、電池電極であることとした。このため、電池電極の乾燥不足の発生を抑制することができる。

【0025】

(8) 本発明は、(1)から(7)のいずれか1つの真空乾燥装置と、当該真空乾燥装置による真空乾燥の完了後に前記被乾燥物が配置されるドライルーム(例えば、図1の

50

ドライルーム 2 に相当) と、を備える真空乾燥システム (例えば、図 1 の真空乾燥システム A A に相当) であって、前記判断手段により前記被乾燥物の真空乾燥が完了したと判断された後に、当該被乾燥物を前記乾燥炉から前記ドライルームに移送することを特徴とする真空乾燥システムを提案している。

【0026】

この発明によれば、(1) から (7) のいずれか 1 つの真空乾燥装置と、この真空乾燥装置による真空乾燥の完了後に被乾燥物が配置されるドライルームと、を備える真空乾燥システムにおいて、判断手段により被乾燥物の真空乾燥が完了したと判断された後に、この被乾燥物を乾燥炉からドライルームに移送することとした。このため、乾燥炉からドライルームに被乾燥物を移送した後に、真空乾燥装置により、新たな被乾燥物に対する真空乾燥を行うことができる。

10

【0027】

(9) 本発明は、乾燥炉 (例えば、図 1 の乾燥炉 11 に相当) 内に配置された被乾燥物 (例えば、後述の電池電極に相当) を真空乾燥させる真空乾燥方法であって、前記乾燥炉内の圧力を測定する第 1 のステップと、前記第 1 のステップにより測定された圧力が予め定められた目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したか否かを判定する第 2 のステップと、前記第 1 のステップにより測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したと前記第 2 のステップで判定された後に、予め定められた第 1 の時間に亘って真空乾燥を継続させる第 3 のステップと、前記第 1 の時間が経過した後に、前記乾燥炉内の圧力を測定する第 4 のステップと、前記第 4 のステップにより測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したか否かを判定する第 5 のステップと、前記第 4 のステップにより測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したと前記第 5 のステップで判定されると、前記被乾燥物の真空乾燥が完了したと判断する第 6 のステップと、前記第 6 のステップにより真空乾燥が完了したと判断された被乾燥物を、所定環境に調整された領域 (例えば、図 1 のドライルーム 2 に相当) に前記乾燥炉から移送する第 7 のステップと、を備えることを特徴とする真空乾燥方法を提案している。

20

【0028】

この発明によれば、上述した効果と同様の効果を奏することができる。

【0029】

(10) 本発明は、(9) の真空乾燥方法について、前記被乾燥物の真空乾燥を開始してから時間を測定する第 8 のステップをさらに備え、前記第 8 のステップにより測定された時間が予め定められた第 2 の時間を経過するまでの期間では、前記第 2 のステップによる判定を休止することを特徴とする真空乾燥方法を提案している。

30

【0030】

この発明によれば、上述した効果と同様の効果を奏することができる。

【0031】

(11) 本発明は、(9) または (10) の真空乾燥方法について、前記所定環境における露点での飽和水蒸気圧より低い圧力を前記目標圧力として設定することを特徴とする真空乾燥方法を提案している。

40

【0032】

この発明によれば、上述した効果と同様の効果を奏することができる。

【0033】

(12) 本発明は、(11) の真空乾燥方法について、前記所定環境における露点 (摂氏) を t とするとともに、予め定められた定数を a 、 b とすると、前記所定環境における露点での飽和水蒸気圧 e を以下の数式 (2) で求めることを特徴とする真空乾燥方法を提案している。

【0034】

【数 2】

$$e = 6.1078 \times 10^{\frac{a \times t}{b+t}} \cdot \cdot \cdot \quad (2)$$

【0035】

この発明によれば、上述した効果と同様の効果を奏することができる。

【0036】

(13) 本発明は、(11)または(12)の真空乾燥方法について、前記所定環境における露点での飽和水蒸気圧よりどれだけ低い圧力に前記目標圧力を設定するのかを、前記被乾燥物の材質に応じて決定することの特徴とする真空乾燥方法を提案している。

10

【0037】

この発明によれば、上述した効果と同様の効果を奏することができる。

【0038】

(14) 本発明は、(9)から(13)のいずれか1つの真空乾燥方法について、前記第2のステップにおいて、前記第1のステップにより測定された圧力に基づいて、前記被乾燥物を真空乾燥させる真空乾燥装置の異常検出を行うことの特徴とする真空乾燥方法を提案している。

【0039】

この発明によれば、上述した効果と同様の効果を奏することができる。

【0040】

(15) 本発明は、(9)から(14)のいずれか1つの真空乾燥方法について、前記被乾燥物は、電池電極であることを特徴とする真空乾燥方法を提案している。

20

【0041】

この発明によれば、上述した効果と同様の効果を奏することができる。

【0042】

(16) 本発明は、乾燥炉（例えば、図1の乾燥炉11に相当）内に配置された電池電極を真空乾燥させる電池電極の製造方法であって、前記乾燥炉内の圧力を測定する第1のステップと、前記第1のステップにより測定された圧力が予め定められた目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したか否かを判定する第2のステップと、前記第1のステップにより測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したと前記第2のステップで判定された後に、予め定められた第1の時間に亘って真空乾燥を継続させる第3のステップと、前記第1の時間が経過した後に、前記乾燥炉内の圧力を測定する第4のステップと、前記第4のステップにより測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したか否かを判定する第5のステップと、前記第4のステップにより測定された圧力が前記目標圧力以下または当該目標圧力未満まで低下したと前記第5のステップで判定されると、前記電池電極の真空乾燥が完了したと判断する第6のステップと、前記第6のステップにより真空乾燥が完了したと判断された電池電極を、所定環境に調整された領域（例えば、図1のドライルーム2に相当）に前記乾燥炉から移送する第7のステップと、を備えることの特徴とする電池電極の製造方法を提案している。

30

【0043】

この発明によれば、電池電極を製造する際に、上述した効果と同様の効果を奏することができる。

40

【発明の効果】

【0044】

本発明によれば、真空乾燥を最適な状態で完了させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の第1実施形態に係る真空乾燥装置のブロック図である。

【図2】温度および圧力に応じて変化する水の状態を示す図である。

【図3】本発明の第2実施形態に係る真空乾燥装置のブロック図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0046】

以下、本発明の実施形態について、図面を用いて、詳細に説明する。なお、以下の実施形態における構成要素は適宜、既存の構成要素などとの置き換えが可能であり、また、他の既存の構成要素との組み合わせを含む様々なバリエーションが可能である。したがって、以下の実施形態の記載をもって、特許請求の範囲に記載された発明の内容を限定するものではない。

【0047】

<第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態に係る真空乾燥システムA Aのブロック図である。真空乾燥システムA Aは、電池電極を真空乾燥させる真空乾燥装置1と、真空乾燥装置1による真空乾燥の完了後に電池電極が配置されるドライルーム2と、を備える。

10

【0048】

真空乾燥装置1は、乾燥炉11、圧力測定部12、判定部13、真空乾燥制御部14、および判断部15を備え、乾燥炉11内に配置された電池電極を真空乾燥させて、電池電極に含まれる水分を除去する。

【0049】

圧力測定部12は、乾燥炉11の内部の圧力を測定する。

【0050】

判定部13は、圧力測定部12により測定された圧力が予め定められた目標圧力以下になったか否かを判定する。上述の目標圧力の設定について、図2を用いて以下に詳述する。

20

【0051】

図2に示すように、水は、温度および圧力に応じて状態が変化する。そこで、まず、真空乾燥の完了後に電池電極が配置されるドライルーム2における露点（摂氏）を以下の数式（3）のtに代入して、ドライルーム2における露点での飽和水蒸気圧eを求める。なお、数式（3）において、aおよびbは、予め定められた定数であり、これら定数a、bは、電池電極に含まれる水分が水である場合と氷である場合とでそれぞれ一意に定まる。

【0052】

【数3】

30

$$e = 6.1078 \times 10^{\frac{a \times t}{b+t}} \cdot \cdot \cdot (3)$$

【0053】

なお、ドライルーム2では、移送された電池電極に水分が付着しないようにするため、ドライルーム2の露点に基づく閾値の設定が行われ、所望の露点を維持するように空調による環境調整が行われる。上述の数式（3）によれば、上述の閾値のベースとなる圧力が決まる。

【0054】

次に、ドライルーム2における露点での飽和水蒸気圧eより低い圧力を、上述の目標圧力として設定する。

40

【0055】

ここで、まず、仮に、上述の目標圧力として、ドライルーム2における露点での飽和水蒸気圧eより高い圧力を設定した場合と、ドライルーム2における露点での飽和水蒸気圧eを設定した場合と、について以下に検討する。これらの場合、乾燥炉11内の圧力がドライルーム2における露点での飽和水蒸気圧e以上である状態で、電池電極の真空乾燥が完了したと判定されることとなり、乾燥不足となってしまう。

【0056】

次に、仮に、ドライルーム2における露点での飽和水蒸気圧eよりも過度に低い圧力を、上述の目標圧力として設定した場合について、以下に検討する。この場合、過乾燥とな

50

り、電池電極に含まれる水分は、目標圧力を適切に設定した場合と比べて少なくなる。しかし、真空乾燥の完了後にこの電池電極をドライルーム 2 に配置すると、ドライルーム 2 における飽和水蒸気圧で平衡する量の水分を電池電極が含んでいる状態になるまで、電池電極が吸湿してしまう。このため、ドライルーム 2 における露点での飽和水蒸気圧 e よりも過度に低い圧力を目標圧力とした場合、ドライルーム 2 における露点での飽和水蒸気圧より低い適切な圧力を目標圧力とした場合と比べて、真空乾燥の処理に無駄が生じることになってしまう。

【0057】

ただし、電池電極の吸湿性は、電池電極の材質に応じて異なる。このため、ドライルーム 2 における露点での飽和水蒸気圧 e に対してどれだけ低い圧力を、上述の目標圧力として設定するのかは、電池電極の材質に応じて定めることが好ましい。

10

【0058】

図 1 に戻って、真空乾燥制御部 14 は、圧力測定部 12 により測定された圧力が上述の目標圧力以下になったと判定部 13 により判定された後に、予め定められた第 1 の時間に亘って真空乾燥を継続させる。なお、第 1 の時間は、予め定められた固定値であってもよいし、適宜定められる可変値であってもよい。

【0059】

まず、第 1 の時間を固定値とする場合について、以下に説明する。例えば、目標圧力の設定精度が予め定められた精度以上である場合や、電池電極の乾燥しやすさの度合いが予め定められた度合い以上である場合には、第 1 の時間を短く設定し、目標圧力の設定精度が予め定められた精度よりも低い場合や、電池電極の乾燥しやすさの度合いが予め定められた度合い未満である場合には、第 1 の時間を長く設定することとしてもよい。また、例えば、目標圧力の設定精度が高くなるに従って、第 1 の時間を短く設定してもよい。また、例えば、電池電極の乾燥しやすさの度合いが高くなるに従って、第 1 の時間を短く設定してもよい。

20

【0060】

次に、第 1 の時間を可変値とする場合について、以下に説明する。例えば、真空乾燥を開始してから圧力測定部 12 により測定された圧力が目標圧力以下になったと判定部 13 で判定されるまでの時間が予め定められた時間以上である場合には、乾燥不足となるのを避けるために、第 1 の時間を長く設定し、真空乾燥を開始してから圧力測定部 12 により測定された圧力が目標圧力以下になったと判定部 13 で判定されるまでの時間が予め定められた時間未満である場合には、過乾燥となるのを避けるために、第 1 の時間を短く設定してもよい。また、例えば、真空乾燥を開始してから圧力測定部 12 により測定された圧力が目標圧力以下になったと判定部 13 で判定されるまでの時間が長くなるに従って、上述の第 1 の時間を長く設定してもよい。

30

【0061】

判断部 15 は、第 1 の時間が経過した後に圧力測定部 12 により測定された圧力が、上述の目標圧力以下であると判定部 13 により判定されると、電池電極の真空乾燥が完了したと判断する。判断部 15 により真空乾燥が完了したと判断されると、真空乾燥装置 1 は、乾燥炉 11 内に配置されている電池電極に対する真空乾燥を終了し、乾燥炉 11 からドライルーム 2 に電池電極を移送する。

40

【0062】

以上の真空乾燥システム A A や真空乾燥装置 1 によれば、以下の効果を奏することができる。

【0063】

真空乾燥システム A A は、判断部 15 により電池電極の真空乾燥が完了したと判断された後に、この電池電極を乾燥炉 11 からドライルーム 2 に移送する。このため、乾燥炉 11 からドライルーム 2 に電池電極を移送した後に、真空乾燥装置 1 により、新たな電池電極に対する真空乾燥を行うことができる。

【0064】

50

真空乾燥装置 1 は、圧力測定部 1 2 により、乾燥炉 1 1 内の圧力を測定するとともに、判定部 1 3 により、圧力測定部 1 2 により測定された圧力が目標圧力以下になったか否かを判定し、真空乾燥制御部 1 4 により、圧力測定部 1 2 により測定された圧力が目標圧力以下になったと判定部 1 3 により判定された場合に、第 1 の時間に亘って真空乾燥を継続させる。このため、乾燥炉 1 1 内の圧力が目標圧力以下になったと判定された後も、第 1 の時間に亘って真空乾燥が継続されるので、目標圧力の設定精度に大きく左右されることなく、乾燥不足の発生を抑制することができる。

【0065】

また、真空乾燥装置 1 は、第 1 の時間を設定することで、真空乾燥を行っている時間が過度に長期化してしまうのを防止して、過乾燥の発生を抑制することができる。

10

【0066】

また、真空乾燥装置 1 は、判断部 1 5 により、第 1 の時間が経過した後に圧力測定部 1 2 により測定された圧力が、目標圧力以下であると判定部 1 3 により判定されると、電池電極の真空乾燥が完了したと判断する。このため、第 1 の時間に亘って真空乾燥が継続されている期間において、不測の事態により乾燥不足の状態に電池電極がなってしまった際には、電池電極の真空乾燥が完了していないと判断することができ、乾燥不足であるにもかかわらず真空乾燥が完了したと誤って判断してしまうのを防止することができる。

【0067】

また、真空乾燥装置 1 は、判定部 1 3 により、ドライルーム 2 における露点での飽和水蒸気圧より低い圧力を目標圧力として設定する。このため、真空乾燥の完了の判断基準となる目標圧力の設定精度を向上させることができるので、乾燥不足の発生をより確実に抑制することができるとともに、真空乾燥を継続させる第 1 の時間を短縮することができる。

20

【0068】

また、目標圧力を適宜設定する手順と、真空乾燥完了後の被乾燥物に含まれる水分量を測定したり被乾燥物の性能を評価したりする手順と、を繰り返すことによって、目標圧力の最適値を見つけることが考えられる。そこで、真空乾燥装置 1 は、ドライルーム 2 における露点での飽和水蒸気圧より低い圧力を目標圧力として設定する。このため、目標圧力の最適値を見つける際に、ドライルーム 2 における露点での飽和水蒸気圧を目安として目標圧力の初期値を設定することができる。したがって、目安がない状態で目標圧力の初期値を設定する場合と比べて適切な値を、目標圧力の初期値として設定することができるので、上述の 2 つの手順を繰り返す回数を減少させることができ、目標圧力の最適値を短時間でを見つけることができる。

30

【0069】

また、真空乾燥装置 1 は、上述の数式 (1) により、ドライルーム 2 における露点での飽和水蒸気圧を、複雑な方法を用いることなく求めることができる。

【0070】

また、真空乾燥装置 1 は、ドライルーム 2 における露点での飽和水蒸気圧よりどれだけ低い圧力に目標圧力を設定するのかを、電池電極の材質に応じて決定する。このため、ドライルーム 2 における電池電極の吸湿性に応じて、目標圧力を設定することができる。

40

【0071】

なお、リチウムイオン電池のような二次電池の電極は、金属箔（アルミや銅）上に電極活物質層を有する構成となっており、その製造工程において、金属箔上に電極活物質スラリーを塗布した後に真空乾燥処理を施すことで、電極から水分が除去される。電極が十分に乾燥していないと、二次電池として所望の性能を実現することができないため、十分な乾燥を確実に行う必要がある。このため、二次電池の電極を真空乾燥させる際に、真空乾燥装置 1 は好適である。

【0072】

また、上述の電極活物質には、吸湿性の高い材料が用いられることがある。このため、二次電池の電極を真空乾燥させる際に、真空乾燥の完了後に電池電極をドライルーム 2 に

50

配置する真空乾燥システム A A は好適である。

【0073】

<第2実施形態>

図3は、本発明の第2実施形態に係る真空乾燥システム B B のブロック図である。真空乾燥システム B B は、図1に示した本発明の第1実施形態に係る真空乾燥システム A A とは、真空乾燥装置1の代わりに真空乾燥装置1 A を備える点で異なる。なお、真空乾燥システム B B において、真空乾燥システム A A と同一構成要件については、同一符号を付し、その説明を省略する。

【0074】

真空乾燥装置1 A は、乾燥炉11、圧力測定部12、判定部13 A、真空乾燥制御部14、判断部15、および計時部16を備え、乾燥炉11内に配置された電池電極を真空乾燥させて、電池電極に含まれる水分を除去する。

10

【0075】

計時部16は、電池電極の真空乾燥を開始してからの時間を測定する。

【0076】

判定部13 A は、判定部13と同様に、圧力測定部12により測定された圧力が予め定められた目標圧力以下になったか否かを判定する。ただし、計時部16により測定された時間が予め定められた第2の時間を経過するまでの期間では、判定部13 A は、圧力測定部12により測定された圧力が予め定められた目標圧力以下になったか否かの判定を休止する。このため、判定部13 A による上述の判定は、電池電極の真空乾燥を開始してから第2の時間を経過した後に、開始されることになる。

20

【0077】

また、判定部13 A は、圧力測定部12により測定された圧力に基づいて、真空乾燥装置1 A の異常検出を行い、異常があると判定した場合には、異常を指示する出力を行う。具体的には、圧力測定部12により測定された圧力が、予め定められた上限圧力より高いか、または予め定められた下限圧力より低い場合に、判定部13 A は、真空乾燥装置1 A に異常が発生していると判定し、異常発生を報知する信号を出力する。

【0078】

以上の真空乾燥装置1 A によれば、真空乾燥装置1が奏することのできる上述の効果に加えて、以下の効果を奏することができる。

30

【0079】

真空乾燥装置1 A は、計時部16により、電池電極の真空乾燥を開始してからの時間を測定し、計時部16により測定された時間が第2の時間を経過するまでの期間では、判定部13 A による判定を休止する。このため、第2の時間を設定することで、電池電極の真空乾燥が完了していないことが確実に分かっている期間では、判定部13 A による判定を休止することができる。

【0080】

また、真空乾燥装置1 A は、判定部13 A により、圧力測定部12により測定された圧力に基づいて、真空乾燥装置1 A の異常検出を行い、異常であると判定した場合には、異常を指示する出力を行う。このため、真空乾燥の完了を判定しつつ、真空乾燥装置1 A の異常を検出して出力することができる。

40

【0081】

以上、この発明の実施形態につき、図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計なども含まれる。

【0082】

例えば、上述の各実施形態では、真空乾燥の完了を判定する対象を電池電極としたが、これに限らない。

【0083】

また、上述の各実施形態では、判定部13、13 A は、圧力測定部12により測定され

50

た圧力が目標圧力以下になったか否かを判定するものとした。しかし、これに限らず、判定部 13、13A は、圧力測定部 12 により測定された圧力が目標圧力未満になったか否かを判定するものとしてもよい。

【符号の説明】

【0084】

AA、BB；真空乾燥システム

1、1A；真空乾燥装置

2；ドライルーム

11；乾燥炉

12；圧力測定部

13、13A；判定部

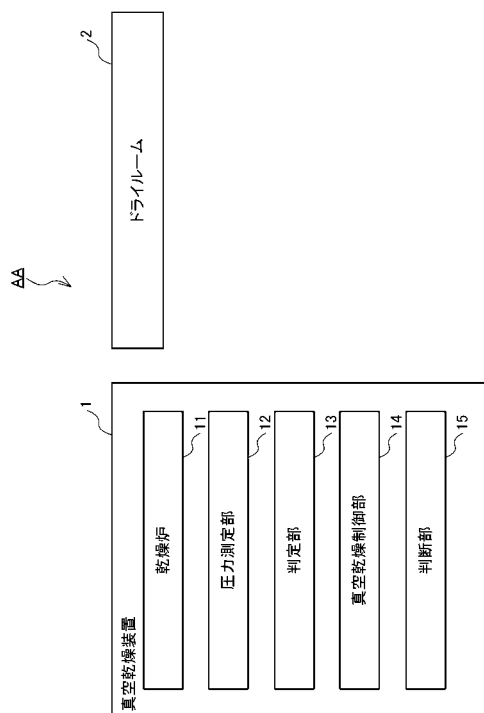
14；真空乾燥制御部

15；判断部

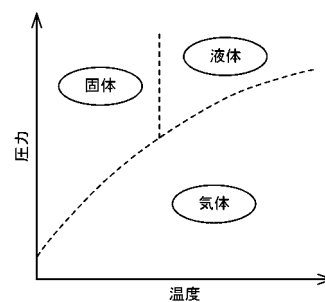
16；計時部

10

【図 1】



【図 2】



【図 3】

