

(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2020-115446
(P2020-115446A)

(43) 公開日 令和2年7月30日(2020.7.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 6/10 (2006.01)	H05B 6/10 371	3K059
H05B 6/36 (2006.01)	H05B 6/36 E	4F203
H05B 6/44 (2006.01)	H05B 6/44	4K063
C21D 1/42 (2006.01)	C21D 1/42 J	
F27D 11/06 (2006.01)	F27D 11/06 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 34 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-202970 (P2019-202970)
 (22) 出願日 令和1年11月8日 (2019.11.8)
 (31) 優先権主張番号 16/201,490
 (32) 優先日 平成30年11月27日 (2018.11.27)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 16/201,553
 (32) 優先日 平成30年11月27日 (2018.11.27)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 16/201,612
 (32) 優先日 平成30年11月27日 (2018.11.27)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)

(71) 出願人 500520743
 ザ・ボーイング・カンパニー
 The Boeing Company
 アメリカ合衆国、60606-2016
 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
 (74) 代理人 100135389
 弁理士 白井 尚
 (74) 代理人 100086380
 弁理士 吉田 稔
 (74) 代理人 100103078
 弁理士 田中 達也
 (74) 代理人 100130650
 弁理士 鈴木 泰光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スマートサセプタ誘導加熱装置のための加熱回路レイアウト

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 部品を硬化したり加工する、ヒートブランケットや独立型加熱ツールの誘導加熱スマートサセプタにおいて、特定の領域全体の温度を均一にする。

【解決手段】 部品 21 を熱処理するための加熱装置は、熱伝導性材料で形成されたテーブル 40 と、テーブル 40 に熱結合されたテーブル誘導加熱回路 52 とを含む。テーブル誘導加熱回路 52 は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路 62 を含む。各テーブル誘導コイル回路 62 は、テーブル導電体と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタと、を含む。第 1 及び第 2 のテーブル誘導コイル回路は、それぞれ、互いに隣接して配置されるとともに、互いに反対の方向に電流を流すように構成された一対のセグメントを含む。テーブル誘導コイル回路は、部分的に入れ子状になった直線的フック形状を有する。

【選択図】 図 4

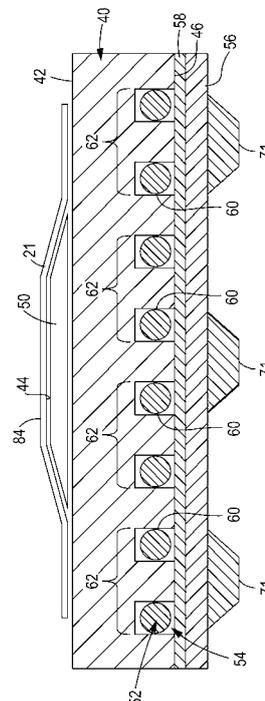


FIG. 4

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

部品を熱処理するための加熱装置であって、

熱伝導性材料で形成され、且つ、前記部品の第 1 面と係合するように構成されたテーブル面を有するテーブルと、

前記テーブルと熱結合するとともに、前記テーブル面において処理温度を達成するように構成されたテーブル誘導加熱回路と、を含み、前記テーブル誘導加熱回路は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路の各々は、テーブル導電体と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタと、を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路は、

第 1 テーブル誘導コイル回路と、第 2 テーブル誘導コイル回路と、を含み、

前記第 1 テーブル誘導コイル回路は、前記テーブルにおける第 1 経路を辿っており、前記第 1 経路は、互いに離間した第 1 及び第 2 の端部セクションを含み、これらのセクションは中間セクションで繋がれており、前記第 1 テーブル誘導コイル回路は、第 1 テーブル誘導コイル長を有し、

前記第 2 テーブル誘導コイル回路は、前記テーブルにおける第 2 経路を辿っており、前記第 2 経路は、前記第 1 経路の前記第 1 端部セクションと前記第 2 端部セクションとの間で少なくとも部分的に入れ子状になっており、前記第 2 テーブル誘導コイル回路は、前記第 1 テーブル誘導コイル長とは異なる第 2 テーブル誘導コイル長を有する、加熱装置。

【請求項 2】

前記第 1 テーブル誘導コイル回路は、

前記第 1 経路に沿って第 1 方向に電流を流すように構成された第 1 セグメントと、

前記第 1 セグメントに隣接して配置されるとともに、前記第 1 経路に沿って第 2 方向に電流を流すように構成された第 2 セグメントと、を含み、前記第 1 経路に沿った前記第 1 方向は、前記第 1 経路に沿った前記第 2 方向とは反対の方向であり、

前記第 1 テーブル誘導コイル回路の前記第 1 セグメントは、折り返し曲げ部において、前記第 1 テーブル誘導コイル回路の前記第 2 セグメントと繋がっており、

前記第 2 テーブル誘導コイル回路は、

前記第 2 経路に沿って第 1 方向に電流を流すように構成された第 1 セグメントと、

前記第 1 セグメントに隣接して配置されるとともに、前記第 2 経路に沿って第 2 方向に電流を流すように構成された第 2 セグメントと、を含み、前記第 2 経路に沿った前記第 1 方向は、前記第 2 経路に沿った前記第 2 方向とは反対の方向であり、

前記第 2 テーブル誘導コイル回路の前記第 1 セグメントは、折り返し曲げ部において、前記第 2 テーブル誘導コイル回路の前記第 2 セグメントと繋がっている、請求項 1 に記載の加熱装置。

【請求項 3】

前記複数のテーブル誘導コイル回路は、前記テーブルにおける第 3 経路を辿る第 3 テーブル誘導コイル回路をさらに含み、前記第 3 経路もまた、前記第 1 経路の前記第 1 端部セクションと前記第 2 端部セクションとの間で少なくとも部分的に入れ子状になっており、前記第 3 テーブル誘導コイル回路は、前記第 1 テーブル誘導コイル長及び前記第 2 テーブル誘導コイル長とは異なる第 3 テーブル誘導コイル長を有する、請求項 2 に記載の加熱装置。

【請求項 4】

前記第 2 経路は、互いに離間した第 1 及び第 2 の端部セクションを含み、これらのセクションは中間セクションで繋がれている、請求項 2 に記載の加熱装置。

【請求項 5】

前記複数のテーブル誘導コイル回路は、前記テーブルにおける第 3 経路を辿る第 3 テーブル誘導コイル回路をさらに含み、前記第 3 経路は、前記第 2 経路の前記第 1 端部セクションと前記第 2 端部セクションとの間で少なくとも部分的に入れ子状になっており、前記第 3 テーブル誘導コイル回路は、前記第 1 テーブル誘導コイル長及び前記第 2 テーブル誘

10

20

30

40

50

導コイル長とは異なる第3テーブル誘導コイル長を有する請求項4に記載の加熱装置。

【請求項6】

前記第1及び第2の経路は、直線的フック形状を有する、請求項1～5のいずれかに記載の加熱装置。

【請求項7】

前記第1及び第2のテーブル誘導コイル回路は、共通の平面に配置されている、請求項1～6のいずれかに記載の加熱装置。

【請求項8】

前記複数のテーブル誘導コイル回路の各々の前記テーブル導電体は、リッツワイヤ構成を有する複数の導電ストランドを含み、

前記複数のテーブル誘導コイル回路の各々の前記テーブルスマートサセプタは、前記テーブル導電体に対して螺旋状に巻き付けられている、請求項1～7のいずれかに記載の加熱装置。

【請求項9】

部品を熱処理するための加熱装置であって、

熱伝導性材料で形成され、且つ、前記部品の第1面と係合するように構成されたテーブル面を有するテーブルと、

前記テーブルに熱結合するとともに、前記テーブル面において処理温度を達成するように構成されたテーブル誘導加熱回路と、を含み、前記テーブル誘導加熱回路は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路の各々は、テーブル導電体と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタと、を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路は、

第1テーブル誘導コイル回路と、第2テーブル誘導コイル回路と、を含み、

前記第1テーブル誘導コイル回路は、互いに離間した第1及び第2の端部セグメントを有し、これらの端部セグメントは中間セグメントで繋がれており、前記第1テーブル誘導コイル回路は、第1テーブル誘導コイル長を有し、

前記第2テーブル誘導コイル回路は、互いに離間した第1及び第2の端部セグメントを有し、これらの端部セグメントは中間セグメントで繋がれており、前記第2テーブル誘導コイル回路は、前記第1テーブル誘導コイル長と実質的に等しい第2テーブル誘導コイル長を有し、

前記第2テーブル誘導コイル回路の前記中間セグメントは、前記第1テーブル誘導コイル回路の前記中間セグメントと重なっている、加熱装置。

【請求項10】

前記第1テーブル誘導コイル回路の前記中間セグメントは、頂点で繋がる第1及び第2のセクションを含み、前記第2テーブル誘導コイル回路の前記中間セグメントは、頂点で繋がる第1及び第2のセクションを含み、前記第1テーブル誘導コイル回路の前記中間セグメントの前記第2セクションは、前記第2テーブル誘導コイル回路の前記中間セグメントの前記第1セクションと重なっている、請求項9に記載の加熱装置。

【請求項11】

前記第1テーブル誘導コイル回路の前記第1及び第2の端部セグメントは、実質的に平行であって、且つ、第1横距離だけ離間しており、前記第2テーブル誘導コイル回路の前記第1及び第2の端部セグメントは、実質的に平行であって、且つ、第2横距離だけ離間しており、前記第1横距離は、前記第2横距離と実質的に等しい、請求項10に記載の加熱装置。

【請求項12】

前記複数のテーブル誘導コイル回路は、第3テーブル誘導コイル回路をさらに含み、当該第3テーブル誘導コイル回路は、互いに離間した第1及び第2の端部セグメントを含み、これらの端部セグメントは、中間セグメントで繋がれており、前記第3テーブル誘導コイル回路は、前記第1及び第2の第2テーブル誘導コイル長と実質的に等しい第3テーブル誘導コイル長を有し、前記第3テーブル誘導コイル回路の前記中間セグメントは、前記第

10

20

30

40

50

1 及び第 2 のテーブル誘導コイル回路の前記中間セグメントに重なっている、請求項 9 に記載の加熱装置。

【請求項 13】

前記複数のテーブル誘導コイル回路の各々の前記テーブル導電体は、リッツワイヤ構成を有する複数の導電ストランドを含み、

前記複数のテーブル誘導コイル回路の各々の前記テーブルスマートサセプタは、前記テーブル導電体に対して螺旋状に巻き付けられている、請求項 9 ~ 12 のいずれかに記載の加熱装置。

【請求項 14】

前記第 1 及び第 2 のテーブル誘導コイルの前記中間セグメント間に設けられた絶縁層をさらに含む、請求項 9 ~ 13 のいずれかに記載の加熱装置。

10

【請求項 15】

部品を熱処理するための加熱装置であって、

熱伝導性材料で形成され、且つ、前記部品の第 1 面と係合するように構成されたテーブル面を有するテーブルと、

前記テーブルに熱結合するとともに、前記テーブル面において処理温度を達成するように構成されたテーブル誘導加熱回路と、を含み、前記テーブル誘導加熱回路は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路の各々は、テーブル導電体と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタと、を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路は、

20

第 1 テーブル誘導コイル回路と、第 2 テーブル誘導コイル回路と、を含み、

前記第 1 テーブル誘導コイル回路は、互いに実質的に平行に延びる複数の第 1 テーブル誘導コイル回路セグメントを含み、前記複数の第 1 テーブル誘導コイル回路セグメントは、第 1 対のセグメントと、当該第 1 対のセグメントから離間した第 2 対のセグメントと、を少なくとも含み、前記第 1 テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第 1 対のセグメントは、互いに直接隣接して配置されるとともに、互いに反対の方向に電流を流すように構成されており、前記第 1 テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第 2 対のセグメントは、互いに直接隣接して配置されるとともに、互いに反対の方向に電流を流すように構成されており、

前記第 2 テーブル誘導コイル回路は、互いに実質的に平行に延びる複数の第 2 テーブル誘導コイル回路セグメントを含み、前記複数の第 2 テーブル誘導コイル回路セグメントは、第 1 対のセグメントと、当該第 1 対のセグメントから離間した第 2 対のセグメントと、を少なくとも含み、前記第 2 テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第 1 対のセグメントは、互いに直接隣接して配置されるとともに、互いに反対の方向に電流を流すように構成されており、前記第 2 テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第 2 対のセグメントは、互いに直接隣接して配置されるとともに、互いに反対の方向に電流を流すように構成されている、加熱装置。

30

【請求項 16】

前記第 1 テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第 1 対のセグメントは、第 1 折り返し曲げ部で繋がっており、前記第 2 テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第 2 対のセグメントは、第 2 折り返し曲げ部で繋がっている、請求項 15 に記載の加熱装置。

40

【請求項 17】

前記第 1 テーブル誘導コイル回路は、少なくとも部分的に前記第 2 テーブル誘導コイル回路内に入れ子状になっている、請求項 15 に記載の加熱装置。

【請求項 18】

前記第 1 及び第 2 のテーブル誘導コイル回路は、共通の平面に配置されている、請求項 15 ~ 17 のいずれかに記載の加熱装置。

【請求項 19】

前記第 1 テーブル誘導コイル回路は、第 1 中間セクションを有し、前記第 2 テーブル誘

50

導コイル回路は、前記第 1 中間セクションと重なる第 2 中間セクションを含む、請求項 15 ~ 18 のいずれかに記載の加熱装置。

【請求項 20】

前記複数のテーブル誘導コイル回路の各々の前記テーブル導電体は、リッツワイヤ構成を有する複数の導電ストランドを含み、

前記複数のテーブル誘導コイル回路の各々の前記テーブルスマートサセプタは、前記テーブル導電体に対して螺旋状に巻き付けられている、請求項 15 ~ 19 のいずれかに記載の加熱装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本開示は、概して、部品を処理温度まで加熱するための装置及び方法に関し、より具体的には、部品全体が実質的に均一な温度になるようにスマートサセプタ誘導加熱を利用する装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

加熱が必要な部品を硬化したり加工したりするために、ヒートブランケットや独立型加熱ツールにおいて誘導加熱スマートサセプタが使用されている。このようなデバイスは、特定の領域全体を十分に均一な温度にすることが知られているが、現在の設計では、均一に加熱することが可能な総面積が限られている上に、特定の形状を有する部品の処理のみにしか使用することができない。さらに、複数の部品を処理する場合、加熱/冷却サイクルが長くなりすぎてしまう。

20

【発明の概要】

【0003】

本開示の一態様によれば、部品を熱処理するための加熱装置は、テーブルを含み、当該テーブルは、熱伝導性材料で形成されており、且つ、前記部品の第 1 面と係合するように構成されたテーブル面を有する。前記テーブルには、テーブル誘導加熱回路が熱結合されており、前記テーブル面において処理温度を達成するように構成されている。前記テーブル誘導加熱回路は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路を含み、各テーブル誘導コイル回路は、テーブル導電体と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタとを含む。前記複数のテーブル誘導コイル回路は、第 1 テーブル誘導コイル回路と、第 2 テーブル誘導コイル回路と、を含む。前記第 1 テーブル誘導コイル回路は、前記テーブルにおける第 1 経路を辿っており、前記第 1 経路は、互いに離間した第 1 及び第 2 の端部セクションを含み、これらのセクションは中間セクションで繋がれている。前記第 1 テーブル誘導コイル回路は、第 1 テーブル誘導コイル長を有する。前記第 2 テーブル誘導コイル回路は、前記テーブルにおける第 2 経路を辿っており、前記第 2 経路は、前記第 1 経路の前記第 1 端部セクションと前記第 2 端部セクションとの間で少なくとも部分的に入れ子状になっている。前記第 2 テーブル誘導コイル回路は、前記第 1 テーブル誘導コイル長とは異なる第 2 テーブル誘導コイル長を有する。

30

【0004】

40

本開示の他の態様によれば、部品を熱処理するための加熱装置は、テーブルを含み、当該テーブルは、熱伝導性材料で形成されており、且つ、前記部品の第 1 面と係合するように構成されたテーブル面を有する。前記テーブルには、テーブル誘導加熱回路が熱結合されており、前記テーブル面において処理温度を達成するように構成されている。前記テーブル誘導加熱回路は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路を含み、各テーブル誘導コイル回路は、テーブル導電体と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタとを含む。前記複数のテーブル誘導コイル回路は、第 1 テーブル誘導コイル回路と、第 2 テーブル誘導コイル回路と、を含む。前記第 1 テーブル誘導コイル回路は、互いに離間した第 1 及び第 2 の端部セグメントを有し、これらの端部セグメントは中間セグメントで繋がれている。前記第 1 テーブル誘導コイル回路は、第 1 テーブル誘導コイル

50

長を有する。前記第2テーブル誘導コイル回路は、互いに離間した第1及び第2の端部セグメントを有し、これらの端部セグメントは中間セグメントで繋がれている。前記第2テーブル誘導コイル回路は、前記第1テーブル誘導コイル長と実質的に等しい第2テーブル誘導コイル長を有する。前記第2テーブル誘導コイル回路の前記中間セグメントは、前記第1テーブル誘導コイル回路の前記中間セグメントと重なっている。

【0005】

本開示のさらなる態様によれば、部品を熱処理するための加熱装置は、テーブルを含み、当該テーブルは、熱伝導性材料で形成されており、且つ、前記部品の第1面と係合するように構成されたテーブル面を有する。前記テーブルには、テーブル誘導加熱回路が熱結合されており、前記テーブル面において処理温度を達成するように構成されている。前記テーブル誘導加熱回路は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路を含み、各テーブル誘導コイル回路は、テーブル導電体と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタとを含む。前記複数のテーブル誘導コイル回路は、第1テーブル誘導コイル回路を含み、前記第1テーブル誘導コイル回路は、互いに実質的に平行に延びる複数の第1テーブル誘導コイル回路セグメントを含む。前記複数の第1テーブル誘導コイル回路セグメントは、第1対のセグメントと、当該第1対のセグメントから離間した第2対のセグメントと、を少なくとも含む。前記第1テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第1対のセグメントは、互いに直接隣接して配置されるとともに、互いに反対の方向に電流を流すように構成されており、前記第1テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第2対のセグメントは、互いに直接隣接して配置されるとともに、互いに反対の方向に電流を流すように構成されている。前記複数のテーブル誘導コイル回路は、第2テーブル誘導コイル回路をさらに含み、前記第2テーブル誘導コイル回路は、互いに実質的に平行に延びる複数の第2テーブル誘導コイル回路セグメントを含む。前記複数の第2テーブル誘導コイル回路セグメントは、第1対のセグメントと、当該第1対のセグメントから離間した第2対のセグメントと、を少なくとも含む。前記第2テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第1対のセグメントは、互いに直接隣接して配置されるとともに、互いに反対の方向に電流を流すように構成されており、前記第2テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第2対のセグメントは、互いに直接隣接して配置されるとともに、互いに反対の方向に電流を流すように構成されている。

【0006】

上述した特徴、機能、及び利点は、様々な実施形態において個別に達成することができ、他の実施形態においては互いに組み合わせることも可能である。この詳細については、以下の記載及び図面を参照することによって明らかになるものである。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】処理位置に設けられた本開示による加熱装置を示す概略図である。

【図2】図1に示す加熱装置を示す側方立面図である。

【図3】図1の加熱装置の断面を示す部分端部立面図である。

【図4】図1の加熱装置で使用するためのテーブルの断面を示す端部立面図である。

【図5】図1の加熱装置で使用するための誘導加熱回路を示す概略ブロック図である。

【図6】図1の加熱装置で使用するための、導電体に巻き付けられたサセプタを有する誘導加熱回路の例を示す斜視図である。

【図7A - 7B】図1の加熱装置で使用するための、直線的なフック構成を有する誘導加熱回路のレイアウトを示す概略平面図である。

【図8A - 8B】図1の加熱装置で使用するための、菱形屈曲部を有する誘導加熱回路のレイアウトの代替例を示す概略平面図である。

【図9A】図1の加熱装置で使用するための、非平面ツール面を有するツールの断面を示す端部立面図である。

【図9B】図9Aの加熱装置を示す平面図であり、明瞭化のためにいくつかのコンポーネントが省かれている。

10

20

30

40

50

【図 9 C】非平面の輪郭を有する部品を成形するための方法を示すブロック図である。

【図 10 A】図 1 の加熱装置で使用するための熱管理システムを示す斜視図である。

【図 10 B】図 10 A の熱管理システムを使用して部品を熱処理するための方法を示すブロック図である。

【図 11 A - 11 C】図 1 の加熱装置で使用するための支持アセンブリを示す平面図、側方立面図、及び、端面図である。

【図 12】図 1 の加熱装置において、支持アセンブリを下側加熱アセンブリに接続するためのハブ及びアダプタインターフェースを示す分解斜視図である。

【図 13】図 1 の加熱装置で使用するための、上側加熱アセンブリのヒートブランケットアセンブリを示す端部立面図である。

10

【図 14】図 13 の上側加熱アセンブリの第 1 及び第 2 の圧力チャンバにおける圧力を制御することにより、ヒートブランケットを位置決めするための方法を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

なお、図面は必ずしも正確な縮尺率で描かれておらず、本開示の実施形態は、概略的に示されている場合もある。また、以下の詳細な説明は、単に例示的な性質のものであり、本発明やその適用例及び用途を制限するものではない。したがって、本開示は、説明の便宜上、特定の例示的な実施形態として図示及び記載しているが、他の様々な実施形態や他の様々なシステム及び環境において実施することが可能である。

20

【0009】

以下の詳細な説明は、本発明を実施するために現在想定されている最良の態様に関するものである。以下の説明は、限定的な意味で解釈されるべきではなく、単に、本発明の一般原理を説明することを目的としたものであり、本発明の範囲は、添付の請求の範囲によって最もよく定義されている。

【0010】

図 1 は、部品 21 を硬化、成形、又は、加工するための、本開示による加熱装置 20 の例を概略的に示している。加熱装置 20 は、処理位置 22 に設けられた独立型ツールとして示されている。処理位置 22 は、加熱装置 20 の動作を可能にする複数のインターフェースを含む。このようなインターフェースとしては、例えば、加圧流体源 24（正圧及び/又は負圧で空気や窒素などの流体を供給可能である）、低電圧電源 26、及び、高周波電源 28 などが挙げられる。加熱装置 20 又は処理位置 22 に設けられたコントローラ 30 は、加圧流体源 24、低電圧電源 26、及び、高周波電源 28 に機能接続されており、加熱装置 20 の動作を制御するとともに当該加熱装置 20 からフィードバック信号を受信する。以下に説明する例においては、加熱装置 20 は可搬性であるため、同じ処理位置 22 において複数の加熱装置 20 を順次又は同時に使用することができる。

30

【0011】

加熱装置 20 は、図 2 に詳細に示されている。加熱装置 20 は、概して、下側加熱アセンブリ 34 及び上側加熱アセンブリ 36 を支持する支持アセンブリ 32 を含む。上側加熱アセンブリ 36 は、加熱対象の部品 21 の搬入及び取り外しを行うために、下側加熱アセンブリ 34 に対して移動することができる。下側加熱アセンブリ 34 と上側加熱アセンブリ 36 との間の可動接続の種類は、部分的には、加熱装置 20 の寸法、並びに、処理対象の部品 21 の寸法及び形状に基づいて決定される。例えば、部品 21 の形状が扁平又は略扁平である場合、上側加熱アセンブリ 36 は、ヒンジ接続などにより下側加熱アセンブリ 34 に対して枢動可能に接続される。詳細は以下に説明するが、下側加熱アセンブリ 34 及び上側加熱アセンブリ 36 の各々は、誘導加熱回路を含むことにより、部品 21 の全ての外面に熱を供給することができる。

40

【0012】

加熱装置 20 は、部品 21 を処理温度まで加熱する。すなわち、下側及び上側のアセンブリ 34、36 の一方又は両方における誘導加熱回路は、部品 21 を所望温度まで加熱す

50

るように動作する。いくつかの例においては、部品 2 1 は複合材料で形成されており、処理温度は当該複合材料の硬化温度である。他の例においては、部品 2 1 は、熱可塑性材料で形成されており、処理温度は、前記材料の一体化温度 (consolidation temperature) である。硬化温度及び一体化温度は、2 つの例示的な処理温度にすぎず、加熱装置 2 0 は、異なる特性を有する他の材料で形成された部品に対する他の処理に使用することも可能である。

【 0 0 1 3 】

図 3 を参照すると、加熱装置の下側加熱アセンブリ 3 4 は、熱伝導性材料で形成されたテーブル 4 0 を含み、当該テーブルは、テーブル面 4 2 を有する。熱伝導性材料の例としては、鋼、合金鋼 (ニッケル鉄合金を含む)、及び、アルミニウムが挙げられるが、熱を伝導する他の材料を用いることも可能である。テーブル 4 0 は、部品 2 1 を収容可能な大きさを有する。いくつかの例においては、テーブル 4 0 は、幅 4 フィートであって、且つ、長さ 8 フィートである。しかしながら、テーブル 4 0 の幅及び長さは、これよりも小さくてもよいし、大きくてもよい。さらに、いくつかの例においては、テーブル 4 0 は、約 1 / 4 インチ ~ 1 インチの範囲の厚みを有する。しかしながら、当該テーブルの厚みは、この範囲よりも小さくてもよいし、大きくてもよい。テーブル 4 0 の裏面 4 6 で生成された熱は、当該テーブル 4 0 の厚みを介してテーブル面 4 2 に伝わる。図 3 に示すように、テーブル面 4 2 に部品 2 1 の第 1 面 4 4 を直接配置することにより、部品 2 1 を実質的に扁平な形状に成形することができる。これに代えて、図 4 に示すととも図 9 A ~ 9 C を参照してより詳細に説明するように、テーブル面 4 2 に熱伝導性材料で形成されたツール 5 0 を配置して、当該ツール 5 0 の上に部品 2 1 を配置してもよい。

【 0 0 1 4 】

テーブル誘導加熱回路 5 2 は、テーブル 4 0 と熱結合しており、少なくともテーブル面 4 2 を処理温度まで加熱するように動作可能である。図 4 に示す例においては、テーブル誘導加熱回路 5 2 は、テーブル 4 0 の裏面 4 6 に形成された溝 5 4 に設けられており、当該溝は、テーブル面 4 2 に向かってテーブル 4 0 内を部分的に延びている。裏面 4 6 に設けられた溝 5 4 にテーブル誘導加熱回路 5 2 を設けることにより、テーブル誘導加熱回路 5 2 が、部品 2 1 及び / 又はツール 5 0 に直接接触しないようにすることができるため、テーブル誘導加熱回路 5 2 を摩耗から保護することができる。テーブル誘導加熱回路 5 2 をさらに保護するために、いくつかの例においては、テーブル 4 0 の裏面 4 6 にカバー 5 6 を取り付けて、溝 5 4 を閉じるようにカバーの寸法を設定することにより、テーブル誘導加熱回路 5 2 を完全に包囲することができる。カバー 5 6 は、接着剤 5 8、溶接、又は、他の接続手段によってテーブルの裏面 4 6 に取り付けられる。テーブル 4 0 を構造的に支持するとともにカバー 5 6 全体に亘って空気を流れ易くするために、カバー 5 6 に対してリブ 7 1 が接続される。加熱装置 2 0 を容易に組み立てることができるように、リブ 7 1 とカバー 5 6 とを一体的に形成してもよい。図 4 に示す例においては、リブ 7 1 の断面形状は台形であることが示されているが、リブ 7 1 は、方形ブレード又は矩形ブレードなどの他の断面形状を有するように形成されてもよい。

【 0 0 1 5 】

図 4 に示す例においては、溝 5 4 は、テーブル 4 0 全体に間隔を空けて設けられた複数の溝セクション 6 0 を含む。テーブル誘導加熱回路 5 2 は、複数のテーブル誘導コイル回路 6 2 を含み、各テーブル誘導コイル回路 6 2 は、対応する溝セクション 6 0 に設けられている。テーブル 4 0 の領域に溝セクション 6 0 及びテーブル誘導コイル回路 6 2 を分散させることにより、テーブル面 4 2 全体をより均一に加熱することができる。

【 0 0 1 6 】

さらに、テーブル 4 0 全体をより均一に加熱するために、図 5 に示すように、テーブル誘導コイル回路 6 2 は互いに並列に接続されている。テーブル誘導コイル回路 6 2 は、さらに、当該テーブル誘導コイル回路 6 2 の各々に交流電流を供給するための AC 電源 6 4 と直列に接続されている。図 5 には 3 つのテーブル誘導コイル回路 6 2 が示されているが、他の例においては、テーブルの寸法、及び、部品 2 1 に実行しようとする処理の種類に

10

20

30

40

50

応じて、テーブル40を誘電加熱するための回路が3つよりも多くてもよいし、少なくともよい。AC電源64は、可搬型又は固定型の電源として構成されており、用途に適した周波数及び電圧で交流電流を供給する。例えば、限定するものではないが、AC電流の周波数は、約1kHzから300kHzの範囲であってもよい。

【0017】

加熱装置20は、1つ以上のセンサ66を含みうる。当該センサは、テーブル40上の様々な位置における温度を監視するための熱電対などの熱センサであってもよい。これに代えて、センサ66は、電源64に接続されるとともに、テーブル誘導コイル回路62に印加される電圧を示す熱センサとして設けられてもよい。コントローラ68は、プログラムされたコンピュータ、又は、プログラマブルロジックコントローラ(PLC)であってもよく、電源64及びセンサ66に機能接続されている。このコントローラは、異なる加熱要件を有する様々な部品や構造体での使用に加熱装置20を適合させるために、供給する交流電流を所定範囲で調節するように動作可能である。コントローラ68には、センサ66からのフィードバックが供給されるが、以下の説明でさらに理解できるように、テーブル誘導コイル回路62は、電圧を調節しなくても、発生する最大温度を自動的に制限するスマートサセプタを使用してもよい。

10

【0018】

図示例においては、各テーブル誘導コイル回路62は、複数のコンポーネントを含み、これらのコンポーネントは、供給される電流にตอบสนองして熱を誘導生成するために互いに作用する。図6に最もよく示されるように、各テーブル誘導コイル回路62は、導電体70とスマートサセプタ72とを含む。導電体70は、電流を受け取り、当該電流にตอบสนองして磁場を生成するように構成されている。より具体的には、導電体70を流れる電流は、導電体70の周囲で環状磁場(circular magnetic field)を生成し、当該磁場の中心軸は導電体70の軸74と一致している。また、導電体70が螺旋状に巻かれている場合、結果として生じる磁場は、巻かれた螺旋の軸と同軸である。図示例においては、導電体70は、図6に最もよく示されるように、リッツ線構成に束ねられた複数の導電ストランド70aで形成されている。より具体的には、各導電ストランド70aは、金属コア76と、コーティング78と、を含みうる。導電体70は、上述した電源64に機能接続している。

20

【0019】

スマートサセプタ72は、導電体70によって生成された磁場にตอบสนองして熱を誘導生成するように構成されている。したがって、スマートサセプタ72は、導電体70からの電磁エネルギーを吸収して、当該エネルギーを熱に変換する金属材料で形成される。このため、スマートサセプタ72は、当該スマートサセプタ72と加熱される位置との間の距離に応じて、伝導及び放射による熱伝達を組み合わせることで熱を供給する熱源として機能する。

30

【0020】

スマートサセプタ72を形成する材料は、加熱装置20の所望の最大加熱温度に近いキュリー点を有するものが選択される。キュリー点とは、材料が永久磁気特性を失う温度である。本明細書で説明するように、スマートサセプタ72が、導電体70によって生成された磁場にตอบสนองする場合に限り熱を生成する誘導加熱の構成においては、スマートサセプタ72で生成される熱量は、キュリー点に近づくにつれて少なくなる。例えば、スマートサセプタ72の磁性材料のキュリー点が500°Fである場合、スマートサセプタ72が生成する熱は、450°Fで2ワット/平方インチであるが、475°Fでは1ワット/平方インチに減少し、490°Fではさらに0.5ワット/平方インチに減少する。このため、各テーブル誘導コイル回路62は、テーブル面42において、放熱が大きいために冷えている部分に対してより多くの熱を自動的に生成し、テーブル面42において、放熱が小さいために温かい部分に対してより少ない熱を自動的に生成することで、略同じ平衡温度で部品21をより均一に加熱することができる。したがって、各テーブル誘導コイル回路は、加熱領域において、キュリー点に到達していない部分を加熱し続ける一方で、当該加熱領域において、キュリー点に到達している部分の加熱を停止することができる。こ

40

50

のように、スマートサセプタ72で使用される磁性材料のキュリー点等の、温度に依存する磁気特性により、テーブル面42の各領域が過度に加熱されたり、十分に加熱されなかったりする事態を防止することができる。

【0021】

導電体70及びスマートサセプタ72は、溝54への挿入を容易に行えるような構成で組み立てられる。図6に示す例においては、スマートサセプタ72は、導電体70に対して螺旋状に巻き付けられている。導電体70にスマートサセプタ72を巻き付けると、ワイヤを磁氣的に結合するために、導電体70に十分近い位置にスマートサセプタ72を配置することができるだけでなく、導電体70を所定位置に機械的に固定することができるため、導電体70が複数の導電ストランド70aで形成されている場合には特に有利である。なお、上記構成とは逆の構成、すなわちスマートサセプタ72に導電体70が巻き付けられた構成を採用することも可能である。さらに、必要とするワイヤ電磁結合を実現するために、導電体70及びスマートサセプタ72の他の組立構成を採用してもよい。

10

【0022】

再び図3を参照すると、上側加熱アセンブリは、部品21の上から加熱を行うヒートブランケット80を含みうる。ヒートブランケット80は、部品21の第2面84に一致するように撓むことが可能であり、部品21に対向する加熱面82を有する。例えば、ヒートブランケット80は、シリコンやポリマーなどの柔軟材料で形成されたコアを含み、当該コアにはブランケット誘導加熱回路86が設けられている。これに代えて、ブランケット誘導加熱回路86自体が、部品21に適合する可撓性層に織り込まれるか、或いは編み込まれてもよい。ブランケット誘導加熱回路86は、加熱面82で処理温度を達成するように構成されており、上述したテーブル誘導加熱回路52と同様に、導電体とスマートサセプタとを含みうる。

20

【0023】

テーブル誘導加熱回路52及びブランケット誘導加熱回路86のうち的一方又は両方は、誘導コイル回路によって生成された長距離電磁場(longer-range electromagnetic field)を打ち消すことができる回路レイアウトを有する。図7A及び図7Bに示す第1の例においては、誘導加熱回路100は、複数の誘導コイル回路102を含み、これらの回路は、互いに並列に接続されるとともに、電源64に直列に接続されている。誘導コイル回路102は、入れ子状(nested pattern)に配置されており、これらの回路の一部は、これらの回路のうちの他の回路によって少なくとも部分的に囲まれている(すなわち「入れ子状になっている」)。複数の誘導コイル回路102は、テーブル40の全域に亘って間隔を空けて設けられており、これによって、熱をより均一に分散させることができる。

30

【0024】

例えば、図7Bに最もよく示されるように、複数の誘導コイル回路のうちの一つである第1誘導コイル回路102bは、テーブル40における第1経路104を辿っており、当該第1経路は、互いに離間した第1端部セクション104aと第2端部セクション104bとを含み、これらのセクションは、中間セクション104cで繋がれている。本明細書においては、この形状を直線的フック形状と呼ぶ。さらに、複数の誘導コイル回路のうちの一つである第2誘導コイル回路102dは、テーブル40における第2経路106を辿っており、当該第2経路は、第1経路104の第1端部セクション104aと第2端部セクション104bとの間で少なくとも部分的に入れ子状になっている。誘導コイル回路を入れ子状に配置することによって、回路同士が重ならないように並べて配置することができるため、これらの回路を共通の平面に配置することができる。さらに、中間セクション104cにおける全体的な電磁場の不均衡を低減するために、誘導コイル回路102b、102dの長さを変化させることができる。すなわち、第1誘導コイル回路102bは、第1誘導コイル長L1を有し、第2誘導コイル回路102dは、第2誘導コイル長L2を有し、L2はL1とは異なる。

40

【0025】

複数の誘導コイル回路を入れ子状にすることができる。例えば、引き続き図7Bを参照

50

すると、第2誘導コイル回路102dが辿る第2経路106は、互いに離間した第1端部セクション106aと第2端部セクション106bとを含み、これらのセクションは、中間セクション106cで繋がれている。さらに、複数の誘導コイル回路のうちの1つである第3誘導コイル回路102eは、テーブル40における第3経路108を辿っている。第3経路108もまた、第1経路104の第1端部セクション104aと第2端部セクション104bとの間で少なくとも部分的に入れ子状になっており、さらに、第2経路106の第1端部セクション106aと第2端部セクション106bとの間で少なくとも部分的に入れ子状になっていてもよい。さらに、第3誘導コイル回路は、第1誘導コイル長L1及び第2誘導コイル長L2とは異なる第3誘導コイル長L3を有することにより、全体的な電磁場の不均衡をさらに低減することができる。

10

【0026】

各誘導コイル回路について、当該回路の一部を互いに隣接して配置する折り返し構成(double-back configuration)を採用することによって、長距離電磁場をさらに低減することができる。より具体的には、図7Bに示すように、第1誘導コイル回路102bは、第1経路104に沿って第1方向に電流を流すように構成された第1セグメント110と、当該第1セグメント110に隣接して配置されるとともに、第1経路104に沿って第2方向に電流を流すように構成された第2セグメント112とを含み、第1経路104に沿った第1方向は、第1経路104に沿った第2方向とは反対の方向である。第1誘導コイル回路102bの第1セグメント110は、折り返し曲げ部114において、第1誘導コイル回路102bの第2セグメント112と繋がっている。第2誘導コイル回路102dも同様に配置することができ、当該配置において、第1セグメント116は、第2経路106に沿って第1方向に電流を流すように構成されており、第2セグメント118は、当該第1セグメント116に隣接して配置されるとともに、第2経路106に沿って第2方向に電流を流すように構成されており、第2経路106に沿った第1方向は、第2経路106に沿った第2方向とは反対の方向である。さらに、第2誘導コイル回路102dの第1セグメント116は、折り返し曲げ部120において、第2誘導コイル回路102dの第2セグメント118と繋がっている。折り返し構成においては、各回路の第1セグメント及び第2セグメントが、互いに反対の方向に同じ電流を流すので、誘導コイル回路で生成された長距離電磁場を少なくとも部分的に打ち消すことができるため有利である。

20

【0027】

図8A及び8Bには代替の回路レイアウトである菱形屈曲(rhombus turn)構成が示されている。この例においては、複数の誘導コイル回路122を有する誘導加熱回路121が示されている。図示のように、誘導コイル回路122は、3つの菱形屈曲部123を形成しているが、菱形屈曲部の数は異なってもよい。この構成において、第1誘導コイル回路122は、互いに離間した第1端部セグメント122aと第2端部セグメント122bとを含み、これらのセグメントは、中間セグメント122cで繋がれている。同様に、第2誘導コイル回路124は、互いに離間した第1端部セグメント124aと第2端部セグメント124bとを含み、これらのセグメントは、中間セグメント124cで繋がれている。この例においては、第1及び第2の誘導コイル回路122、124の長さは、実質的に同じであり、第1誘導コイル回路122の中間セグメント122cは、第2誘導コイル回路124の中間セグメント124cと重なっている。図8Bに最もよく示されるように、中間セグメントは頂点を有する。すなわち、第1誘導コイル回路122の中間セグメント122cは、頂点122dで繋がる第1及び第2のセクションを含み、第2誘導コイル回路124の中間セグメント124cは、頂点124dで繋がる第1及び第2のセクションを含む。この例においては、中間セグメント122cの第2セクションは、中間セグメント124cの第1セクションと重なっている。

30

40

【0028】

引き続き図8Bを参照すると、第1誘導コイル回路122の第1及び第2の端部セグメント122a、122bは、実質的に平行であって、且つ、第1横距離D1だけ離間している。同様に、第2誘導コイル回路124の第1及び第2の端部セグメント124a、1

50

24bは、実質的に平行であって、且つ、第2横距離D2だけ離間しており、第1横距離D1は、第2横距離D2と実質的に等しい。

【0029】

さらに、追加の誘導コイル回路122を設けてもよい。例えば、第3誘導コイル回路126は、互いに離間した第1端部セグメント126aと第2端部セグメント126bとを含み、これらのセグメントは、中間セグメント126cで繋がれている。第3誘導コイル回路126は、第1及び第2の誘導コイル長L1、L2と実質的に等しい第3誘導コイル長L3を有する。さらに、第3誘導コイル回路126の中間セグメント126cは、第1及び第2の誘導コイル回路122、124の中間セグメント122c、124cと重なっている。最後に、いくつかの例においては、第1及び第2の誘導コイル回路122、124の中間セグメント122c、124cなどの、中間セグメント間には、絶縁層128が設けられている。

10

【0030】

いくつかの用途においては、加熱装置20は、非平面形状を有する部品を熱処理するように構成されている。例えば、図9A及び9Bは、非平面形状の部品21を成形するために、テーブル40に置かれたツール130を示している。ツール130は、熱伝導性材料で形成されているため、テーブル面42で生成された熱は、さらにツール130に伝達されて、最終的には部品21の第1面44に伝達される。より具体的には、ツール130は、テーブル40のテーブル面42に係合するベース面132と、当該ベース面132の反対側のツール面134とを有する。ツール面134は、非平面の輪郭形状に形成されている。したがって、ツール130のツール面134は、部品21の第1面44と係合するように構成されている。この例においては、ヒートブランケット80をさらに提供することにより、当該ヒートブランケット80の加熱面82が、部品21の第2面84と熱結合できるように構成してもよい。

20

【0031】

部品21の所望形状をより正確に成形するために、加熱装置20において、追加のツール構造を使用してもよい。例えば、ツール面134の輪郭形状は、凹部136を含み、当該凹部に対して、熱伝導性材料で形成された充填部140を挿入可能に構成することにより、部品21の中央部をより正確に成形するようにしてもよい。これに加えて、或いはこれに代えて、ツール130の側壁142、及び、ツール130の外周から離間するとともにその周囲に延在するサイドダム(side dam)144を用いて、部品21の各縁をより正確に成形することもできる。図9Aに示すような断面で見た場合、ツール130の側壁142は、テーブル面42に隣接する第1端146から、テーブル面42に対して離間する第2端148まで延びている。サイドダム144は、テーブル面42と係合するベース面150と、ツール面134の側壁142と協働する側面152と、当該ベース面150と側面152との間に延びる傾斜面154とを含む。図9Aに示すサイドダム144の例は三角形の断面形状を有するが、サイドダム144は他の形状を有していてもよい。また、ツール面134の輪郭形状は、凸部156を含みうる。

30

【0032】

図9Cは、非平面形状になるように部品21を熱処理するための方法300を示すブロック図である。ブロック302において、上記方法は、熱伝導性材料で形成され、且つ、テーブル面42を有するテーブル40を用意することを含む。次に、ブロック304において、テーブル面42にツール130を載置する。ツール130は熱伝導性材料で形成される。ツール130は、テーブル面42に係合するベース面132と、当該ベース面132の反対側のツール面134とを有する。図9Aに最もよく示されるように、ツール面134は、非平面の輪郭形状を有する。ブロック306において、方法300は、第1面44が少なくともツール面134に係合するように部品21を配置することを含む。ブロック308において、部品21の第2面84の上にヒートブランケット80を配置する。第2面84は、第1面44の反対側の面である。上記方法は、次にブロック310において、部品21が、ツール130のツール面134に少なくとも部分的に一致するまで、十分

40

50

な時間に亘ってツール面 134 及びヒートブランケット 80 を処理温度まで加熱する。

【0033】

図 10A に示す例においては、加熱装置 20 は、テーブル面 42 の加熱及び / 又は冷却をより迅速に行うことが可能な熱管理システム 160 を含む。より具体的には、熱管理システム 160 は、テーブル 40 と熱結合しており、内部空間 167 を画定するチャンバ 166 を含む。図示例においては、チャンバ 166 は、エンクロージャ側壁 162 及びシース 164 によって形成されており、当該エンクロージャ側壁は、テーブル 40 の裏面 46 に接続されており、当該シースは、エンクロージャ側壁 162 に接続されるとともに裏面 46 から離間している。したがって、チャンバ 166 の内部空間 167 は、テーブル 40 の裏面 46 に隣接している。さらに、少なくとも 1 つの冷却フィン 168 が、テーブル 40 の裏面 46 に接続されるとともに、チャンバ 166 の内部に設けられている。図 10A に示す例においては、4 つの冷却フィン 168 が設けられているが、これより多いか、或いは少ない数のフィンもよい。チャンバ 166 には、当該チャンバ内外に貫通する入口 170 と出口 172 が設けられている。チャンバ 166 内の空気は、テーブル面 42 で熱を保持するための絶縁体として機能するため、加熱装置 20 は、より早く処理温度に到達することができる。これに代えて、テーブル面 42 の冷却を容易に行うためにフィン 168 を用いてもよい。

10

【0034】

熱管理システム 160 による冷却量を増大させるために、空気源 174 が入口 170 と流体連通している。空気源 174 は、冷却が必要な場合にのみ、チャンバ 166 を通過する空気流を生成するように選択的に動作可能である。したがって、熱管理システム 160 は、空気流がチャンバ 166 を通過することが防止される絶縁モードと、空気流がチャンバ 166 を通過することが許可される冷却モードとの間で選択的に動作可能である。さらに、空気源は、異なる流速の空気流を生成するように構成された可変速度空気源であってもよく、これによって、冷却モードにおいて、さらに冷却速度を変化させることができる。

20

【0035】

テーブル 40 全体をより均一に冷却するために、各冷却フィン 168 は、様々な断面積を有する。より具体的には、各フィン 168 は、入口 170 側に位置する上流端 176 と、出口 172 側に位置する下流端 178 とを有する。各冷却フィン 168 の断面積は、上流端 176 側では小さく、下流端 178 側では大きい。これは、空気流が入口 170 からチャンバ 166 を通過して出口 172 に移動すると、空気流の温度が上昇して冷却機能が下がる可能性があるからである。下流端 178 においてフィン 168 の断面積を大きくすることにより、冷却機能を高めて、テーブル 40 の全長に亘ってより均一に冷却を行うことができる。

30

【0036】

熱管理システム 160 によれば、部品に対してより迅速な熱処理を行うことができる。図 10B は、部品を熱処理するための方法 180 を示すブロック図である。ブロック 182 において、加熱装置 20 のテーブル面 42 に第 1 部品を載置する。次にブロック 183 において、テーブル誘導加熱回路 52 を用いて、テーブル面 42 を処理温度まで加熱する。テーブル誘導加熱回路は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路を含んでもよく、各テーブル誘導コイル回路は、テーブル導電体と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタとを含む。ブロック 184 において、加熱装置 20 を備えた熱管理システム 160 を絶縁モードで動作させて、第 1 部品が熱処理されるまで、テーブル面 42 を処理温度で維持する。その後、ブロック 185 において、熱管理システム 160 を冷却モードで動作させて、部品及び / 又はテーブルを安全に取り扱える温度になるまでテーブル面 42 を冷却する。熱管理システム 160 は、本開示の構成要素のうちの任意の要素と組み合わせて使用することが可能であるが、上述したように、熱管理システム 160 において、裏面 46 に設けられた溝 54 にテーブル誘導加熱回路 52 を配置することによって、テーブル 40 の温度の上げ下げを効率よく行うことができる。

40

50

【 0 0 3 7 】

いくつかの用途においては、方法 1 8 0 を用いて複数の部品を迅速に処理することができる。これらの用途においては、方法 1 8 0 は、ブロック 1 8 6 において、加熱装置 2 0 のテーブル面 4 2 から第 1 部品を取り外すことと、ブロック 1 8 7 において、加熱装置 2 0 のテーブル面 4 2 に第 2 部品を載置することと、ブロック 1 8 8 において、テーブル誘導加熱回路 5 2 を用いてテーブル面 4 2 を処理温度まで加熱することと、ブロック 1 8 9 において、熱管理システム 1 6 0 を絶縁モードで動作させて、第 2 部品が硬化されるまでテーブル面 4 2 を処理温度で維持することと、ブロック 1 9 0 において、熱管理システム 1 6 0 を冷却モードで動作させて、テーブル面 4 2 を冷却して当該テーブル面の温度を下げることを、を選択的に含む。

10

【 0 0 3 8 】

加熱装置 2 0 の支持アセンブリ 3 2 は、テーブル 4 0 から周囲環境への熱伝達を最小限に抑えるとともに、ユーザによるアクセスを容易にし、且つ、異なる位置への加熱装置 2 0 の移動を容易にするように構成することができる。図 1 1 A ~ C 及び図 1 2 に示す例においては、テーブル 4 0 の裏面 4 6 に複数のハブ 2 0 0 が接続されている。テーブル 4 0 を十分に支持するために、少なくとも 3 つのハブ 2 0 0 が用意されるが、より多くのハブ 2 0 0 を使用してもよい。ハブ 2 0 0 は互いに間隔を空けて配置されており、各ハブ 2 0 0 は、軸部 2 0 2 を含む。

【 0 0 3 9 】

支持アセンブリ 3 2 は、下側及び上側のアセンブリ 3 4、3 6 を支持するとともに、ハブ 2 0 0 と接続するように構成されている。したがって、上記支持アセンブリは、相互接続された複数のトラス 2 0 6 を有するフレーム 2 0 4 を含む。いくつかの例においては、トラス 2 0 6 は、複合管として用意されるが、他の材料や構成を用いることも可能である。フレーム 2 0 4 は、上端断面領域の周囲を延びる上端境界 2 1 0 を画定する上端 2 0 8 と、下端断面領域の周囲を延びる下端境界 2 1 4 を画定する下端 2 1 2 と、を有する。テーブル 4 0 へのアクセスを容易にするため、下端断面領域は上端断面領域よりも小さく、下端境界 2 1 4 は、上端境界 2 1 0 に対して水平方向内側にオフセット配置されている。支持アセンブリは、フレーム 2 0 4 の上端 2 0 8 に接続された 3 つのアダプタ 2 2 0 をさらに含む。各アダプタ 2 2 0 は、関連するハブ 2 0 0 との位置合わせのために配置されており、当該ハブ 2 0 0 の軸部 2 0 2 を受容する大きさのソケット 2 2 2 を備えている。質量を軽減し、且つ、支持アセンブリ 3 2 とテーブル 4 0 との間の接触点を最小限にするとともにこれらの接触点を離間させたトラス構造により、周囲環境への熱伝達を最小限に抑えることができる。したがって、支持アセンブリ 3 2 は、本明細書に開示している他の構成要素のうち何れの要素とも関連させて使用可能であり、また、支持アセンブリ 3 2 と熱管理システム 1 6 0 とを組み合わせることで、テーブル 4 0 の加熱及び / 又は冷却をより効率的に制御することができるため有利であろう。さらに、軸部 / ソケットのインターフェースにより、下側及び上側のアセンブリ 3 4、3 6 から支持アセンブリ 3 2 を分離し易くなるため、それぞれ異なる下側及び上側のアセンブリ 3 4、3 6 に対して 1 つの支持アセンブリ 3 2 を使用することが容易になる。

20

30

【 0 0 4 0 】

支持アセンブリ 3 2 は、加熱装置 2 0 を確実に配置するとともに当該装置の可動性を向上させる構成要素をさらに含む。例えば、図 2 及び図 3 に最もよく示されるように、フレーム 2 0 4 の下端境界 2 1 4 にキャスター 2 3 0 を接続することができる。さらに、フレーム 2 0 4 の下端境界 2 1 4 と各キャスター 2 3 0 との間にリフトスリーブ 2 3 2 が設けられている。各リフトスリーブ 2 3 2 は、フォークリフトのツメ (tine) などのリフトツールを受容する大きさの横方向リフトツール開口部 2 3 4 を有する。さらに、各キャスター 2 3 0 は、トグルスイッチ 2 3 6 に機能接続されたブレーキを含む。トグルスイッチ 2 3 6 は、ブレーキロッド 2 3 8 によって相互接続されており、当該ブレーキロッドは、レバー 2 4 0 に機能接続されている。したがって、レバー 2 4 0 の動作は、ブレーキロッド 2 3 8 によってトグルスイッチ 2 3 6 へと伝達され、これによって、ブレーキ位置と

40

50

非ブレーキ位置との間で各トグルスイッチ 2 3 6 を同時に作動させることができる。

【 0 0 4 1 】

加熱装置 2 0 は、さらに、上側加熱アセンブリ 3 6 における複数の圧力ゾーンを制御するように構成されてもよく、これによって、ヒートブランケット 8 0 に対する過度なダメージを避けつつ、当該ヒートブランケット 8 0 と部品 2 1 とを十分に熱結合させることができる。図 1 3 に示す例においては、上側加熱アセンブリ 3 6 は、第 1 可撓性層 2 5 0 を含み、当該第 1 可撓性層 2 5 0 は、テーブル 4 0 の少なくとも一部の上に延在する大きさであって、テーブル 4 0 と当該第 1 可撓性層との間に第 1 圧力チャンバ 2 5 2 を形成するように構成されている。第 1 圧力チャンバ 2 5 2 は、部品 2 1 を収容する大きさに設定されており、第 1 圧力レベル P 0 を有する。上側加熱アセンブリ 3 6 は、第 1 可撓性層 2 5 0 の上に延在する第 2 可撓性層 2 5 4 をさらに含み、第 1 可撓性層 2 5 0 と第 2 可撓性層 2 5 4 との間に第 2 圧力チャンバ 2 5 6 を形成している。ヒートブランケット 8 0 は第 2 圧力チャンバ 2 5 6 に設けられている。第 1 及び第 2 の可撓性層 2 5 0、2 5 4 の各々は、シリコンなどの柔軟材料で形成される。第 2 可撓性層 2 5 4 は、外面 2 5 8 を有しており、当該外面は、第 1 可撓性層 2 5 0 とは反対側を向くとともに、外圧レベル P 2 に曝露されている。第 2 圧力チャンバ 2 5 6 は、第 1 圧力レベル P 0 よりも高く、且つ、外圧レベル P 2 よりも低い第 2 圧力レベル P 1 を有する。したがって、第 1 可撓性層 2 5 0 全体に亘る圧力差によって、当該第 1 可撓性層 2 5 0 が部品 2 1 に対して忠実に適合することができる。第 2 可撓性層 2 5 4 全体に亘る圧力差によって、ヒートブランケット 8 0 に加える力の量を制御することができる。第 2 圧力レベル P 1 は第 1 圧力レベル P 0 よりも高いため、第 2 可撓性層 2 5 4 によって加えられる力は、第 1 可撓性層 2 5 0 が省かれた場合よりも小さく、したがって、ヒートブランケット 8 0 は、第 1 可撓性層 2 5 0 ほど忠実には部品 2 1 に対して適合しない。ヒートブランケット 8 0 が伸びる程度を低減することにより、ヒートブランケット 8 0 の摩耗及び引き裂きを最小限に抑えることができる。したがって、第 1 及び第 2 の可撓性層 2 5 0、2 5 4 は、本明細書に開示している他の構成要素のうち何れの要素とも関連させて使用可能であるが、これらの層と、図 9 A を参照して先に開示した追加のツール構造とを組み合わせることにより、非平面形状を有する部品 2 1 をより正確に成形できるため有利であろう。

10

20

【 0 0 4 2 】

第 1 及び第 2 の圧力チャンバ 2 5 2、2 5 6 における圧力レベルを能動的に管理するために、加圧流体源 2 6 0 を設けることができる。図 1 3 に概略的に示すように、加圧流体源 2 6 0 は、第 1 圧力チャンバ 2 5 2 及び第 2 圧力チャンバ 2 5 6 と流体連通しており、第 1 圧力チャンバ 2 5 2 において第 1 圧力レベル P 0 を達成し、第 2 圧力チャンバ 2 5 6 において第 2 圧力レベル P 1 を達成するように構成されている。

30

【 0 0 4 3 】

加圧流体源 2 6 0 は、さらに、外圧レベル P 2 を管理するように構成されていてもよい。図 1 3 に示すように、上側加熱アセンブリ 3 6 は、第 2 可撓性層 2 5 4 の上に延在するシェル 2 6 2 を含んでもよく、これによって、当該シェル 2 6 2 と第 2 可撓性層 2 5 4 との間に外部チャンバ 2 6 4 を画定することができる。加圧流体源 2 6 0 は、さらに、外部チャンバ 2 6 4 と流体連通することにより、外圧レベル P 2 を達成してもよい。いくつかの例においては、第 1 圧力レベルは真空圧レベルであり、第 2 圧力レベルは、大気圧レベル以上である。

40

【 0 0 4 4 】

図 1 4 は、チャンバ 2 5 2、2 5 6、2 6 4 における圧力を制御することによってヒートブランケットを位置決めし、これによって、加熱装置 2 0 を用いて部品 2 1 を熱処理するための方法 4 0 0 を示すブロック図である。方法 4 0 0 は、ブロック 4 0 2 において、部品 2 1 を支持する加熱装置 2 0 のテーブル 4 0 と、第 1 可撓性層 2 5 0 との間に第 1 圧力チャンバ 2 5 2 を形成することにより、開始する。ブロック 4 0 4 において、第 1 可撓性層 2 5 0 と第 2 可撓性層 2 5 4 との間に第 2 圧力チャンバ 2 5 6 を形成し、当該第 2 可撓性層 2 5 4 は、第 1 可撓性層 2 5 0 とは反対側を向くとともに外圧レベル P 2 に曝露さ

50

れた外面 258 を有する。第 2 圧力チャンバ 256 には、ヒートブランケット 80 が配置される。ヒートブランケット 80 は、柔軟材料で形成されており、処理温度を達成するように構成されたブランケット誘導加熱回路を含む。このブランケット誘導加熱回路は、互いに平行に電気接続された複数のブランケット誘導コイル回路を含む。各ブランケット誘導コイル回路は、ブランケット導電体と、キュリー温度を有するスマートサセプタとを含む。ブロック 406 において、方法 400 は、第 1 圧力チャンバ 252 において、外圧レベルよりも低い第 1 圧力レベル P0 を維持するとともに、第 2 圧力チャンバ 256 において、第 1 圧力レベル P0 よりも高く、且つ、外圧レベル P2 よりも低い第 2 圧力レベル P1 を維持することを含む。

【0045】

本開示は、以下の付記による実施形態を含む。

【0046】

付記 1 . 部品 (21) を熱処理するための加熱装置 (20) であって、

熱伝導性材料で形成され、且つ、前記部品 (21) の第 1 面 (44) と係合するように構成されたテーブル面 (42) を有するテーブル (40) と、

前記テーブル (40) と熱結合するとともに、前記テーブル面 (42) において処理温度を達成するように構成されたテーブル誘導加熱回路 (52) と、を含み、前記テーブル誘導加熱回路 (52) は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路 (62) を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路 (62) の各々は、テーブル導電体 (70) と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタ (72) と、を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路 (62) は、

第 1 テーブル誘導コイル回路 (102b) と、第 2 テーブル誘導コイル回路 (102d) と、を含み、

前記第 1 テーブル誘導コイル回路 (102b) は、前記テーブル (40) における第 1 経路 (104) を辿っており、前記第 1 経路 (104) は、互いに離間した第 1 及び第 2 の端部セクション (104a, 104b) を含み、これらのセクションは中間セクション (104c) で繋がれており、前記第 1 テーブル誘導コイル回路は、第 1 テーブル誘導コイル長を有し、

前記第 2 テーブル誘導コイル回路 (102d) は、前記テーブル (40) における第 2 経路 (106) を辿っており、前記第 2 経路 (106) は、前記第 1 経路 (104) の前記第 1 端部セクションと前記第 2 端部セクション (104a, 104b) との間で少なくとも部分的に入れ子状になっており、前記第 2 テーブル誘導コイル回路は、前記第 1 テーブル誘導コイル長とは異なる第 2 テーブル誘導コイル長を有する、加熱装置。

【0047】

付記 2 . 前記第 1 テーブル誘導コイル回路 (102b) は、

前記第 1 経路 (104) に沿って第 1 方向に電流を流すように構成された第 1 セグメント (110) と、

前記第 1 セグメント (110) に隣接して配置されるとともに、前記第 1 経路 (104) に沿って第 2 方向に電流を流すように構成された第 2 セグメント (112) と、を含み、前記第 1 経路 (104) に沿った前記第 1 方向は、前記第 1 経路 (104) に沿った前記第 2 方向とは反対の方向であり、

前記第 1 テーブル誘導コイル回路 (102b) の前記第 1 セグメント (110) は、折り返し曲げ部 (114) において、前記第 1 テーブル誘導コイル回路 (102b) の前記第 2 セグメント (112) と繋がっており、

前記第 2 テーブル誘導コイル回路 (102d) は、

前記第 2 経路 (106) に沿って第 1 方向に電流を流すように構成された第 1 セグメント (116) と、

前記第 1 セグメント (116) に隣接して配置されるとともに、前記第 2 経路 (106) に沿って第 2 方向に電流を流すように構成された第 2 セグメント (118) と、を含み、前記第 2 経路 (106) に沿った前記第 1 方向は、前記第 2 経路 (106) に沿った

10

20

30

40

50

前記第 2 方向とは反対の方向であり、

前記第 2 テーブル誘導コイル回路 (1 0 2 d) の前記第 1 セグメント (1 1 6) は、折り返し曲げ部 (1 2 0) において、前記第 2 テーブル誘導コイル回路 (1 0 2 d) の前記第 2 セグメント (1 1 8) と繋がっている、付記 1 に記載の加熱装置 (2 0) 。

【 0 0 4 8 】

付記 3 . 前記複数のテーブル誘導コイル回路 (6 2) は、前記テーブル (4 0) における第 3 経路 (1 0 8) を辿る第 3 テーブル誘導コイル回路 (1 0 2 e) をさらに含み、前記第 3 経路 (1 0 8) もまた、前記第 1 経路 (1 0 4) の前記第 1 端部セクションと前記第 2 端部セクション (1 0 4 a , 1 0 4 b) との間で少なくとも部分的に入れ子状になっており、前記第 3 テーブル誘導コイル回路 (1 0 2 e) は、前記第 1 テーブル誘導コイル長及び前記第 2 テーブル誘導コイル長とは異なる第 3 テーブル誘導コイル長を有する、付記 1 又は 2 に記載の加熱装置 (2 0) 。

10

【 0 0 4 9 】

付記 4 . 前記第 2 経路 (1 0 6) は、互いに離間した第 1 及び第 2 の端部セクション (1 0 6 a , 1 0 6 b) を含み、これらのセクションは中間セクション (1 0 6 c) で繋がれている、付記 1 ~ 3 のいずれかに記載の加熱装置 (2 0) 。

【 0 0 5 0 】

付記 5 . 前記複数のテーブル誘導コイル回路 (6 2) は、前記テーブルにおける第 3 経路 (1 0 8) を辿る第 3 テーブル誘導コイル回路 (1 0 2 e) をさらに含み、前記第 3 経路 (1 0 8) は、前記第 2 経路 (1 0 6) の前記第 1 端部セクションと前記第 2 端部セクション (1 0 6 a , 1 0 6 b) との間で少なくとも部分的に入れ子状になっており、前記第 3 テーブル誘導コイル回路 (1 0 2 e) は、前記第 1 テーブル誘導コイル長及び前記第 2 テーブル誘導コイル長とは異なる第 3 テーブル誘導コイル長を有する付記 1 ~ 4 のいずれかに記載の加熱装置 (2 0) 。

20

【 0 0 5 1 】

付記 6 . 前記第 1 及び第 2 の経路 (1 0 4 , 1 0 6) は、直線的フック形状を有する、付記 1 ~ 5 のいずれかに記載の加熱装置 (2 0) 。

【 0 0 5 2 】

付記 7 . 前記第 1 及び第 2 のテーブル誘導コイル回路 (1 0 2 b , 1 0 2 d) は、共通の平面に配置されている、付記 1 ~ 6 のいずれかに記載の加熱装置 (2 0) 。

30

【 0 0 5 3 】

付記 8 . 前記複数のテーブル誘導コイル回路 (6 2) の各々の前記テーブル導電体 (7 0) は、リッツワイヤ構成を有する複数の導電ストランド (7 0 a) を含み、

前記複数のテーブル誘導コイル回路 (6 2) の各々の前記テーブルスマートサセプタ (7 2) は、前記テーブル導電体 (7 0) に対して螺旋状に巻き付けられている、付記 1 ~ 7 のいずれかに記載の加熱装置 (2 0) 。

【 0 0 5 4 】

付記 9 . 部品 (2 1) を熱処理するための加熱装置 (2 0) であって、

熱伝導性材料で形成され、且つ、前記部品 (2 1) の第 1 面 (4 4) と係合するように構成されたテーブル面 (4 2) を有するテーブル (4 0) と、

40

前記テーブル (4 0) に熱結合するとともに、前記テーブル面 (4 2) において処理温度を達成するように構成されたテーブル誘導加熱回路 (1 2 1) と、を含み、前記テーブル誘導加熱回路 (1 2 1) は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路 (1 2 2 , 1 2 4) を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路 (1 2 2 , 1 2 4) の各々は、テーブル導電体 (7 0) と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタ (7 2) と、を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路 (1 2 2 , 1 2 4) は、

第 1 テーブル誘導コイル回路 (1 2 2) と、第 2 テーブル誘導コイル回路 (1 2 4) と、を含み、

前記第 1 テーブル誘導コイル回路 (1 2 2) は、互いに離間した第 1 及び第 2 の端部セグメント (1 2 2 a , 1 2 2 b) を有し、これらの端部セグメントは中間セグメント (

50

1 2 2 c) で繋がれており、前記第 1 テーブル誘導コイル回路は、第 1 テーブル誘導コイル長を有し、

前記第 2 テーブル誘導コイル回路 (1 2 4) は、互いに離間した第 1 及び第 2 の端部セグメント (1 2 4 a , 1 2 4 b) を有し、これらの端部セグメントは中間セグメント (1 2 4 c) で繋がれており、前記第 2 テーブル誘導コイル回路は、前記第 1 テーブル誘導コイル長と実質的に等しい第 2 テーブル誘導コイル長を有し、

前記第 2 テーブル誘導コイル回路 (1 2 4) の前記中間セグメント (1 2 4 c) は、前記第 1 テーブル誘導コイル回路 (1 2 2) の前記中間セグメント (1 2 2 c) と重なっている、加熱装置。

【 0 0 5 5 】

付記 1 0 . 前記第 1 テーブル誘導コイル回路 (1 2 2) の前記中間セグメント (1 2 2 c) は、頂点 (1 2 2 d) で繋がる第 1 及び第 2 のセクションを含み、前記第 2 テーブル誘導コイル回路 (1 2 4) の前記中間セグメント (1 2 4 c) は、頂点 (1 2 4 d) で繋がる第 1 及び第 2 のセクションを含み、前記第 1 テーブル誘導コイル回路 (1 2 2) の前記中間セグメント (1 2 2 c) の前記第 2 セクションは、前記第 2 テーブル誘導コイル回路 (1 2 4) の前記中間セグメント (1 2 4 c) の前記第 1 セクションと重なっている、付記 9 に記載の加熱装置 (2 0) 。

【 0 0 5 6 】

付記 1 1 . 前記第 1 テーブル誘導コイル回路 (1 2 2) の前記第 1 及び第 2 の端部セグメント (1 2 2 a , 1 2 2 b) は、実質的に平行であって、且つ、第 1 横距離だけ離間しており、前記第 2 テーブル誘導コイル回路 (1 2 4) の前記第 1 及び第 2 の端部セグメント (1 2 4 a , 1 2 4 b) は、実質的に平行であって、且つ、第 2 横距離だけ離間しており、前記第 1 横距離は、前記第 2 横距離と実質的に等しい、付記 9 又は 1 0 に記載の加熱装置 (2 0) 。

【 0 0 5 7 】

付記 1 2 . 前記複数のテーブル誘導コイル回路 (1 2 2) は、第 3 テーブル誘導コイル回路 (1 2 6) をさらに含み、当該第 3 テーブル誘導コイル回路は、互いに離間した第 1 及び第 2 の端部セグメント (1 2 6 a , 1 2 6 b) を含み、これらのセグメントは、中間セグメント (1 2 6 c) で繋がれており、前記第 3 テーブル誘導コイル回路 (1 2 6) は、前記第 1 及び第 2 の第 2 テーブル誘導コイル長と実質的に等しい第 3 テーブル誘導コイル長を有し、前記第 3 テーブル誘導コイル回路 (1 2 6) の前記中間セグメント (1 2 6) は、前記第 1 及び第 2 のテーブル誘導コイル回路 (1 2 2 , 1 2 4) の前記中間セグメント (1 2 2 c , 1 2 4 c) に重なっている、付記 9 ~ 1 1 のいずれかに記載の加熱装置 (2 0) 。

【 0 0 5 8 】

付記 1 3 . 前記複数のテーブル誘導コイル回路 (1 2 2 , 1 2 4) の各々の前記テーブル導電体 (7 0) は、リッツワイヤ構成を有する複数の導電ストランド (7 0 a) を含み、

前記複数のテーブル誘導コイル回路 (1 2 2 , 1 2 4) の各々の前記テーブルスマートサセプタ (7 2) は、前記テーブル導電体 (7 0) に対して螺旋状に巻き付けられている、付記 9 ~ 1 2 のいずれかに記載の加熱装置 (2 0) 。

【 0 0 5 9 】

付記 1 4 . 前記第 1 及び第 2 のテーブル誘導コイル (1 2 2 , 1 2 4) の前記中間セグメント (1 2 2 c , 1 2 4 c) 間に設けられた絶縁層 (1 2 8) をさらに含む、付記 9 ~ 1 3 のいずれかに記載の加熱装置 (2 0) 。

【 0 0 6 0 】

付記 1 5 . 部品 (2 1) を熱処理するための加熱装置 (2 0) であって、

熱伝導性材料で形成され、且つ、前記部品 (2 1) の第 1 面 (4 4) と係合するように構成されたテーブル面 (4 2) を有するテーブル (4 0) と、

前記テーブル (4 0) に熱結合するとともに、前記テーブル面 (4 2) において処理温

10

20

30

40

50

度を達成するように構成されたテーブル誘導加熱回路（５２又は１２１）と、を含み、前記テーブル誘導加熱回路（５２又は１２１）は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路（６２又は１２２，１２４）を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路（６２又は１２２，１２４）の各々は、テーブル導電体（７０）と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタ（７２）と、を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路（６２又は１２２，１２４）は、第１テーブル誘導コイル回路（１０２ｄ又は１２２）と、第２テーブル誘導コイル回路（１０２ｂ又は１２４）と、を含み、

前記第１テーブル誘導コイル回路は、互いに実質的に平行に延びる複数の第１テーブル誘導コイル回路セグメントを含み、前記複数の第１テーブル誘導コイル回路セグメントは、第１対のセグメントと、当該第１対のセグメントから離間した第２対のセグメントと、を少なくとも含み、前記第１テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第１対のセグメントは、互いに直接隣接して配置されるとともに、互いに反対の方向に電流を流すように構成されており、前記第１テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第２対のセグメントは、互いに直接隣接して配置されるとともに、互いに反対の方向に電流を流すように構成されており、

前記第２テーブル誘導コイル回路は、互いに実質的に平行に延びる複数の第２テーブル誘導コイル回路セグメントを含み、前記複数の第２テーブル誘導コイル回路セグメントは、第１対のセグメントと、当該第１対のセグメントから離間した第２対のセグメントと、を少なくとも含み、前記第２テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第１対のセグメントは、互いに直接隣接して配置されるとともに、互いに反対の方向に電流を流すように構成されており、前記第２テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第２対のセグメントは、互いに直接隣接して配置されるとともに、互いに反対の方向に電流を流すように構成されている、加熱装置。

【００６１】

付記１６．前記第１テーブル誘導コイル回路セグメントにおける前記第１対のセグメントは、第１折り返し曲げ部（１１４）で繋がっており、前記第２テーブル誘導コイル回路における前記第２対のセグメントは、第２折り返し曲げ部（１２０）で繋がっている、付記１５に記載の加熱装置（２０）。

【００６２】

付記１７．前記第１テーブル誘導コイル回路（１０２ｄ）は、少なくとも部分的に前記第２テーブル誘導コイル回路（１０２ｂ）内に入れ子状になっている、付記１５又は１６に記載の加熱装置（２０）。

【００６３】

付記１８．前記第１及び第２のテーブル誘導コイル回路（１０２ｄ，１０２ｂ）は、共通の平面に配置されている、付記１５～１７のいずれかに記載の加熱装置（２０）。

【００６４】

付記１９．前記第１テーブル誘導コイル回路（１２２）は、第１中間セクション（１２２ｃ）を有し、前記第２テーブル誘導コイル回路（１２４）は、前記第１中間セクション（１２２ｃ）と重なる第２中間セクション（１２４ｃ）を含む、付記１５～１８のいずれかに記載の加熱装置（２０）。

【００６５】

付記２０．前記複数のテーブル誘導コイル回路（６２又は１２２，１２４）の各々の前記テーブル導電体（７０）は、リッツワイヤ構成を有する複数の導電ストランド（７０ａ）を含み、

前記複数のテーブル誘導コイル回路（１２２，１２４）の各々の前記テーブルスマートサセプタ（７２）は、前記テーブル導電体（７０）に対して螺旋状に巻き付けられている、付記１５～１９のいずれかに記載の加熱装置（２０）。

【００６６】

付記２１．部品（２１）を熱処理するための加熱装置（２０）であって、

下側加熱アセンブリ（３４）と、上側加熱アセンブリ（３６）と、ツール（１３０）と

10

20

30

40

50

、を含み、

前記下側加熱アセンブリ(34)は、

熱伝導性材料で形成され、且つ、テーブル面(42)を有するテーブル(40)と、

前記テーブル(40)と熱結合するとともに、前記テーブル面(42)において処理温度を達成するように構成されたテーブル誘導加熱回路(52)と、を含み、前記テーブル誘導加熱回路(52)は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路(62)を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路(62)の各々は、テーブル導電体(70)と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタ(72)と、を含み、

前記上側加熱アセンブリ(36)は、前記下側加熱アセンブリ(34)に対して移動することができ、前記上側加熱アセンブリは、

加熱面(82)を有するヒートブランケット(80)を含み、前記ヒートブランケット(80)は、柔軟材料で形成されるとともに、前記ヒートブランケット(80)の前記加熱面(82)で前記処理温度を達成するように構成されたブランケット誘導加熱回路(86)を含み、前記ブランケット誘導加熱回路(86)は、互いに平行に電気接続された複数のブランケット誘導コイル回路(102)を含み、前記複数のブランケット誘導コイル回路(102)の各々は、ブランケット導電体(70)と、キュリー温度を有するブランケットスマートサセプタ(72)と、を含み、

前記ツール(130)は、熱伝導性材料で形成されており、前記ツールは、前記テーブル(40)の前記テーブル面(42)と係合するように構成されたベース面(132)と、前記ベース面(132)の反対側のツール面(134)と、を含み、前記ツール面(134)は、非平面の輪郭形状を有しており、

前記ツール(130)の前記ツール面(134)は、前記部品(21)の第1面(44)と係合するように構成されており、前記ヒートブランケット(80)の前記加熱面(82)は、前記部品(21)の前記第1面(44)の反対側の面である前記部品(21)の第2面(84)と係合するように構成されている、加熱装置。

【0067】

付記22．前記ツール面(134)の前記輪郭形状は、凹部(136)を含む、付記21に記載の加熱装置(20)。

【0068】

付記23．前記ツール面(134)の前記凹部(136)に挿入可能に構成された充填部(140)をさらに含む、付記21又は22に記載の加熱装置(20)。

【0069】

付記24．前記ツール面(134)の前記輪郭形状は、前記テーブル面(42)に隣接する第1端(146)から、前記テーブル面(42)に対して離間する第2端(148)まで延びる側壁(142)を含み、前記加熱装置(20)は、サイドダム(144)をさらに含む、前記サイドダムは、ベース面と、側面と、傾斜面とを有し、前記ベース面は、前記テーブル(40)の前記テーブル面(42)と係合し、前記側面は、前記ツール(130)の前記ツール面(134)の前記側壁(142)と協働し、前記傾斜面は、前記ベース面と前記側面との間に延びており、前記ベース面と前記傾斜面との間の傾斜角は、鋭角である、付記21～23のいずれかに記載の加熱装置(20)。

【0070】

付記25．前記ツール面(134)の前記輪郭形状は、凸部(156)を含む、付記21～24のいずれかに記載の加熱装置(20)。

【0071】

付記26．前記複数のテーブル誘導コイル回路(62)の各々の前記テーブル導電体(70)、及び、前記複数のブランケット誘導コイル回路(102)の各々の前記ブランケット導電体(70)は、リッツワイヤ構成を有する複数の導電ストランド(70a)を含み、

前記複数のテーブル誘導コイル回路(62)の各々の前記テーブルスマートサセプタ(72)、及び、前記複数のブランケット誘導コイル回路(102)の各々の前記ブランケ

10

20

30

40

50

ットスマートサセプタ(72)は、前記テーブル導電体(70)、及び、前記ブランケット導電体(70)のそれぞれに対して螺旋状に巻き付けられたスマートサセプタ(72)である、付記21~25のいずれかに記載の加熱装置(20)。

【0072】

付記27.前記上側加熱アセンブリ(36)は、前記下側加熱アセンブリ(34)に枢動可能に接続される、付記21~26のいずれかに記載の加熱装置(20)。

【0073】

付記28.前記上側加熱アセンブリ(36)は、

第1可撓性層(250)と、第2可撓性層(254)とをさらに含み、

前記第1可撓性層(250)は、前記テーブル(40)の上に延在して、前記テーブル(40)と前記第1可撓性層との間に第1圧力チャンバ(252)を形成しており、前記第1圧力チャンバ(252)は、前記部品(21)を収容する大きさであって、第1圧力レベルを有しており、

前記第2可撓性層(254)は、前記第1可撓性層(250)の上に延在して、前記第1可撓性層(250)と前記第2可撓性層との間に第2圧力チャンバ(256)を形成し、前記ヒートブランケット(80)は、前記第2圧力チャンバ(256)に設けられており、前記第2可撓性層(254)は、外面(258)を有し、当該外面は、前記第1可撓性層(250)とは反対側を向くとともに、外圧レベルに曝露されており、前記第2圧力チャンバ(256)は、前記第1圧力レベルよりも高く、且つ、前記外圧レベルよりも低い第2圧力レベルを有する、付記21~27のいずれかに記載の加熱装置(20)。

【0074】

付記29.前記第1圧力チャンバ(252)及び前記第2圧力チャンバ(256)は、加圧流体源(260)と流体連通しており、前記加圧流体源は、前記第1圧力チャンバ(252)において第1圧力レベルを達成し、前記第2圧力チャンバ(256)においては第2圧力レベルを達成するように構成されている、付記21~28のいずれかに記載の加熱装置(20)。

【0075】

付記30.前記第1圧力レベルは、真空圧力レベルである、付記21~29のいずれかに記載の加熱装置(20)。

【0076】

付記31.部品(21)を熱処理するための加熱装置(20)であって、

下側加熱アセンブリ(34)と、上側加熱アセンブリ(36)と、ツール(130)とを含み、

前記下側加熱アセンブリ(34)は、

熱伝導性材料で形成され、且つ、テーブル面(42)を有するテーブル(40)と、

前記テーブル(40)と熱結合するとともに、前記テーブル面(42)において処理温度を達成するように構成されたテーブル誘導加熱回路(52)と、を含み、前記テーブル誘導加熱回路(52)は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路(62)を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路(62)の各々は、テーブル導電体(70)と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタ(72)と、を含み、

前記上側加熱アセンブリ(36)は、前記下側加熱アセンブリ(34)に対して移動することができ、前記上側加熱アセンブリは、

第1可撓性層(250)と、第2可撓性層(254)と、ヒートブランケット(80)と、を含み、

前記第1可撓性層(250)は、前記テーブル(40)の上に延在して、前記テーブル(40)と前記第1可撓性層との間に第1圧力チャンバ(252)を形成しており、前記第1圧力チャンバ(252)は、前記部品(21)を収容する大きさであって、第1圧力レベルを有しており、

前記第2可撓性層(254)は、前記第1可撓性層(250)の上に延在して、前記第1可撓性層(250)と前記第2可撓性層との間に第2圧力チャンバ(256)を形成

10

20

30

40

50

し、前記第2可撓性層(254)は、外面(258)を有し、当該外面は、前記第1可撓性層(250)とは反対側を向くとともに、外圧レベルに曝露されており、前記第2圧力チャンバ(256)は、前記第1圧力レベルよりも高く、且つ、前記外圧レベルよりも低い第2圧力レベルを有しており、

前記ヒートブランケット(80)は、前記第2圧力チャンバ(256)に設けられるとともに、加熱面(82)を有し、且つ、柔軟材料で形成されており、

前記ツール(130)は、熱伝導性材料で形成されており、前記ツールは、前記テーブル(40)の前記テーブル面(42)と係合するように構成されたベース面(132)と、前記ベース面(132)の反対側のツール面(134)と、を含み、前記ツール面(134)は、非平面の輪郭形状を有しており、

前記ツール(130)の前記ツール面(134)は、前記部品(21)の第1面(44)と係合するように構成されており、前記ヒートブランケット(80)の前記加熱面(82)は、前記部品(21)の前記第1面(44)の反対側の面である前記部品(21)の第2面(84)と係合するように構成されている、加熱装置。

【0077】

付記32．前記ヒートブランケット(80)は、当該ヒートブランケット(80)の前記加熱面(82)で前記処理温度を達成するように構成されたブランケット誘導加熱回路(86)を含み、前記ブランケット誘導加熱回路(86)は、互いに平行に電気接続された複数のブランケット誘導コイル回路(102)を含み、前記複数のブランケット誘導コイル回路(102)の各々は、ブランケット導電体(70)と、キュリー温度を有するブランケットスマートサセプタ(72)とを含む、付記31に記載の加熱装置(20)。

【0078】

付記33．前記ツール面(134)の前記輪郭形状は、凹部(136)を含む、付記31又は32に記載の加熱装置(20)。

【0079】

付記34．前記ツール面(134)の前記凹部(136)に挿入可能に構成された充填部(140)をさらに含む、付記31～33のいずれかに記載の加熱装置(20)。

【0080】

付記35．前記ツール面(134)の前記輪郭形状は、前記テーブル面(42)に隣接する第1端(146)から、前記テーブル面(42)に対して離間する第2端(148)まで延びる側壁(142)を含み、前記加熱装置(20)は、サイドダム(144)をさらに含み、前記サイドダムは、ベース面と、側面と、傾斜面とを有し、前記ベース面は、前記テーブル(40)の前記テーブル面(42)と係合し、前記側面は、前記ツール(130)の前記ツール面(134)の前記側壁(142)と協働し、前記傾斜面は、前記ベース面と前記側面との間に延びており、前記ベース面と前記傾斜面との間の傾斜角は、鋭角である、付記31～34のいずれかに記載の加熱装置(20)。

【0081】

付記36．前記ツール面(134)の前記輪郭形状は、凸部(156)を含む、付記31～35のいずれかに記載の加熱装置(20)。

【0082】

付記37．非平面形状になるように部品(21)を熱処理するための方法(300)であって、

熱伝導性材料で形成され、且つ、テーブル面(42)を有するテーブル(40)を用意し(302)、

前記テーブル面(42)にツール(130)を配置し(304)、その際、前記ツール(130)は、熱伝導性材料で形成され、且つ、前記テーブル(40)の前記テーブル面(42)と係合するように構成されたベース面(132)と、前記ベース面(132)の反対側のツール面(134)と、を有し、前記ツール面(134)は、非平面の輪郭形状を有するようにし、

前記部品(21)の第1面(44)が少なくとも前記ツール面(134)と係合するよ

10

20

30

40

50

うに前記部品(21)を配置し(306)、

前記部品(21)の前記第1面(44)とは反対側の面である、前記部品(21)の第2面(84)の上にヒートブランケット(80)を配置し(308)、

前記部品(21)が、前記ツール(130)の前記ツール面(134)に少なくとも部分的に一致するまで、前記ツール面(134)及び前記ヒートブランケット(80)を処理温度に加熱する(310)、方法(300)。

【0083】

付記38．前記テーブル(40)には、テーブル誘導加熱回路(52)が熱結合されており、当該テーブル誘導加熱回路は、前記テーブル面(42)において前記処理温度を達成するように構成されており、

前記ヒートブランケット(80)は、当該ヒートブランケット(80)の加熱面(82)で前記処理温度を達成するように構成されたブランケット誘導加熱回路(86)を含み、

前記テーブル面(42)及び前記ヒートブランケット(80)を前記処理温度に加熱することは、前記テーブル面(42)及び前記ヒートブランケット(80)を誘導加熱することを含む、付記37に記載の方法(300)。

【0084】

付記39．前記ツール面(134)の前記輪郭形状は、凹部(136)を含む、付記37又は38に記載の方法(300)。

【0085】

付記40．前記ツール面(134)の前記輪郭形状は、凸部(156)を含む、付記37～39のいずれかに記載の方法(300)。

【0086】

付記41．部品(21)を熱処理するための加熱装置(20)であって、

テーブル(40)と、テーブル誘導加熱回路(52)と、熱管理システム(160)と、を含み、

前記テーブルは、熱伝導性材料で形成され、且つ、前記部品(21)の第1面(44)に対向するように配向されたテーブル面(42)及び当該テーブル面(42)とは反対側の裏面(46)を有しており、

前記テーブル誘導加熱回路は、前記テーブル(40)と熱結合するとともに、前記テーブル面(42)において処理温度を達成するように構成されており、前記テーブル誘導加熱回路は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路(62)を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路(62)の各々は、テーブル導電体(70)と、キュリー温度を有するテーブルスマートサセプタ(72)と、を含み、

前記熱管理システムは、前記テーブル(40)の前記裏面(46)に接続されており、前記熱管理システムは、

内部空間(167)を画定するチャンバ(166)と、

前記チャンバ(166)内に設けられた少なくとも1つの冷却フィン(168)と、

前記チャンバ(166)を貫通するとともに、前記内部空間(167)と流体連通する入口(170)と、

前記チャンバ(166)と貫通するとともに、前記内部空間(167)と流体連通する出口(172)と、を含む、加熱装置。

【0087】

付記42．前記入口(170)と流体連通するとともに、前記内部空間(167)を通過する空気流を生成するように選択的に動作可能な空気源(174)をさらに含む、付記41に記載の加熱装置(20)。

【0088】

付記43．前記熱管理システム(160)は、前記空気流が前記チャンバ(166)を通過することが防止される絶縁モードと、前記空気流が前記チャンバ(166)を通過することが許可される冷却モードとの間で選択的に動作可能である、付記41又は42に記

10

20

30

40

50

載の加熱装置（20）。

【0089】

付記44．前記空気源（174）は、異なる流速の空気流を生成するように構成された可変速度空気源である、付記41～43のいずれかに記載の加熱装置（20）。

【0090】

付記45．前記少なくとも1つの冷却フィン（168）は、前記入口（170）側に位置する上流端（176）と、前記出口（172）側に位置する下流端（178）と、を有し、前記少なくとも1つの冷却フィン（168）の断面積は、前記上流端（176）側ではより小さく、前記下流端（178）側ではより大きい、付記41～44のいずれかに記載の加熱装置（20）。

10

【0091】

付記46．前記少なくとも1つの冷却フィン（168）は、前記テーブル（40）の前記裏面（46）の全体に横方向に離間して設けられた4つの冷却フィン（168）を含む、付記41～45のいずれかに記載の加熱装置（20）。

【0092】

付記47．さらに、3つのハブ（200）と、支持アセンブリ（32）と、を含み、前記3つのハブは、前記テーブル（40）の前記裏面（46）に接続されるとともに、互いに間隔を空けて配置されており、前記3つのハブの各々は、軸部（202）を含み、前記支持アセンブリは、前記ハブ（200）に接続されるとともに、フレーム（204）と、3つのアダプタ（220）と、を含み、

20

前記フレームは、相互接続された複数のトラス（206）を含むとともに、上端断面領域の周囲に延びる上端境界（210）を画定する上端（208）と、下端断面領域の周囲に延びる下端境界（214）を画定する下端（212）と、を有し、前記下端断面領域は前記上端断面領域よりも小さく、

前記3つのアダプタは、前記フレーム（204）の前記上端（208）に接続しており、前記3つのアダプタの各々は、関連するハブ（200）との位置合わせのために配置されており、当該ハブ（200）の前記軸部（202）を受容する大きさのソケット（222）を備えている、付記41～46のいずれかに記載の加熱装置（20）。

【0093】

付記48．相互接続された前記複数のトラス（206）の各々は、複合管である、付記41～47のいずれかに記載の加熱装置（20）。

30

【0094】

付記49．前記テーブル（40）の前記裏面（46）は、前記テーブル（40）を部分的に貫通して前記テーブル面（42）に向かって延びる溝（54）を有し、前記テーブル誘導加熱回路（52）は、前記溝（54）の内部に設けられている、付記41～48のいずれかに記載の加熱装置（20）。

【0095】

付記50．前記テーブル（40）の裏面（46）に接続されるとともに、前記溝（54）を閉じて前記テーブル誘導加熱回路（52）を包囲するように寸法が設定されたカバー（56）をさらに含む、付記41～49のいずれかに記載の加熱装置（20）。

40

【0096】

付記51．各テーブル導電体（70）は、リッツワイヤ構成を有する複数の導電ストランド（70a）を含み、

各テーブルスマートサセプタ（72）は、それぞれのテーブル導電体（70）に対して螺旋状に巻き付けられている、付記41～50のいずれかに記載の加熱装置（20）。

【0097】

付記52．加熱装置（20）を使用して少なくとも1つの部品（21）を熱処理するための方法（180）であって、

前記加熱装置（20）におけるテーブル（40）のテーブル面（42）に第1部品（21）を載置し（182）、

50

前記加熱装置(20)を備えるテーブル誘導加熱回路(52)を使用して、前記テーブル面(42)を処理温度まで加熱し(183)、その際、前記テーブル誘導加熱回路(52)は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路(62)を含むようにするとともに、前記複数のテーブル誘導コイル回路(62)の各々は、テーブル導電体(70)と、キュリー温度を有するテーブルスマートセプタ(72)と、を含むようにし、

前記加熱装置(20)を備えた熱管理システム(160)を絶縁モードで動作させて、前記第1部品(21)が熱処理されるまで前記テーブル面(42)を処理温度に維持し(184)、

前記熱管理システム(160)を冷却モードで動作させて、前記テーブル面(42)を冷却して当該テーブル面の温度を下げる、方法。

10

【0098】

付記53．前記熱管理システム(160)は、前記テーブル(40)の裏面(46)と接続するとともに、内部空間(167)を画定するチャンバ(166)と、前記内部空間(167)と流体連通するとともに、前記チャンバ(166)を通過する空気流を生成するように選択的に動作可能な空気源(174)と、を含み、

前記絶縁モードで前記熱管理システム(160)を動作させること(184)は、前記空気源(174)が、前記チャンバ(166)を通過する前記空気流を生成するのを防止することを含み、

前記冷却モードで前記熱管理システム(160)を動作させること(185)は、前記空気源(174)が、前記チャンバ(166)を通過する前記空気流を生成するのを許可することを含む、付記52に記載の方法(180)。

20

【0099】

付記54．前記熱管理システム(160)は、前記チャンバ(166)内に接続及び配置された少なくとも1つの冷却フィン(168)をさらに含む、付記52又は53に記載の方法(180)。

【0100】

付記55．前記少なくとも1つの冷却フィン(168)は、上流端(176)と、下流端(178)とを有し、前記少なくとも1つの冷却フィン(168)の断面積は、前記上流端(176)側ではより小さく、前記下流端(178)側ではより大きい、付記52～54のいずれかに記載の方法(180)。

30

【0101】

付記56．前記加熱装置(20)の前記テーブル面(42)から前記第1部品(21)を取り外し(186)、

前記加熱装置(20)における前記テーブル面(42)に第2部品(21)を載置し(187)、

前記テーブル誘導加熱回路(52)を用いて、前記テーブル面(42)を前記処理温度まで加熱し(188)、

前記熱管理システム(160)を前記絶縁モードで動作させて、前記第2部品(21)が硬化されるまで前記テーブル面(42)を前記処理温度に維持し(189)、

40

前記熱管理システム(160)を前記冷却モードで動作させて、前記テーブル面(42)を冷却して当該テーブル面の温度を下げる(190)、ことをさらに含む、付記52～55のいずれかに記載の方法(180)。

【0102】

付記57．部品(21)を熱処理するための加熱装置(20)であって、

テーブル(40)と、テーブル誘導加熱回路(52)と、熱管理システム(160)と、3つのハブ(200)と、支持アセンブリ(32)と、を含み、

前記テーブルは、熱伝導性材料で形成され、且つ、前記部品(21)の第1面(44)に対向するように配向されたテーブル面(42)及び当該テーブル面(42)とは反対側の裏面(46)を有しており、前記テーブルの前記裏面(46)は、前記テーブル面(4

50

2) に向かって前記テーブル(40)内を部分的に延びる溝(54)を有し、

前記テーブル誘導加熱回路は、前記テーブル(40)の前記裏面(46)に形成された前記溝(54)に設けられるとともに、前記テーブル面(42)において処理温度を達成するように構成されており、前記テーブル誘導加熱回路は、互いに並列に電気接続された複数のテーブル誘導コイル回路(62)を含み、前記複数のテーブル誘導コイル回路(62)の各々は、テーブル導電体(70)と、キュリー温度を有するテーブルスマートセラミクス(72)と、を含み、

前記熱管理システムは、前記テーブル(40)の前記裏面(46)に接続されており、前記熱管理システムは、

内部空間(167)を画定するチャンバ(166)と、

前記チャンバ(166)内に設けられた少なくとも1つの冷却フィン(168)と、

前記チャンバ(166)内に貫通するとともに、前記内部空間(167)と流体連通する入口(170)と、

前記チャンバ(166)外に貫通するとともに、前記内部空間(167)と流体連通する出口(172)と、を含み、

前記3つのハブは、前記テーブル(40)の前記裏面(46)に接続されるとともに、互いに間隔を空けて配置されており、前記3つのハブの各々は、軸部(202)を含み、

前記支持アセンブリは、前記ハブ(200)に接続されるとともに、フレーム(204)と、3つのアダプタ(220)と、を含み、

前記フレームは、相互接続された複数のトラス(206)を含むとともに、上端断面領域の周囲に延びる上端境界(210)を画定する上端(208)と、下端断面領域の周囲に延びる下端境界(214)を画定する下端(212)と、を有し、前記下端断面領域は前記上端断面領域よりも小さく、

前記3つのアダプタは、前記フレーム(204)の前記上端(208)に接続しており、前記3つのアダプタの各々は、関連するハブ(200)との位置合わせのために配置されており、当該ハブ(200)の前記軸部(202)を受容する大きさのソケット(222)を備えている、加熱装置。

【0103】

付記58. 前記入口(170)と流体連通するとともに、前記チャンバ(166)を通過する空気流を生成するように選択的に動作可能な空気源(174)をさらに含む、付記57に記載の加熱装置(20)。

【0104】

付記59. 前記熱管理システム(160)は、前記空気流が前記チャンバ(166)を通過することが防止される絶縁モードと、前記空気流が前記チャンバ(166)を通過することが許可される冷却モードとの間で選択的に動作可能である、付記57又は58に記載の加熱装置(20)。

【0105】

付記60. 前記少なくとも1つの冷却フィン(168)は、前記入口(170)側に位置する上流端(176)と、前記出口(172)側に位置する下流端(178)と、を有し、前記少なくとも1つの冷却フィン(168)の断面積は、前記上流端(176)側ではより小さく、前記下流端(178)側ではより大きい、付記57~59のいずれかに記載の加熱装置(20)。

【0106】

本明細書で説明した全ての方法は、本書で特に明記されている場合や、文脈から明らかに矛盾している場合を除いては、任意の適切な順序で実行することができる。本書で用いられる全ての例や例示的な用語(例えば、「等」)は、本開示の要旨を明確にすることを目的としており、請求の範囲を限定するものではない。本書において、例示的な実施形態の本質又は利点に関する記載は全て限定を意図するものではなく、添付の請求の範囲は、このような記載によって限定されるものではない。より一般的には、本書における文言は、特許請求された構成要素の実施に必須の特許請求されない要素を示すと解釈されるべき

10

20

30

40

50

でない。請求の範囲は、適用法によって認められているように、本書に記載の構成要素の全ての改変例及び均等物を含む。さらに、上記要素の全ての改変例におけるこれら要素の組合せは、本書で特に明記されている場合や文脈から明らかに矛盾している場合を除いては、全て特許請求の範囲に含まれるものとする。これに加えて、様々な実施形態の態様は互いに組み合わせたり、置き換えたりすることが可能である。さらに、本書における引例又は特許についての説明は、「先行」と記載されている場合であっても、このような引例又は特許が本開示に対する先行技術として利用可能であると認めるものではない。

【 図 1 】

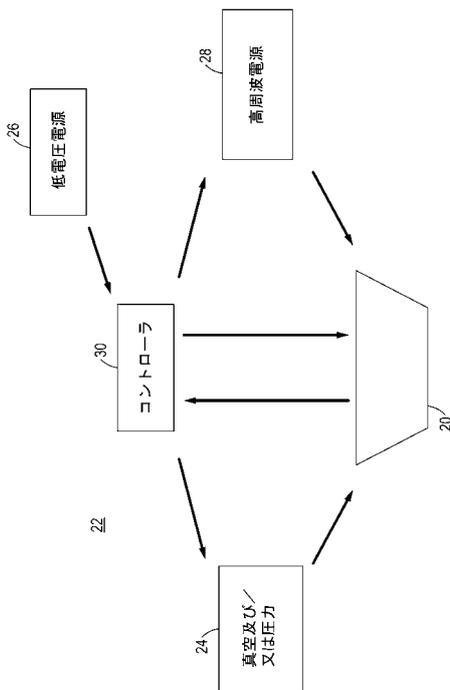


FIG. 1

【 図 2 】

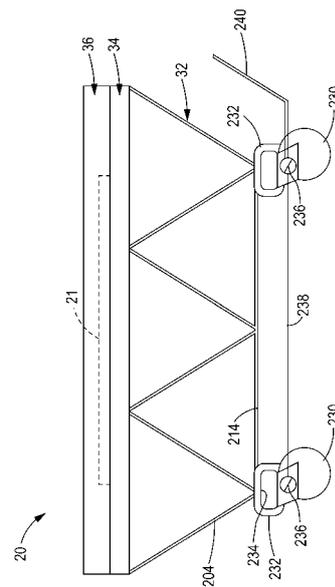


FIG. 2

【 図 3 】

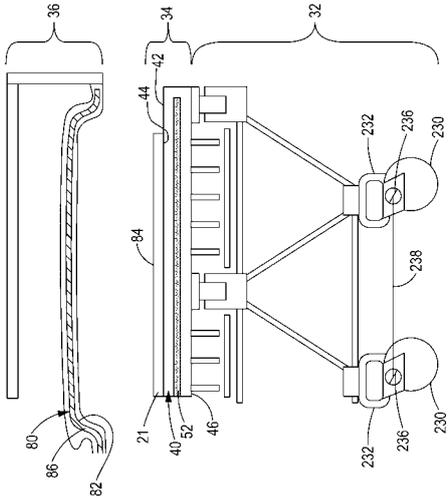


FIG. 3

【 図 4 】

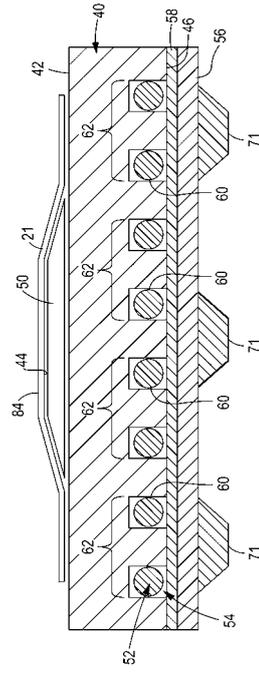


FIG. 4

【 図 5 】

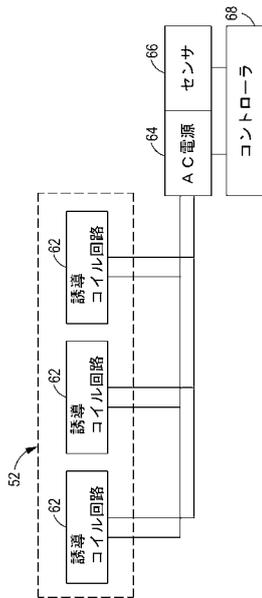


FIG. 5

【 図 6 】

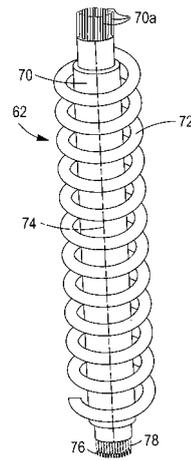


FIG. 6

【 図 9 B 】

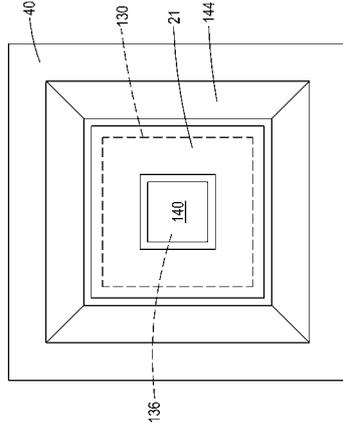


FIG. 9B

【 図 9 C 】

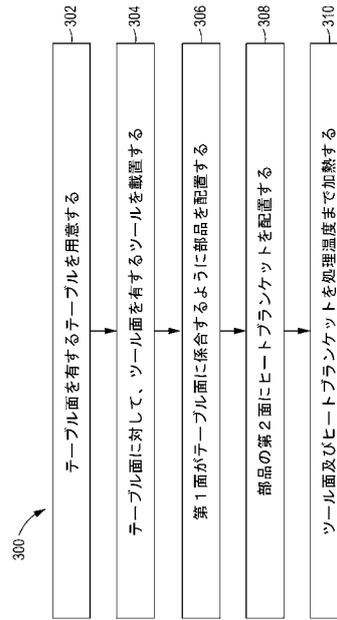


FIG. 9C

【 図 10 A 】

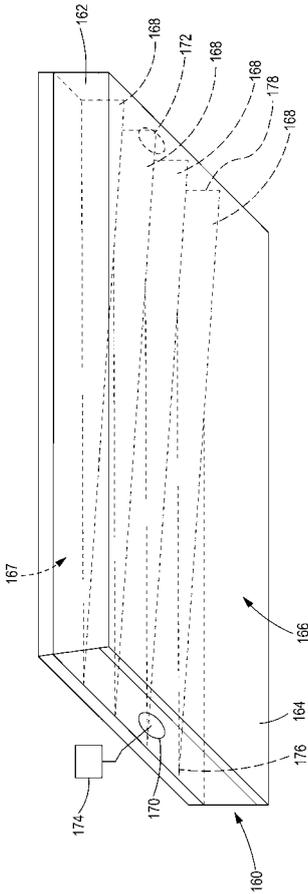


FIG. 10A

【 図 10 B 】

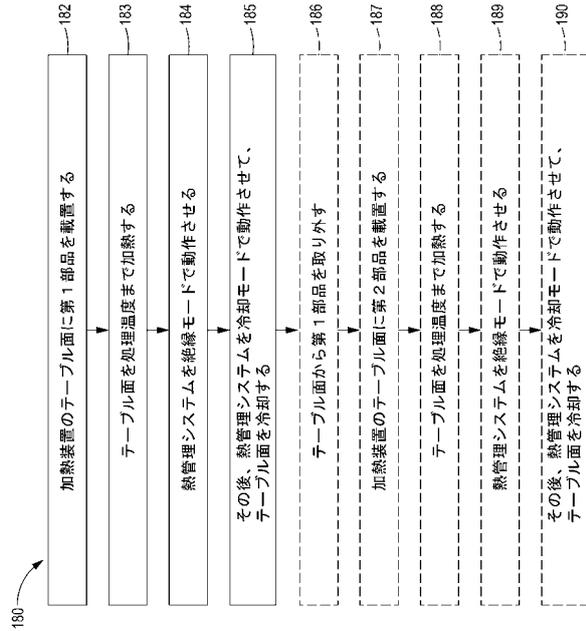


FIG. 10B

【 図 1 1 A 】

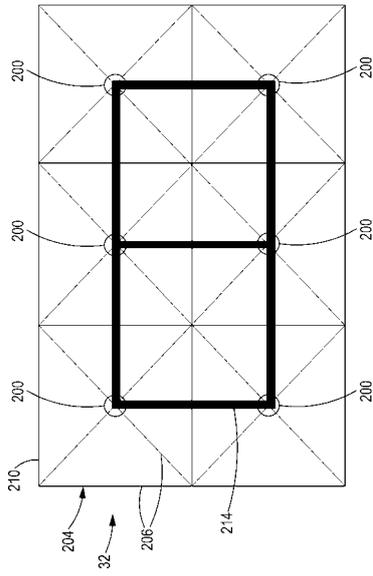


FIG. 11A

【 図 1 1 B 】

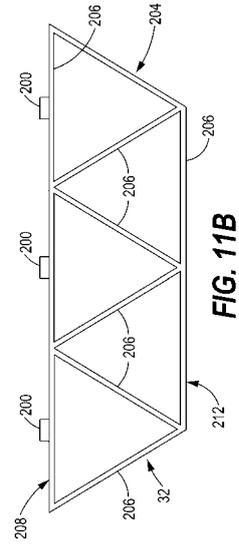


FIG. 11B

【 図 1 1 C 】

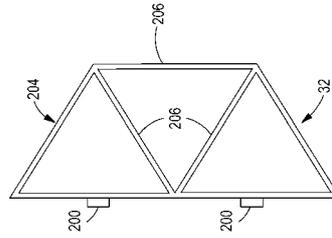


FIG. 11C

【 図 1 2 】

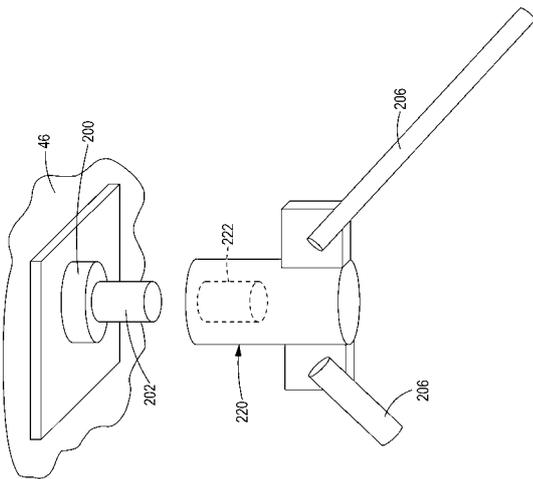


FIG. 12

【 図 1 3 】

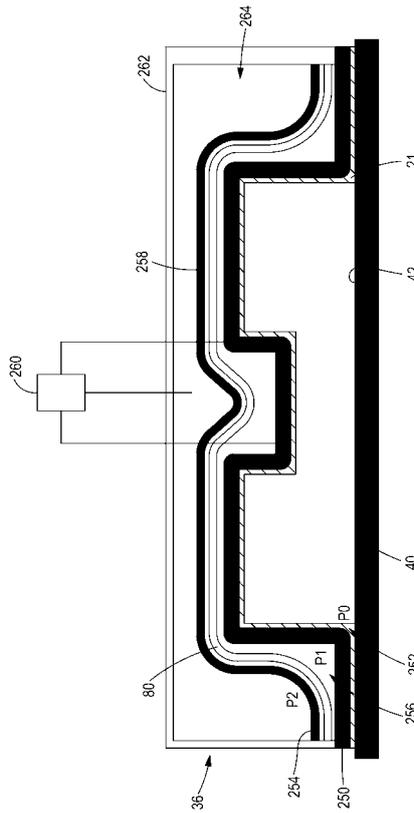


FIG. 13

【 図 1 4 】

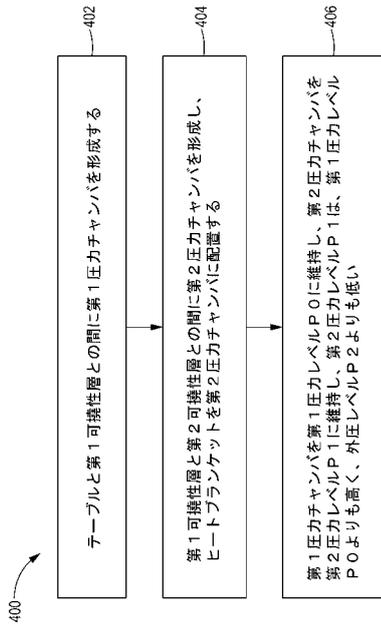


FIG. 14

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
B 2 9 C 35/08 (2006.01)	B 2 9 C 35/08	
(74)代理人 100168099 弁理士 鈴木 伸太郎		
(74)代理人 100168044 弁理士 小淵 景太		
(74)代理人 100200609 弁理士 齊藤 智和		
(72)発明者 ブレット エー. ヴォス アメリカ合衆国、イリノイ州 6 0 6 0 6、シカゴ、ノース リバーサイド プラザ 1 0 0、ザ ・ボーイング・カンパニー内		
(72)発明者 マーク アール. マトスン アメリカ合衆国、イリノイ州 6 0 6 0 6、シカゴ、ノース リバーサイド プラザ 1 0 0、ザ ・ボーイング・カンパニー内		
(72)発明者 ジェフリー エイチ. オルバーグ アメリカ合衆国、イリノイ州 6 0 6 0 6、シカゴ、ノース リバーサイド プラザ 1 0 0、 ザ・ボーイング・カンパニー内		
(72)発明者 ジョン エフ. スポルディング アメリカ合衆国、イリノイ州 6 0 6 0 6、シカゴ、ノース リバーサイド プラザ 1 0 0、ザ ・ボーイング・カンパニー内		
(72)発明者 ジェームズ アール. ジョーンズ アメリカ合衆国、イリノイ州 6 0 6 0 6、シカゴ、ノース リバーサイド プラザ 1 0 0、ザ ・ボーイング・カンパニー内		
F ターム(参考) 3K059 AA08 AB23 AB24 AD05 CD52 4F203 AA36 AJ12 AK11 AR06 DA14 DB01 DC15 DL19 DM16 4K063 AA05 CA03 FA36 FA42 FA48		

【外国語明細書】

2020115446000001.pdf

2020115446000002.pdf

2020115446000003.pdf

2020115446000004.pdf