

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6833026号  
(P6833026)

(45) 発行日 令和3年2月24日(2021.2.24)

(24) 登録日 令和3年2月4日(2021.2.4)

(51) Int. Cl.	F I
C 2 1 D 9/56 (2006.01)	C 2 1 D 9/56 1 0 1 Z
C 2 2 F 1/04 (2006.01)	C 2 2 F 1/04 M
C 2 2 F 1/00 (2006.01)	C 2 2 F 1/00 6 2 3
	C 2 2 F 1/00 6 8 2
	C 2 2 F 1/00 6 9 2 Z
請求項の数 10 (全 38 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2019-520126 (P2019-520126)	(73) 特許権者	506110243
(86) (22) 出願日	平成29年10月13日 (2017.10.13)		ノベリス・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2019-535890 (P2019-535890A)		NOVELIS INC.
(43) 公表日	令和1年12月12日 (2019.12.12)		アメリカ合衆国ジョージア州アトランタ、
(86) 国際出願番号	PCT/US2017/056539		スイート2000、レノックスロード35
(87) 国際公開番号	W02018/075353		60番
(87) 国際公開日	平成30年4月26日 (2018.4.26)	(74) 代理人	100106518
審査請求日	平成31年4月12日 (2019.4.12)		弁理士 松谷 道子
(31) 優先権主張番号	62/408,853	(74) 代理人	100088801
(32) 優先日	平成28年10月17日 (2016.10.17)		弁理士 山本 宗雄
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(72) 発明者	コッラード・バッシ
			スイス3970ヴァレー、ザルゲツシュ、
			フェラシェン・シュトラーセ13番
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 特別に調整された特性を有する金属シート

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

金属熱処理システムであって、  
加工方向に移動する金属品を通過させるための開口部を有する寸法可変熱処理装置を備え、前記熱処理装置は、  
前記金属品と交差する分離平面の第1の側の前記金属品に近接して位置することが可能であり、前記分離平面の前記第1の側の前記金属品の第1の部分の金属品温度を熱処理温度以上に上げるための加熱ユニットと、  
前記分離平面の第2の側の前記金属品に近接して位置することが可能であり、前記分離平面の前記第2の側の前記金属品の第2の部分を前記熱処理温度未満に維持するための冷却ユニットと、を含み、  
前記金属品に対して前記加熱ユニットおよび前記冷却ユニットを横方向に調整して前記金属品に対して前記分離平面を移動させるための、前記寸法可変熱処理装置に結合されたリニアアクチュエータと、  
前記金属品に沿った長手方向距離の関数として前記加熱ユニットおよび前記冷却ユニットを横方向に調整するための、前記リニアアクチュエータに結合されたコントローラと、を含む、金属熱処理システム。

【請求項2】

前記分離平面は、前記金属品と平行であり、前記加熱ユニットは、前記分離平面の前記第1の側に近接して前記金属品の幅にわたって延在し、前記冷却ユニットは、前記分離平

面の前記第 2 の側に近接して前記金属品の前記幅にわたって延在する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記分離平面は、前記金属品の長手方向軸と平行であり、かつ前記金属品の上面と垂直であり、前記熱処理装置は、

前記分離平面の前記第 1 の側の前記金属品に近接し、かつ前記加熱ユニットから前記金属品の反対側に位置することが可能である追加の加熱ユニットと、

前記分離平面の前記第 2 の側の前記金属品に近接し、かつ前記冷却ユニットから前記金属品の反対側に位置することが可能である追加の冷却ユニットと、をさらに含む、請求項 1 に記載のシステム。

10

【請求項 4】

前記加熱ユニットは、前記金属品を焼き戻しするのに十分な期間にわたって前記金属品の前記金属品温度を前記熱処理温度以上に維持するのに十分な熱発生力を有しかつ十分な長さを有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

追加の分離平面の両側の前記金属品に近接して位置する追加の加熱ユニットおよび追加の冷却ユニットを有する追加の寸法可変熱処理装置をさらに備え、前記追加の寸法可変熱処理装置は、前記寸法可変熱処理装置から離間しており、前記追加の分離平面は、前記分離平面と同一平面上にない、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記分離平面は、前記金属品の横断面と平行ではない、請求項 1 に記載のシステム。

20

【請求項 7】

金属品を前記金属品の寸法にわたって可变的に熱処理する方法であって、

分離平面の両側に位置する加熱ユニットおよび冷却ユニットを有する寸法可変熱処理装置を介して金属品を通過させることと、

前記加熱ユニットによって前記金属品の第 1 の部分を加熱することであって、前記第 1 の部分を加熱することは、ある期間にわたって前記金属品の前記第 1 の部分の金属品温度を熱処理温度以上に上げることを含む、前記金属品の第 1 の部分を加熱することと、

前記冷却ユニットによって前記金属品を冷却することであって、前記金属品を冷却することは、前記金属品の第 2 の部分の温度を前記熱処理温度未満に維持するために、前記第 1 の部分に隣接する前記金属品から熱を十分に除去することを含み、前記金属品の前記第 2 の部分は、前記第 1 の部分から前記分離平面の反対側に配置されている、前記金属品を冷却することと、

30

前記寸法可変熱処理装置を横方向に調整して、前記金属品に対して前記分離平面を移動させることと、

前記金属品に沿って前記寸法可変熱処理装置の長手方向位置を決定することをさらに含み、前記寸法可変熱処理装置を横方向に調整することは、前記長手方向位置を用いて前記長手方向位置の関数として前記金属品に対して前記分離平面を移動させることと、を含む、方法。

【請求項 8】

前記期間にわたって前記金属品の前記第 1 の部分を加熱した後に、前記金属品の前記第 1 の部分を冷却することをさらに含む、請求項 7 に記載の方法。

40

【請求項 9】

前記分離平面は、前記金属品と平行であり、前記金属品の前記第 1 の部分を加熱することは、前記金属品の上部および下部の一方を加熱することを含み、前記金属品を冷却することは、前記金属品の前記上部および前記下部の他方から熱を除去することを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 10】

前記分離平面は、前記金属品の長手方向軸と平行であり、かつ前記金属品の上面と垂直であり、前記寸法可変熱処理装置は、それぞれが前記分離平面の両側に位置し、かつ双方

50

が前記加熱ユニットおよび前記冷却ユニットから前記金属品の反対側に位置する追加の加熱ユニットおよび追加の冷却ユニットをさらに含み、前記金属品の前記第1の部分加熱することは、前記第1の部分に近接した前記金属品の前記上面および下面を加熱することを含み、前記金属品を冷却することは、前記第2の部分に近接した前記金属品の前記上面および前記下面を冷却することを含む、請求項7に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、その全体が参照により本明細書に組み入れられる、2016年10月17日に出願された「METAL SHEET WITH TAILORED PROPERTIES」という名称の米国仮特許出願第62/408,853号の利益を主張する。

10

【0002】

本開示は、概して、金属加工に関し、より具体的には、金属帯板を熱処理することに関する。

【背景技術】

【0003】

金属部品は、自動車のような車両用の構造支持体のような多くの目的に使用することができる。金属部品は、金属帯板を個々の素材に切断し、個々の素材を所望の部品形状に変形させること（例えば、絞り加工など）などによって、金属帯板から形成することができる。

20

【0004】

構造的支持体として使用される場合のように、特定の部品は高強度を必要とする場合がある。しかしながら、部品を正しく形成するために、時折、金属は十分な弾性または他の望ましい特性を有する必要がある。アルミニウム合金などの金属は、強度や弾性などの特性を調整するために熱処理することができる。焼き戻しは、金属の強度および弾性を調整するために使用できる熱処理プロセスであり、これはしばしば形成された金属部品を高温で一定期間熱処理オープンに入れることを含む。

【0005】

熱処理のいくつかの例には以下を含み得る。

30

T1熱処理：金属を高温成形プロセスから冷却し、金属を実質的に安定な状態に自然に時効させることを含み得る。

T2熱処理：金属を高温成形プロセスから冷却し、冷間加工し、金属を実質的に安定な状態に自然に時効させることを含み得る。

T3熱処理：固溶化熱処理し、冷間加工し、金属を実質的に安定な状態に自然に時効させることを含み得る。

T4熱処理：固溶化熱処理し、金属を実質的に安定な状態に自然に時効させることを含み得る。

T5熱処理：金属を人工的に時効させる前に高温成形プロセスから金属を冷却することを含み得る。

40

T6熱処理：金属を固溶化熱処理した後、金属を人工的に時効させることを含み得る。

T7熱処理：固溶化熱処理した後、金属を過時効または安定化させることを含み得る。

T8熱処理：固溶化熱処理し、冷間加工し、金属を人工的に時効させることを含み得る。

T9熱処理：固溶化熱処理し、人工的に時効させた後、金属を冷間加工することを含み得る。

T10熱処理：金属を高温成形プロセスから冷却し、冷間加工した後、金属を人工的に時効させることを含み得る。

50

## 【 0 0 0 6 】

いくつかの特性を改善する熱処理は、しばしば他の特性に悪影響を及ぼすことがある。例えば、金属の強度を向上させるための処理は、その金属の延性を低下させる場合がある。同様に、金属の延性を向上させるための処理は、その金属の強度を低下させる場合がある。したがって、金属部品を設計し製造する際、その金属部品を作製するのに使用される金属帯板を調製する際も含めて、他の材料特性の最小要件が満たされるように、いくつかの材料特性において譲歩が行われることが多い。さらに、形成された部品の熱処理は、かなりの時間と設備を必要とすることがある。

## 【 発明の概要 】

## 【 0 0 0 7 】

実施形態という用語および同様の用語は、本開示の主題および以下の特許請求の範囲のすべてを広く指すように意図されている。これらの用語を含む記述は、本明細書に記載される主題を限定するものでもなく、以下の特許請求の範囲の意味または範囲を限定するものでもないとして理解されるべきである。本明細書でカバーされる本開示の実施形態は、本概要ではなく、以下の特許請求の範囲によって定義される。本概要は、本開示の様々な態様の大まかな概要であり、以下の「詳細な説明」の節でさらに説明される概念のいくつかを紹介する。本概要は、特許請求された主題の重要なまたは本質的な特徴を特定することを意図するものではなく、特許請求される主題の範囲を決定するために単独で使用されることも意図していない。本主題は、本開示の明細書全体の適切な部分、任意のまたはすべての図面および各特許請求項を参照することによって理解されるべきである。

## 【 0 0 0 8 】

本開示のある実施形態は、金属加工システムであって、移動方向（例えば加工方向）に帯板速度で移動する金属帯板を受け入れる開口部を有する寸法可変熱処理装置を備え、熱処理装置は、金属帯板と交差する分離平面の第1の側の金属帯板に近接して位置することが可能であり、分離平面の第1の側の金属帯板の第1の部分の帯板温度を熱処理温度以上に上げる加熱ユニットと、分離平面の第2の側の金属帯板に近接して位置することが可能であり、分離平面の第2の側の金属帯板の第2部分を熱処理温度未満に維持する冷却ユニットと、を含む、金属加工システムを含む。

## 【 0 0 0 9 】

場合によっては、分離平面は、金属帯板と平行であり、加熱ユニットは、分離平面の第1の側に近接して金属帯板の幅にわたって延在し、冷却ユニットは、分離平面の第2の側に近接して金属帯板の幅にわたって延在する。場合によっては、分離平面は、金属帯板の長手方向軸と平行であり、かつ金属帯板の上面と垂直であり、熱処理装置は、分離平面の第1の側の金属帯板に近接し、かつ加熱ユニットから金属帯板の反対側に位置することが可能である追加の加熱ユニットと、分離平面の第2の側の金属帯板に近接し、かつ冷却ユニットから金属帯板の反対側に位置することが可能である追加の冷却ユニットと、をさらに含む。場合によっては、加熱ユニットは、金属帯板を焼き戻しするのに十分な期間にわたって帯板速度で移動する金属帯板の帯板温度を熱処理温度以上に維持するのに十分な熱発生力を有しかつ十分な長さを有する。場合によっては、システムは、金属帯板に対して加熱ユニットおよび冷却ユニットを横方向に調整して金属帯板に対して分離平面を移動させるための、寸法可変熱処理装置に結合されたリニアアクチュエータをさらに備える。場合によっては、システムは、金属帯板に沿った長手方向距離の関数として加熱ユニットおよび冷却ユニットを横方向に調整するための、リニアアクチュエータに結合されたコントローラをさらに備える。場合によっては、システムは、追加の分離平面の両側の金属帯板に近接して位置する追加の加熱ユニットおよび追加の冷却ユニットを有する追加の寸法可変熱処理装置をさらに備え、追加の寸法可変熱処理装置は、寸法可変熱処理装置から離間しており、追加の分離平面は、分離平面と同一平面上にない。場合によっては、分離平面は、金属帯板の横断面と平行ではない。

## 【 0 0 1 0 】

本開示のいくつかの実施形態は、金属帯板を金属帯板の寸法にわたって可変的に熱処理

10

20

30

40

50

する方法であって、分離平面の両側に位置する加熱ユニットおよび冷却ユニットを有する寸法可変熱処理装置を介して移動金属帯板を通過させることと、加熱ユニットによって移動金属帯板の第1の部分加熱することであって、第1の部分加熱することは、ある期間にわたって移動金属帯板の第1の部分の帯板温度を熱処理温度以上に上げることを含む、移動金属帯板の第1の部分加熱することと、冷却ユニットによって移動金属帯板を冷却することであって、移動金属帯板を冷却することは、移動金属帯板の第2の部分の温度を熱処理温度未満に維持するために、第1の部分に隣接する移動金属帯板から熱を十分に除去することを含み、金属帯板の第2の部分は、第1の部分から分離平面の反対側に配置されている、移動金属帯板を冷却することと、を含む、方法を含む。いくつかの場合は、この方法によって調製された寸法可変熱処理を有する金属製品を開示する。

10

【0011】

場合によっては、方法は、上記期間にわたって移動金属帯板の第1の部分加熱した後、移動金属帯板の第1の部分冷却することをさらに含む。場合によっては、方法は、寸法可変熱処理装置を横方向に調整して、移動金属帯板に対して分離平面を移動させる。場合によっては、方法は、移動金属帯板に沿って寸法可変熱処理装置の長手方向位置を決定することをさらに含む、寸法可変熱処理装置を横方向に調整することは、長手方向位置を用いて長手方向位置の関数として移動金属帯板に対して分離平面を移動させることを含む。場合によっては、分離平面は、移動金属帯板と平行であり、移動金属帯板の第1の部分加熱することは、移動金属帯板の上部および下部の一方を加熱することを含み、移動金属帯板を冷却することは、移動金属帯板の上部および下部の他方から熱を除去することを含む。場合によっては、分離平面は、移動金属帯板の長手方向軸と平行であり、かつ移動金属帯板の上面と垂直であり、寸法可変熱処理装置は、それぞれが分離平面の両側に位置し、かつ双方が加熱ユニットおよび冷却ユニットから移動金属帯板の反対側に位置する追加の加熱ユニットおよび追加の冷却ユニットをさらに含む、移動金属帯板の第1の部分加熱することは、第1の部分に近接した移動金属帯板の上面および下面を加熱することを含み、移動金属帯板を冷却することは、第2の部分に近接した移動金属帯板の上面および下面を冷却することを含む。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

本明細書は、以下の添付図面を参照し、そこで、異なる図面における同様の参照番号の使用は、同様または類似する構成要素を例示することを意図する。

30

【0013】

【図1】金属帯板に幅可変熱処理を施すための金属加工システムの斜視図である。

【図2】金属帯板に幅可変熱処理を施すための金属加工システムの上面図である。

【図3】図2の金属加工システムの正面断面図である。

【図4】形成前に幅可変熱処理を施した特別に調整された金属の不等角投影図である。

【図5】図4の特別に調整された金属帯板から形成された金属部品の不等角投影図である。

【図6】特別に調整された金属帯板から作製された形成金属部品の正面図である。

【図7】低強度領域と高強度領域との間に横方向に配置された中強度領域を有する特別に調整された金属帯板の断片の上面図である。

40

【図8】低強度領域と中強度領域との間に横方向に配置された高強度領域を有する特別に調整された金属帯板の断片の上面図である。

【図9】2つの高強度領域の間に横方向に配置された超高強度領域を有する特別に調整された金属帯板の断片の上面図である。遷移領域は、超高強度領域と高強度領域との間に配置することができる。

【図10】低強度領域から横方向に分離された高強度領域を有する特別に調整された金属帯板の断片の上面図である。

【図11】金属帯板に厚さ可変熱処理を施すための金属加工システムの不等角投影図である。

50

【図 1 2】金属帯板に垂直方向可変熱処理を施すための金属加工システムの上面図である。

【図 1 3】図 1 2 の金属加工システムの正面断面図である。

【図 1 4】第 1 および第 2 の金属組成物ならびに例示的な金属帯板についての降伏強度と伸度との間の関係を示すプロットを示す組合せ図である。

【図 1 5】いくつかの熱処理温度における例示的なアルミニウム合金の降伏強度と温度での暴露時間との関係を示すプロットである。

【図 1 6】幅が可変で長手方向に変化する熱処理を有する金属帯板と、その金属帯板から切断された一組の金属素材とを示す組み合わせ図である。

【図 1 7】幅が可変で長手方向に変化する熱処理を有する図 1 6 の金属帯板と、その金属帯板を処理するのに使用される経時的な熱処理温度を示すプロットとを示す組合せ図である。

10

【図 1 8】寸法可変熱処理を用いて金属帯板を加工するプロセスを示すフローチャートである。

【図 1 9】金属帯板に寸法可変熱処理を施すプロセスを示すフローチャートである。

【図 2 0】本開示のある態様に係る可動加熱ユニットを使用して金属素材を寸法熱処理するためのシステムの側面図である。

【図 2 1】本開示のある態様に係る炉を使用して金属素材を寸法熱処理するためのシステムの側面図である。

【図 2 2】本開示のある態様に係る、図 2 0 および図 2 1 のシステムを使用した、いくつかの熱処理温度における例示的なアルミニウム合金についてのある温度での降伏強度と暴露時間との関係を示すプロットである。

20

【図 2 3】本開示のある態様に係る金属素材を寸法熱処理するためのプロセスを示すフローチャートである。

【図 2 4】本開示のある態様に係る寸法可変熱処理された部品のパンチ力およびパンチ変位を示す一組のプロットである。

【図 2 5】本開示のある態様に係る寸法可変熱処理された部品のパンチ力およびパンチ変位を示す一組のプロットである。

【図 2 6】本開示のある態様に係る、600 の炉内で処理された寸法可変熱処理されたアルミニウム部品の様々な機械的特性およびセミクラッシュ挙動を示すプロットである。

30

【図 2 7】本開示のある態様に係る、650 の炉内で処理された寸法可変熱処理されたアルミニウム部品の様々な機械的特性およびセミクラッシュ挙動を示すプロットである。

【図 2 8】本開示のある態様に係る、650 の炉内で処理された寸法可変熱処理されたアルミニウム部品の様々な機械的特性およびフルクラッシュ挙動を示すプロットである。

【図 2 9】本開示のある態様に係る流体温度制御ユニットの側面図である。

【図 3 0】本開示のある態様に係る移動バンド温度制御ユニットの側面図である。

【図 3 1】本開示のある態様に係る誘導加熱ユニットの側面図である。

【図 3 2】本開示のある態様に係る寸法可変熱処理された部品を試験するためのパンチ試験装置の概略図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0014】

本開示のある態様および特徴は、寸法的に可変の焼き戻しを引き起こすために寸法可変性を有する移動金属帯板を熱処理することに関する。寸法可変性を有する金属帯板を処理することは、金属帯板の寸法（例えば、幅、長さ、または厚さ）にわたって金属帯板の異なる領域に異なる熱処理を施すことを含み得る。したがって、結果として生じる金属帯板は、寸法にわたって複数の領域を含むことができ、各領域は異なる特性（例えば、強度および弾性などの機械的特性）を有する。寸法可変熱処理装置を使用して、寸法可変性を有する移動金属帯板を熱処理することができる。装置は、その装置に近接して移動する金属帯板の温度を熱処理温度に維持するのに適した 1 つ以上の加熱ユニットを含み得る。装置はまた、熱を吸収して金属帯板を冷却し、金属帯板の第 1 の領域（例えば、熱処理受容領

50

域)から第2の領域(例えば、少なくともこのステップの間、熱処理されない領域)に伝達される熱の量を最小にするための、加熱ユニットの近傍に位置する1つ以上の冷却ユニットを含み得る。寸法可変熱処理を用いて、特定の用途に特別に調整された特性を有する金属帯板を製造することができる。

**【0015】**

本開示のある態様および特徴は、金属帯板に加えて金属帯板以外の移動金属品と共に使用するのに適用可能なものであってもよい。他の移動金属品の例として、移動金属プレート、シート、または他の厚さの金属品がある。したがって、本開示のある態様に関する金属シートへのいかなる参照も、必要に応じて、金属プレート、金属シート、または他の金属品への参照によって代用することができる。本明細書で使用されるとき、プレートは、一般に5mm~50mmの範囲の厚さを有する。例えば、プレートは、約5mm、10mm、15mm、20mm、25mm、30mm、35mm、40mm、45mm、または50mmの厚さを有するアルミニウム製品を指すことがある。本明細書で使用されるとき、シート(シートプレートとも呼ばれる)は、一般に約4mm~約15mmの厚さを有する。例えば、シートは、4mm、5mm、6mm、7mm、8mm、9mm、10mm、11mm、12mm、13mm、14mm、または15mmの厚さを有することができる。本明細書で使用されるとき、シートは、一般に約4mm未満の厚さを有するアルミニウム製品を指す。例えば、シートは、4mm未満、3mm未満、2mm未満、1mm未満、0.5mm未満、0.3mm未満、または0.1mm未満の厚さを有し得る。

10

**【0016】**

本出願では、合金焼き戻しまたは状態について言及する。最も一般的に使用される合金焼き戻しの説明の理解に関しては、「American National Standards (ANSI) H35 on Alloy and Temper Designation Systems」を参照されたい。O状態または焼き戻しは、アニーリング後のアルミニウム合金を指す。T4状態または焼き戻しは、固溶化熱処理(すなわち、固溶化)と、それに続く自然時効との後のアルミニウム合金を指す。T6状態または焼き戻しは、固溶化熱処理、それに続く人工時効の後のアルミニウム合金を意味する。T7状態または焼き戻しは、固溶化熱処理後、およびそれに続く過時効または安定化との後のアルミニウム合金を指す。T8状態または焼き戻しは、固溶化熱処理と、それに続く冷間加工と、その後の人工時効との後のアルミニウム合金を指す。T9状態または焼き戻しは、固溶化熱処理と、それに続く人工時効と、その後の冷間加工との後のアルミニウム合金を指す。H1状態または焼き戻しは、歪み硬化後のアルミニウム合金を指す。H2状態または焼き戻しは、歪み硬化と、それに続く部分的アニーリングと後のアルミニウム合金を指す。H3状態または焼き戻しは、歪み硬化および安定化後のアルミニウム合金を指す。HX条件または焼き戻しに続く2桁目(例えば、H1X)は、最終的な歪み硬化の度合いを示す。

20

30

**【0017】**

部品の異なる領域において異なる特性を有する金属部品を製造することが望ましい場合がある。例えば、Bピラーのような自動車用構造支持体は、衝突中または車両が転動する際にかかなりの荷重が集中するようないくつかの領域で高い強度を必要とし、また、金属が実質的な形成を受けて正しい輪郭形状を達成する底部付近など、(例えば、ひび割れを回避するために)他の領域で高い成形性(例えば延性)を必要とすることがある。別の例では、ドアパネルのような自動車の外装パネルは、外面に高い強度を、また内面に高い延性を与えることができる。外面の高い強度は、孔食、磨耗、へこみ、および衝撃などによる損傷を防ぐことができ、一方、内面の高い延性は、部品の全体的な成形性を助けることができる。

40

**【0018】**

金属材(例えば、コイル状金属帯板または金属素材)から金属部品を製造する場合、追加の熱処理が不要になるように既に熱処理された金属を使用することが望ましいことがあり、それによって金属部品を作成するのに必要な労力、設備、金銭的成本、および時間

50

コストが減る。本明細書に記載の概念は、寸法可変性を伴う熱処理のために特に構築された加工ラインで使用することができ、あるいは連続アニーリング溶液熱処理（CASH）ライン、ブランキングライン、またはスリットラインなどの既存の加工ラインに組み込むことができる。場合によっては、金属帯板をコイル状に巻く直前に金属帯板を寸法可変性を伴って熱処理することができる。金属が加工ラインを通して移動する際にその金属を熱処理することは、形成後に部品を熱処理すること（形成後熱処理（PFHT）と称する場合がある）に比べて時間的使用、費用、および機器の使用においてより効率的であり得る。例えば、ブランキングラインを通過する金属帯板を熱処理することにより、PFHTによって必要とされる形成部品の追加の取り扱いおよび加熱を必要とせずに熱処理を行うことが可能になる。加えて、特別に調整された金属帯板の使用は、塗料焼き付けプロセス中の熱処理に頼る必要性を減らすことができる。自動車用のようないくつかの塗料焼き付けプロセスの間に、少なくともスキנקロージャパネルからの遮熱効果に起因して、金属製のフロアパネルは著しい硬化を与えるのに十分な温度に達しないかもしれない。よって、形成前熱処理は、そうでなければ最適な硬化を受けないかもしれないフロアパネルへの強化された硬化を提供することができる。移動金属帯板に熱処理を適用することに関して本明細書で説明されているが、場合によっては、寸法可変熱処理装置を非移動金属素材と共に使用することができる。

#### 【0019】

本明細書で使用されるとき、「分離平面」という用語は、金属帯板を寸法可変熱処理装置によって処理される領域と寸法可変熱処理装置によって処理されない領域とに分離する仮想平面を指すことができる。場合によっては、適用可能な場合、分離平面は、本明細書に記載されているものなど、寸法可変熱処理装置の加熱ユニット（複数可）を冷却ユニット（複数可）から分離する仮想平面を指すことができる。一例では、本開示の態様および特徴を使用して製造された金属帯板は、分離平面の一方の側にT4焼き戻しを有し、分離平面の他方の側にT61焼き戻しを有することができる。場合によっては、複数の分離平面を使用することができ、それにより3つ以上の領域を提供する。3つ以上の領域が使用されるとき、各領域は異なる焼き戻しを有することができ、または複数の隣接しない領域は同じ焼き戻しを共有することができる。例えば、3回焼き戻し寸法可変熱処理された金属帯板では、第1の領域はT4であり得、第2の領域はT61であり得、第3の領域はT4であり得る。別の例として、3回焼き戻し寸法可変熱処理された金属帯板では、第1の領域はT4であり得、第2の領域は約160メガパスカル（Mpa）の強度を有するT61であり得、第3の領域は約190Mpaの強度を有するT61であり得る。T61焼き戻しを有する領域は、様々な割合のT6焼き戻し（例えば、20%、30%、40%、50%、60%、70%、または80%のT6）に焼き戻しすることができる。

#### 【0020】

一例では、厚さ可変熱処理装置は、金属帯板の厚さにわたって熱勾配を生じさせることができる。例えば、アルミニウム合金を使用する場合、加熱ユニットは、金属帯板の熱処理を受ける側で約250～300の温度を維持することができ、冷却ユニットは、金属帯板の非熱処理を受ける側で約100～180の温度を維持する。他の温度も使用可能である。十分な時間（例えば、金属帯板の速度および圧延方向または移動方向における加熱ユニットの長手方向長さによって定義される）、適切な温度勾配を適用することによって、金属帯板の様々な特性を具体的に特別に調整することができる。例えば、厚さ可変熱処理は、下側よりも硬い上側を有する金属帯板を製造することができる。

#### 【0021】

分離平面は、任意の適切な向きにあり得る。金属帯板の上面または下面と平行であるとき、分離平面は、金属帯板の厚さと交差して、金属帯板の厚さにわたって変化する熱処理（すなわち、厚さ可変熱処理）をもたらすことができる。金属帯板の上面または下面および金属帯板の横軸に対して垂直である場合、分離平面は、金属帯板と交差して、金属帯板の幅（たとえば横軸）にわたって変化する熱処理（すなわち、幅可変熱処理）をもたらすことができる。金属帯板の上面または下面に垂直であり、かつ金属帯板の横軸に平行であ

10

20

30

40

50

る場合、分離平面は、金属帯板と交差して、金属帯板の長さ（たとえば長手方向軸）にわたって変化する熱処理（すなわち、長さ可変熱処理）をもたらすことができる。分離平面を他の方向に配置することもでき、複数の種類の分離平面を単一の金属帯板上で使用することができる。寸法可変熱処理を伴う金属帯板は、金属帯板の横断面に平行ではない分離平面（例えば、金属帯板の上面と金属帯板の長手方向軸との両方に垂直ではない分離平面）を有することによって作り出すことができる。

#### 【0022】

一般に、寸法可変熱処理装置は、分離平面の両側に配置された少なくとも1つの加熱ユニットおよび少なくとも1つの冷却ユニットを含み得る。例えば、厚さ可変熱処理装置において、金属帯板の全幅にわたる加熱ユニットを金属帯板の上面の近傍に配置することができ、金属帯板の全幅にわたる冷却ユニットを加熱ユニットの反対側の金属帯板の下面の近傍に配置することができる。別の非限定的な例では、幅可変熱処理装置において、2つの加熱ユニットを互いに反対側であるが金属帯板の全幅未満の長さにはわたって延在する金属帯板の上面および下面の近傍に配置することができ、2つの冷却ユニットを互いに反対側でかつ加熱ユニットに横方向に隣接して金属帯板の上面および下面の近傍に配置することができる。そのような例の分離平面は、加熱ユニットと冷却ユニットとの間の境界付近に存在し得る。

#### 【0023】

場合によっては、寸法可変熱処理装置は、1つ以上の加熱ユニットを含んで冷却ユニットを含まないことができ、1つ以上の加熱ユニットは、分離平面の両側に異なる熱処理を施すように配置される。例えば、分離平面の第1の側の第1の加熱ユニットは、分離平面の第2の側の第2の加熱ユニットが第2の加熱ユニットに近接する金属帯板の部分を加熱する温度とは異なる温度まで、それに近接する金属帯板の部分を加熱することができる。

#### 【0024】

寸法可変熱処理装置は、1つまたは複数の加熱ユニットを含み得る。誘導加熱デバイス、抵抗加熱デバイス、熱電デバイス、ガス駆動加熱ユニット（例えば、直接的な火炎）、対流加熱デバイス（例えば、空気などの循環熱流体）、レーザー加熱デバイス、またはその他などの様々な種類の加熱ユニットを使用することができる。場合によっては、加熱ユニットは、複数の個別に制御可能な加熱ゾーンを提供することができる。場合によっては、誘導加熱ユニットは、移動金属帯板内に電流を誘導して移動金属帯板内に熱を発生させることができる。誘導加熱ユニットを使用すると、加熱ユニットと移動金属帯板との間の直接接触を最小限に抑えるか、またはなくすことができる。また、誘導加熱ユニットは、金属帯板の表面またはその近傍で電流を発生するように調整することができる。場合によっては、加熱ユニットは、金属帯板がローラまたは他の支持体の間で水平方向、垂直方向、または斜めに移動するときに金属帯板に近接して配置することができる。場合によっては、加熱ユニットを1つ以上のローラに組み込むことができる。加熱ユニットは、加熱ユニットに隣接する金属帯板の温度を所望の熱処理温度（例えば、190）に所望の時間（例えば、1～2分）維持するのに十分な熱を出力することができかつ十分な長さであり得る。場合によっては、熱処理温度は焼き戻し温度として知られていることがある。場合によっては、熱処理温度は、アニーリング温度、溶体化温度、または所望の熱処理を実行するための任意の他の適切な温度であり得る。場合によっては、特定の金属合金の溶体化温度は、その特定の金属合金の固相温度より約20～40、25～35、または30低い温度であり得る。本明細書で使用されるとき、金属品を所望の温度に加熱することは、金属品のピーク金属温度が所望の温度に達するまで金属品を加熱することを含み得る。本明細書で使用されるとき、所望の期間にわたって所望の温度で金属品を加熱することは、所望の期間（例えば、その所望の期間は、ピーク金属温度が所望の温度にいったん達した際に始まることができる）にわたって所望の温度で金属品のピーク金属温度を維持することを含み得る。

#### 【0025】

1つまたは一群の加熱ユニットの長さは、金属帯板を熱処理温度に保つべき所望の時間

10

20

30

40

50

量および金属帯板の移動速度に基づいて決定することができる。場合によっては、加熱ユニット（複数可）は、約40メートルなどのかなりの長さを占める必要があり得る。場合によっては、金属帯板は、複数の加熱ユニットを通して前後に蛇行することがある。例えば、金属帯板は、単一の加熱ユニットが加熱ユニットの下を通過する金属帯板の一部に下方向に熱を供給することができるように、ならびに加熱ユニットの上を通過する金属帯板の一部に上方向に熱を供給することができるように、前後に蛇行することができる。そのような蛇行、ループ、または巻き付けは、寸法可変熱処理装置の線形要件を減らすことができる。

#### 【0026】

場合によっては、1つ以上の加熱ユニットが温度勾配を生じさせることができる。温度勾配は、長手方向（例えば金属帯板の圧延方向）にあり得る。例えば、そばに金属帯板が通過する第1の加熱ユニットは、そばに金属帯板が通過する最終の加熱ユニットよりも多くの熱を発生させてもよい。したがって、第1の加熱ユニットは、より低い温度から金属帯板を迅速に加熱することができ、一方、より少ない熱を発生させる後続の加熱ユニットは、金属帯板を所望の熱処理温度に維持することができる。

10

#### 【0027】

寸法可変熱処理装置は、1つ以上の冷却ユニットを含み得る。流体スプレー（例えば、ウォータージェットまたはエアナイフ）、水冷パネル、チルド銅ロール、熱電デバイス、ウェットティッシュまたはブラシ、およびその他など、様々な種類の冷却ユニットを使用することができる。冷却ユニットは、処理されない領域内の金属帯板の温度が焼き戻しが生じないように十分に低い温度に維持されるように、処理されない領域の近傍の金属帯板および/または空気から熱を吸収することができる。場合によっては、冷却ユニットは、熱伝導が処理されない領域の金属を最大限界を超えて上昇させないように十分な熱を抽出するだけでよいので、加熱ユニットの縁部に隣接してのみ配置されてもよい。例えば、横方向可変熱処理装置では、加熱ユニットは、金属帯板の幅の第1の縁部から中央まで延在してもよく、冷却ユニットは、金属帯板の幅の中央に隣接してのみ配置されて金属帯板の第2の縁部まで延在しなくてもよい。場合によっては、冷却ユニットは、加熱ユニットの複数の縁部に配置することができる。例えば、横方向可変熱処理装置において、冷却ユニットを加熱ユニットの横方向縁部に隣接して配置することができ、1つ以上の冷却ユニットを加熱ユニットの縦方向縁部に隣接して配置することができる（例えば、金属帯板のその部分が加熱ユニットまたは最後の加熱ユニットを通過した後の金属帯板の処理済み領域を迅速に冷却するため）。場合によっては、冷却ユニットは、金属帯板がローラまたは他の支持体の間で水平方向、垂直方向、または斜めに移動するときに金属帯板に近接して配置することができる。場合によっては、冷却ユニットを1つ以上のローラに組み込むことができる。

20

30

#### 【0028】

場合によっては、寸法可変熱処理装置は、分離平面の位置を調整するために加熱ユニット（複数可）および冷却ユニット（複数可）の位置決めを操作するためのモータ、アクチュエータ、空気圧、または他のデバイスを含み得る。例えば、幅可変熱処理装置において、加熱ユニット（複数可）および冷却ユニット（複数可）は、分離平面を横方向に移動させるために横方向に調整可能なものであってもよい。場合によっては、位置決め装置は、金属帯板の加工中に動的に加熱ユニット（複数可）および冷却ユニット（複数可）の位置を操作し、例えば、分離平面の横方向配置が金属帯板に沿った長手方向距離の関数として変化する幅可変熱処理を有する金属帯板を提供することができる。場合によっては、金属帯板に沿った長手方向距離の関数として分離平面を描くプロットの形状は、線形ではなく、特定の目的に合わせて特別に調整された複雑な形状を含んでもよい。

40

#### 【0029】

場合によっては、マーキング装置は、金属帯板に寸法的可変熱処理が行われたことを示すために金属帯板を自動的にマーキングするためのデバイスを含み得る。マーキング装置は、金属帯板の表面上にインクを付着させるためのプリンタ、金属帯板の表面上にパター

50

ンを彫刻するためのレーザー、または金属帯板上に表示を配置するための任意の他の適切なデバイスを含み得る。表示は、金属帯板の長さに沿って複数回繰り返すことができ、あるいは単一の金属帯板の長さに沿って単一の場所に配置することができる。

#### 【0030】

特別に調整された金属帯板は、強度や延性などの特別に調整された特性を有する金属部品を有効にする。これらの特別に調整された金属部品は、部品のゲージまたは厚さの減少などの拡張設計オプションを可能にし得る。例えば、自動車のBピラーなどの金属部品は、形成のためにある最小延性を必要としてもよく、均一に焼き戻された金属の強度特性が与えられた必要な構造的支持を提供するためにある最小ゲージを必要としてもよい。本明細書に開示される寸法可変熱処理態様を使用して同じ部品を作り出して、ある領域で必要な延性を提供しつつ他の領域で強化された強度を提供することができ、これにより同じ部品をより小さいゲージの金属から形成することが可能になる。このような強化された能力は、使用される材料のコストを削減するのに役立つ、形成機器の磨耗を減らすのに役立つ。

10

#### 【0031】

部品の一例として、強い内面（例えば、T61焼き戻し）よりも柔らかい（例えば、T4焼き戻し）外面をもたらす厚さ可変熱処理を有する衝突部材を含むものが挙げられる。衝突部材の内面は、より柔らかい外側よりも高い荷重を受けてより高いエネルギーを吸収することができる。このような衝突部材は、他の点ではあまり望ましくない合金を使用して形成することができる。このような衝突部材はまた、均一に熱処理された部品よりも小さい半径を有する屈曲部で形成することができる。さらに、寸法可変熱処理を用いて形成された衝突部材は、均一に熱処理された部品よりも小さいゲージを有することがある。

20

#### 【0032】

本明細書において、合金は、AA番号および「シリーズ」または「7xxx」などのその他の関連した表記で特定されて参照される。アルミニウムおよびその合金の命名および特定に最も一般的に使用される番号記号表示システムを理解するために、両方ともThe Aluminum Associationによって出版されている、「International Alloy Designations and Chemical Composition Limits for Wrought Aluminum and Wrought Aluminum Alloys」または「Registration Record of Aluminum Association Alloy Designations and Chemical Compositions Limits for Aluminum Alloys in the Form of Castings and Ingot」を参照されたい。

30

#### 【0033】

本開示の態様および特徴は、6xxx、2xxx、または7xxxシリーズのアルミニウム合金などのアルミニウム合金と共に使用するのに特に適する場合がある。場合によっては、本開示のある態様および特徴（例えば、寸法可変熱処理）を適用した後に特によく行われ得るアルミニウム合金としては、AA2008、AA2013、AA2014、AA2017、AA2024、AA2036、AA2124、AA2324、AA2524、AA4045、AA6002、AA600315、AA6005、AA6005A、AA6005B、AA6005C、AA6006、AA6008、AA6009、AA6010、AA6011、AA6012、AA6012A、AA6013、AA6014、AA6015、AA6016、AA6016A、AA6018、AA6019、AA6020、AA6021、AA6022、AA6023、AA6024、AA6025、AA6026、AA6028、AA6033、AA6040、AA6041、AA6042、AA6043、AA6053、AA6056、AA6060、AA6061、AA6061A、AA6063、AA6063A、AA6064、AA6064A、AA6065、AA6066、AA6069、AA6070、AA6081、AA6082、AA6082A、AA6091、AA6092、AA6101、AA6101A、AA6101B、A

40

50

A 6 1 0 3、A A 6 1 0 5、A A 6 1 0 6、A A 6 1 1 0、A A 6 1 1 0 A、A A 6 1 1 1、A A 6 1 1 3、A A 6 1 1 6、A A 6 1 5 1、A A 6 1 5 6、A A 6 1 6 0、A A 6 1 6 2、A A 6 1 8 1、A A 6 1 8 1 A、A A 6 1 8 2、A A 6 2 0 1、A A 6 2 0 1 A、A A 6 2 0 5、A A 6 2 0 6、A A 6 2 6 0、A A 6 2 6 1、A A 6 2 6 2、A A 6 2 6 2 A、A A 6 3 0 6、A A 6 3 5 1、A A 6 3 5 1 A、A A 6 3 6 0、A A 6 4 0 1、A A 6 4 5 1、A A 6 4 6 0、A A 6 4 6 3、A A 6 4 6 3 A、A A 6 5 0 1、A A 6 5 6 0、A A 6 6 0 0、A A 6 7 6 3、A A 6 9 5 1、A A 6 9 6 3、A A 7 0 1 9、A A 7 0 2 0、A A 7 0 2 1、A A 7 0 2 2、A A 7 0 2 9、A A 7 0 4 6、A A 7 0 5 0、A A 7 0 5 5、A A 7 0 7 5、A A 7 0 8 5、A A 7 0 8 9、A A 7 1 5 5、および A A 8 9 6 7 が挙げられる。前述のアルミニウム合金のいずれも、他の合金も含めて、帯板全体、帯板のコア（例えば、内部領域）、帯板のクラッド（例えば外部領域）、または帯板の他の任意の部分など、寸法可変熱処理されたアルミニウム帯板の様々な部分に使用することができる。場合によっては、溶融合金（例えば、A A 4 0 4 5 クラッドと A A 6 0 1 1 コアなど、クラッドとコアを有する合金）を寸法可変熱処理することができる。場合によっては、アルミニウム合金に対して寸法可変熱処理を行うための能力は、そうでなければ通常そのような部品が鋼から形成される場合に、部品をアルミニウムから形成することを可能にする。

10

#### 【 0 0 3 4 】

本明細書で使用されるとき、「室温」または「外気温」の意味は、約 1 5 ~ 約 3 0 の温度、例えば、約 1 5 、約 1 6 、約 1 7 、約 1 8 、約 1 9 、約 2 0 、約 2 1 、約 2 2 、約 2 3 、約 2 4 、約 2 5 、約 2 6 、約 2 7 、約 2 8 、約 2 9 、または約 3 0 を含み得る。本明細書で使用される場合、「周囲条件」の意味は、約室温の温度、約 2 0 % ~ 約 1 0 0 % の相対湿度、および約 9 7 5 ミリバール ( m b a r ) ~ 約 1 0 5 0 m b a r の気圧を含み得る。例えば、相対湿度は、約 2 0 %、約 2 1 %、約 2 2 %、約 2 3 %、約 2 4 %、約 2 5 %、約 2 6 %、約 2 7 %、約 2 8 %、約 2 9 %、約 3 0 %、約 3 1 %、約 3 2 %、約 3 3 %、約 3 4 %、約 3 5 %、約 3 6 %、約 3 7 %、約 3 8 %、約 3 9 %、約 4 0 %、約 4 1 %、約 4 2 %、約 4 3 %、約 4 4 %、約 4 5 %、約 4 6 %、約 4 7 %、約 4 8 %、約 4 9 %、約 5 0 %、約 5 1 %、約 5 2 %、約 5 3 %、約 5 4 %、約 5 5 %、約 5 6 %、約 5 7 %、約 5 8 %、約 5 9 %、約 6 0 %、約 6 1 %、約 6 2 %、約 6 3 %、約 6 4 %、約 6 5 %、約 6 6 %、約 6 7 %、約 6 8 %、約 6 9 %、約 7 0 %、約 7 1 %、約 7 2 %、約 7 3 %、約 7 4 %、約 7 5 %、約 7 6 %、約 7 7 %、約 7 8 %、約 7 9 %、約 8 0 %、約 8 1 %、約 8 2 %、約 8 3 %、約 8 4 %、約 8 5 %、約 8 6 %、約 8 7 %、約 8 8 %、約 8 9 %、約 9 0 %、約 9 1 %、約 9 2 %、約 9 3 %、約 9 4 %、約 9 5 %、約 9 6 %、約 9 7 %、約 9 8 %、約 9 9 %、約 1 0 0 %、またはそれらの間のいずれかであり得る。例えば、気圧は、約 9 7 5 m b a r、約 9 8 0 m b a r、約 9 8 5 m b a r、約 9 9 0 m b a r、約 9 9 5 m b a r、約 1 0 0 0 m b a r、約 1 0 0 5 m b a r、約 1 0 1 0 m b a r、約 1 0 1 5 m b a r、約 1 0 2 0 m b a r、約 1 0 2 5 m b a r、約 1 0 3 0 m b a r、約 1 0 3 5 m b a r、約 1 0 4 0 m b a r、約 1 0 4 5 m b a r、約 1 0 5 0 m b a r、またはそれらの間のいずれかであり得る。

20

30

#### 【 0 0 3 5 】

本明細書で開示されるすべての範囲は、その中に含まれる任意およびすべての部分範囲を包含すると理解される。例えば、「1 ~ 1 0」と記載された範囲は、最小値 1 と最大値 1 0 との間（およびそれらを含む）任意およびすべての部分範囲、すなわち、1 の最小値またはそれ以上、例えば、1 ~ 6 . 1 で始まり、1 0 の最大値またはそれ以下、例えば、5 . 5 ~ 1 0 で終わるすべての部分範囲を含むと考慮されるべきである。特に明記しない限り、元素の組成量に言及する場合の「~まで」という表現は、その元素が任意選択であり、その特定の元素のゼロパーセント組成を含むことを意味する。特に明記しない限り、すべての組成百分率は重量パーセント（重量%）である。

40

#### 【 0 0 3 6 】

本明細書で使用される場合、「1つの ( a )」、「1つの ( a n )」または「その ( t

50

h e )」の意味は、文脈上他に明確に指示されない限り、単数および複数の言及を含む。

【 0 0 3 7 】

本明細書に記載のアルミニウム合金製品は、自動車用途、ならびに航空および鉄道用途を含む他の輸送用途に使用され得る。例えば、開示されたアルミニウム合金製品は、バンパー、サイドビーム、ルーフビーム、クロスビーム、ピラー補強材（例えば、Aピラー、Bピラー、およびCピラー）、インナーパネル、アウターパネル、サイドパネル、インナーフード、アウターフード、トランクリッドパネルなどの自動車構造部品を調製するために使用され得る。開示されたアルミニウム合金製品および方法はまた、航空機または鉄道車両の用途において、例えば、アウターパネルおよびインナーパネルを調製するために使用され得る。

10

【 0 0 3 8 】

本明細書に記載のアルミニウム合金製品および方法は、電子機器用途にも使用され得る。例えば、本明細書に記載のアルミニウム合金製品および方法は、携帯電話およびタブレットコンピュータを含む電子デバイス用のハウジングを調製するために使用され得る。いくつかの例では、アルミニウム合金製品は、携帯電話（例えば、スマートフォン）、タブレットボトムシャーシ、および他の携帯用電子機器の外部ケーシング用のハウジングを調製するために使用され得る。

【 0 0 3 9 】

これらの例示的な例は、本明細書で論じられる一般的な主題を読者に紹介するために提供され、また、開示される概念の範囲を限定することを意図しない。以下の節は、図面を参照して、種々な追加的な特徴および実施例を説明し、図面中、同様の数字は、同様の要素を示し、方向的な説明は、例示的な実施形態を説明するために使用されるが、例示的な実施形態のように、本開示を限定するために使用されるべきではない。本明細書の例示に含まれる要素は、縮小率で描かれていない場合がある。例えば、以下の図中の様々な構成要素および領域は、明確さのために誇張されているかまたはサイズが縮小されていることがある。

20

【 0 0 4 0 】

図1は、ある態様に係る金属帯板102に幅可変熱処理を提供するための金属加工システム100の不等角投影図である。金属帯板102は、方向118に金属加工システム100を通過することができる。金属加工システム100は、CASHライン、ブランキングライン、スリットライン、または他のラインのようなより大きな加工システムの一部であり得る。

30

【 0 0 4 1 】

金属加工システム100は、寸法可変熱処理装置116を含み得る。図1に示すように、寸法可変熱処理装置116は、上部加熱ユニット110、下部加熱ユニット108、上部冷却ユニット114、および下部冷却ユニット（図示せず）を有する幅可変熱処理装置である。下部および上部加熱ユニット108、110は、金属帯板102の第1の領域122を熱処理（例えば焼き戻し）するのに十分な距離にわたって十分な熱を供給することができる。一方、下部冷却ユニットおよび上部冷却ユニット114は、第2の領域124が熱処理されないようにするのに十分な冷却を提供することができる。分離平面120は、第1の領域122と第2の領域124との間で金属帯板102と交差する仮想平面である。

40

【 0 0 4 2 】

場合によっては、寸法可変熱処理装置116は、方向126に沿って横方向に位置することが可能なものとすることができる。場合によっては、寸法可変熱処理装置116の横方向の位置決めは、運転と運転の間に起こすことが可能である。場合によっては、寸法可変熱処理装置116の横方向の位置決めは、運転中に動的に起こして、金属帯板102に沿った長手方向距離の関数として、金属帯板102の幅130に沿った分離平面120の横方向位置を変化させることなどが可能である。寸法可変熱処理装置116の横方向の位置決めは手動でも自動でもよい。加熱ユニット108、110および冷却ユニット114

50

が滑動することができ定位置に手動で固定されることができる側方トラックのような固定機構（例えば、クランプ、コッターポイントなど）など、任意の適切な横方向位置決め機構を使用することができる。場合によっては、横方向位置決め機構は、空気式、油圧式、スクリー式、または他のリニアアクチュエータなどのリニアアクチュエータを含み得る。運転中または運転と運転との間などに寸法可変熱処理装置 116 を自動的に横方向に位置決めするように、リニアアクチュエータをコントローラ 101 によって制御してもよい。

#### 【0043】

場合によっては、加熱ユニット 108、110、および/または冷却ユニット 114 の強度は、運転中に動的に調整することができる。強度を調整することにより、金属帯板 102 に沿った長手方向距離の関数として、金属帯板 102 の幅 130 に沿った分離平面 120 の横方向位置を変化させることができる。場合によっては、強度をそのように調整することにより、金属帯板 102 に沿った長手方向距離の関数として、焼き戻し量を変化させることができる。

10

#### 【0044】

場合によっては、金属加工システム 100 は、初期熱処理装置 104 および/または最終熱処理装置 106 を任意選択で含み得る。初期および最終熱処理装置 104、106 のそれぞれは、金属帯板にある程度の均一な熱処理を施すのに適した加熱機器を含み得る。初期および/または最終熱処理装置 104、106 と寸法可変熱処理装置 116 とによる均一熱処理の組み合わせは、独自に調整された金属帯板をもたらすことができる。

20

#### 【0045】

場合によっては、金属加工システム 100 は、コントローラ 101 によって制御されることができる。コントローラ 101 は、温度、加熱ユニット 108、110、および/または冷却ユニット 114 の垂直方向の位置決め、方向 126 における加熱ユニット 108、110、および/または冷却ユニット 114 の横方向の位置決め、またはその他のパラメータなど、寸法可変熱処理装置 116 の 1 つ以上のパラメータを制御するのに適した 1 つ以上のデバイスとすることができる。コントローラ 101 は、1 つ以上のプロセッサ、マイクロプロセッサ、アナログ回路、フィードバック回路、センサ（例えば、方向 118 における金属帯板 102 の速度を検出するための、寸法可変熱処理装置 116 のある部分の位置を検出するための、および/または金属帯板のある部分の温度を検出するための）、または他のデバイスを含み得る。

30

#### 【0046】

図 2 は、ある態様に係る金属帯板 202 に幅可変熱処理を施すための金属加工システム 200 の上面図である。金属加工システム 200 は、図 1 の金属加工システム 100 と同様に行うことができる。金属帯板 202 は、方向 218（例えば、圧延方向または移動方向）に移動することができる。金属帯板は、上部加熱ユニット 210 と上部冷却ユニット 214 とを有する幅可変熱処理装置 216 を通過することができる。幅可変熱処理装置 216 は、上部加熱ユニット 210 および上部冷却ユニット 214 からそれぞれ金属帯板 202 の反対側に位置する下部加熱ユニットおよび下部冷却ユニットをさらに含み得る。幅可変熱処理装置 216 は、金属帯板 202 の幅 230 にわたって変化する熱処理を施すことができる。

40

#### 【0047】

金属帯板 202 は、未処理領域 224 を含む。未処理領域 224 は、幅可変熱処理装置 216 によって処理されていない金属帯板の部分である。本明細書で使用されるとき、「未処理領域」という用語は、たとえその領域が別の熱処理装置によって処理されたかまたは処理されるであろうとしても、寸法可変熱処理装置によって処理されていない領域を指すことができる。例えば、図 2 の金属帯板 202 は、幅可変熱処理装置 216 を通過する前に最初は全体を通して T4 焼き戻しを有してもよく、その場合、未処理領域 224 は T4 焼き戻しを維持する。場合によっては、未処理領域は、最小限の量の熱処理が適用されるが、処理された領域の範囲までは具体的に処理されていない最小処理または低処理領

50

域を指すことができる。

【 0 0 4 8 】

金属帯板 2 0 2 は、さらに処理領域 2 2 2 を含む。処理領域は、幅可変熱処理装置 2 1 6 によって熱処理された処理領域 2 2 2 など、寸法可変熱処理装置によって処理された領域を指すことができる。処理領域 2 2 2 は、未処理領域 2 2 4 とは異なる焼き戻しを有することができる。処理領域 2 2 2 は、下部加熱ユニットおよび上部加熱ユニット 2 1 0 による熱処理を通して人工的に時効させることができる。下部加熱ユニットおよび上部加熱ユニット 2 1 0 が未処理領域 2 2 4 内に延在しないので、かつ下部冷却ユニットおよび上部冷却ユニット 2 1 4 がそれぞれ下部加熱ユニットおよび上部加熱ユニット 2 1 0 と接するので、未処理領域 2 2 4 は未処理のままとして、かなりの熱を未処理領域 2 2 4 に伝わらないようにすることができる。

10

【 0 0 4 9 】

遷移領域 2 2 8 は、処理領域 2 2 2 と未処理領域 2 2 4 との間に存在することができる。遷移領域 2 2 8 は、下部加熱ユニットおよび上部加熱ユニット 2 1 0 によって部分的に加熱されているが、処理領域 2 2 2 に見られる完全熱処理を受けていない金属を含み得る。場合によっては、遷移領域 2 2 8 の位置は、上部加熱ユニット 2 1 0 および上部冷却ユニット 2 1 4 などの加熱ユニットと冷却ユニットとの間の境界と相関してもよい。遷移領域 2 2 8 の幅は、加熱ユニットによって金属帯板 2 0 2 に加えられる熱の量、および冷却ユニットによって金属帯板 2 0 2 から吸収される熱の量に応じて、小さくても大きくてもよい。場合によっては、遷移領域 2 2 8 の幅は、加熱ユニットまたは冷却ユニットの移動（例えば、冷却ユニット 2 1 4 を加熱ユニット 2 1 0 からさらに遠ざけるか、または金属帯板 2 0 2 の上面からさらに遠ざける）によって、または加熱ユニットまたは冷却ユニットによってそれぞれ加えられる加熱または冷却の量を調整することによって制御することができる。分離平面 2 2 0 は、遷移領域 2 2 8 に示されている。

20

【 0 0 5 0 】

図 3 は、本開示のある態様に係る、図 2 の金属加工システム 2 0 0 の正面断面図である。下部および上部加熱ユニット 2 0 8、2 1 0 は金属帯板 2 0 2 の両側に配置されている。下部冷却ユニット 2 1 2 および上部冷却ユニット 2 1 4 は、金属帯板 2 0 2 の両側に配置されている。幅可変熱処理装置 2 1 6 は、金属帯板の幅 2 3 0 にわたって変化する熱処理を施すことができる。幅可変熱処理は、処理領域 2 2 2 から分離平面 2 2 0 の反対側に位置する未処理領域 2 2 4 を有する金属帯板 2 0 2 をもたらすことができる。遷移領域 2 2 8 は、未処理領域 2 2 4 と処理領域 2 2 2 との間に配置することができる。金属帯板 2 0 2 は、高さ 3 3 2 を有することができる。場合によっては、熱処理は、処理領域 2 2 2 内の金属帯板 2 0 2 の高さ 3 3 2 にわたって均一であり得るが、そうである必要はない。

30

【 0 0 5 1 】

場合によっては、任意選択の下流冷却ユニット（例えば、上部下流冷却ユニット 2 1 5 および下部下流冷却ユニット 2 1 7）を加熱ユニット（例えば、上部加熱ユニット 2 1 0 および下部加熱ユニット 2 0 8）の下流に配置することができる。下流冷却ユニットは、帯板 2 0 2 が加熱ユニットによって熱処理された後に帯板 2 0 2 を冷却することができる。場合によっては、下流冷却ユニットは、帯板 2 0 2 を外気温または熱処理温度より低い他の所望の温度などの所望の温度まで冷却することができる。下流冷却ユニットは、加熱ユニットによる熱処理後に帯板 2 0 2 の幅にわたって制御されない熱処理を最小にすることができる。

40

【 0 0 5 2 】

図 4 は、本開示のある態様に係る、形成前に幅可変熱処理を受けた特別に調整された金属帯板 4 0 2 の不等角投影図である。金属帯板 4 0 2 は、幅可変熱処理で熱処理されて、金属帯板 4 0 2 の幅 4 3 0 にわたって変化する熱処理をもたらす。金属帯板 4 0 2 は、処理領域 4 2 2 および未処理領域 4 2 4 を含み得る。遷移領域 4 2 8 マットは、処理領域 4 2 2 と未処理領域 4 2 4 との間の境界に存在する。

【 0 0 5 3 】

50

図5は、本開示のある態様に係る、図4の特別に調整された金属帯板402から形成された金属部品500の不等角投影図である。他の形成方法を使用することもできるが、金属部品500は、特別に調整された金属帯板402の延伸、プレス成形、または曲げによって形成されていてもよい。金属部品500は、高延性が望ましい領域（例えば、金属部品500が屈曲部などを含む）および高強度が望ましい領域（例えば、金属部品500のいくつかのほぼ平坦な部分）を含み得る。特別に調整された金属帯板402は、屈曲部が未処理領域424に集中するよう一方で、高強度を必要とする領域が処理領域422に集中するように配向されてもよい。遷移領域428は、未処理領域424と処理領域422との間に位置することができる。場合によっては、遷移領域428の幅は、金属部品500の特定の特徵に等しい幅（例えば、屈曲部の幅）などの所望の幅を有するように具体的な大きさにすることができる。

10

#### 【0054】

図6は、本開示のある態様に係る特別に調整された金属帯板から作製された形成金属部品600の正面図である。金属部品600は、車両を形成するBピラーなどの構造支持体とすることができる。構成要素600は、図10に示される金属帯板1002のような特別に調整された金属帯板から形成することができる。これにより、構成要素600は、処理領域636、遷移領域638、および未処理領域640を含み得る。

#### 【0055】

処理領域636は、強度を増大させるために、T61焼き戻し（例えば、230MPa、370MPa他）のように焼き戻しされる寸法可変熱処理プロセス中に熱処理することができる。処理領域636は、Bピラーの中央本体642に対応することができる。ここで強度の向上は、破砕抵抗の増加またはより薄いゲージの金属を有する部品600を製造する能力などの多くの利点をもたらすことができる。

20

#### 【0056】

未処理領域640は、寸法可変熱処理プロセス中に未処理のままにすることができる。場合によっては、未処理領域640をT4焼き戻しに焼き戻しすることができる。未処理領域640は、Bピラーの底部644に対応することができる。延性の向上は、形成中の亀裂に対する抵抗などの利点をもたらすことができる。延性が向上することにより、特に、困難なまたは実質的な屈曲が必要な場合、金属帯板を部品600に形成することが可能になる。

30

#### 【0057】

図7は、本開示のある態様に係る、低強度領域744と高強度領域748との間に横方向に配置された中強度領域746を有する特別に調整された金属帯板702の断片の上面図である。遷移領域728は、低強度領域744と中強度領域746との間、および中強度領域746と高強度領域748との間に配置することができる。よって、特別に調整された金属帯板702は、金属帯板の幅730にわたっていくつかの異なる焼き戻しを有することができる。例えば、低強度領域744は、未処理であってT4焼き戻しを有することができる。中強度領域746は、約140~160MPaの強度を有するT61焼き戻しを有することができる。高強度領域748は、約180~約200MPaの強度を有するT61焼き戻しを有することができる。

40

#### 【0058】

図8は、本開示のある態様に係る、低強度領域844と中強度領域846との間に横方向に配置された高強度領域848を有する特別に調整された金属帯板802の断片の上面図である。遷移領域828は、低強度領域844と高強度領域848との間、および中強度領域846と高強度領域848との間に配置することができる。よって、特別に調整された金属帯板802は、金属帯板の幅830にわたっていくつかの異なる焼き戻しを有することができる。例えば、低強度領域844は、未処理であってT4焼き戻しを有することができる。中強度領域846は、約140~160MPaの強度を有するT61焼き戻しを有することができる。高強度領域848は、約180~約200MPaの強度を有するT61焼き戻しを有することができる。

50

## 【 0 0 5 9 】

図 9 は、本開示のある態様に係る、2つの高強度領域 9 4 8 の間に横方向に配置された超高強度領域 9 5 0 を有する特別に調整された金属帯板 9 0 2 の断片の上面図である。遷移領域 9 2 8 は、超高強度領域 9 5 0 と高強度領域 9 4 8 との間に配置することができる。よって、特別に調整された金属帯板 9 0 2 は、金属帯板の幅 9 3 0 にわたっていくつかの異なる焼き戻しを有することができる。場合によっては、寸法可変熱処理は金属帯板の幅全体を処理することができるが、幅の異なる領域を異なる焼き戻しで処理することができる。そのような例では、分離平面は、未処理領域と処理領域ではなく、2つの異なる焼き戻し領域を分離する。例えば、超高強度領域 9 5 0 は、約 2 5 0 M P a の強度の T 6 1 焼き戻しを有することができ、高強度領域 9 4 8 は、それぞれ約 1 8 0 ~ 約 2 0 0 M P a の強度の T 6 1 焼き戻しを有することができる。

10

## 【 0 0 6 0 】

図 1 0 は、本開示のある態様に係る、低強度領域 1 0 4 4 から横方向に分離された高強度領域 1 0 4 8 を有する特別に調整された金属帯板 1 0 0 2 の断片の上面図である。調整金属帯板 1 0 0 2 は、図 6 の金属部品 6 0 0 を形成するのに使用される金属帯板とすることができる。遷移領域 1 0 2 8 は、高強度領域 1 0 4 8 と低強度領域 1 0 4 4 との間に配置することができる。よって、特別に調整された金属帯板 1 0 0 2 は、金属帯板の幅 1 0 3 0 にわたっていくつかの異なる焼き戻しを有することができる。例えば、低強度領域 1 0 4 4 は、未処理であって T 4 焼き戻しを有することができ、一方、高強度領域 1 0 4 8 は、約 1 8 0 ~ 約 2 0 0 M P a の強度を有する T 6 1 焼き戻しを有することができる。

20

## 【 0 0 6 1 】

図 1 1 は、本開示のある態様に係る金属帯板 1 1 0 2 に厚さ可変熱処理を施すための金属加工システム 1 1 0 0 の不等角投影図である。金属帯板 1 1 0 2 は、方向 1 1 1 8 に金属加工システム 1 1 0 0 を通過することができる。金属加工システム 1 1 0 0 は、C A S H ライン、ブランキングライン、またはスリットラインなどのより大きな処理システムの一部とすることができる。

## 【 0 0 6 2 】

金属加工システム 1 1 0 0 は、寸法可変熱処理装置 1 1 1 6 を含み得る。図 1 1 に示すように、寸法可変熱処理装置 1 1 1 6 は、加熱ユニット 1 1 1 0 と冷却ユニット 1 1 1 2 とを有する厚さ可変熱処理装置である。加熱ユニット 1 1 1 0 は、金属帯板 1 1 0 2 の全幅 1 1 3 0 にわたって延在することができるが、場合によっては全幅よりも短く延在してもよい。冷却ユニット 1 1 1 2 は、金属帯板 1 1 0 2 の全幅 1 1 3 0 にわたって延在することができるが、場合によっては全幅よりも短く延在してもよい。加熱ユニット 1 1 1 0 および / または冷却ユニット 1 1 1 2 は、金属帯板 1 1 0 2 を適切に焼き戻しするのに十分な長さの熱を加えるのに十分な距離だけ長手方向（例えば方向 1 1 1 8 ）に延在することができる。加熱ユニット 1 1 1 0 は、金属帯板 1 1 0 2 の第 1 の領域 1 1 2 2 を熱処理（例えば、焼き戻し）するのに十分な距離にわたって十分な熱を供給することができる。第 1 の領域 1 1 2 2 は、金属帯板 1 1 0 2 の上面を含む、金属片 1 1 0 2 の上部とすることができる。一方、冷却ユニット 1 1 1 2 は、第 2 の領域 1 1 2 4 が熱処理されるのを防ぐために十分な冷却を提供することができる。第 2 の領域 1 1 2 4 は、金属帯板 1 1 0 2 の下面を含む、金属帯板 1 1 0 2 の下部であり得る。分離平面 1 1 2 0 は、第 1 の領域 1 1 2 2 と第 2 の領域 1 1 2 4 との間で金属帯板 1 1 0 2 と交差する仮想平面である。

30

40

## 【 0 0 6 3 】

場合によっては、加熱ユニット 1 1 1 0 および / または冷却ユニット 1 1 1 2 の強度は、運転中に動的に調整することができる。強度をそのように調整することにより、金属帯板 1 1 0 2 に沿った長手方向距離の関数として、金属帯板 1 1 0 2 の厚さ 1 1 3 2 に沿った分離平面 1 1 2 0 の垂直位置を変化させることができる。場合によっては、強度をそのように調整することにより、金属帯板 1 1 0 2 に沿った長手方向距離の関数として、焼き戻し量を変化させることができる。

## 【 0 0 6 4 】

50

場合によっては、金属加工システム 1100 は、初期熱処理装置 1104 および / または最終熱処理装置 1106 を任意選択で含み得る。初期および最終熱処理装置 1104、1106 のそれぞれは、金属帯板にある程度の均一な熱処理を施すのに適した加熱機器を含み得る。初期および / または最終熱処理装置 1104、1106 と寸法可変熱処理装置 1116 とによる均一熱処理の組み合わせは、独自に調整された金属帯板をもたらすことができる。

#### 【0065】

場合によっては、金属加工システム 1100 は、コントローラ 1101 によって制御することができる。コントローラ 1101 は、温度、加熱ユニット 1108、1110、および / または冷却ユニット 1114 の垂直方向の位置決め、方向 1126 における加熱ユニット 1108、1110、および / または冷却ユニット 1114 の横方向の位置決め、またはその他のパラメータなど、寸法可変熱処理装置 1116 の 1 つ以上のパラメータを制御するのに適した 1 つ以上のデバイスとすることができる。コントローラ 1101 は、1 つ以上のプロセッサ、マイクロプロセッサ、アナログ回路、フィードバック回路、センサ（例えば、方向 1118 における金属帯板 1102 の速度を検出するための、寸法可変熱処理装置 1116 のある部分の位置を検出するための、または金属帯板のある部分の温度を検出するための）、または他のデバイスを含み得る。

#### 【0066】

図 12 は、本開示のある態様に係る金属帯板 1202 に垂直方向可変熱処理を提供するための金属加工システム 1200 の上面図である。金属加工システム 1200 は、図 11 の金属加工システム 1100 と同様のものですることができる。金属帯板 1202 は、方向 1218（例えば、圧延方向または移動方向）に移動することができる。金属帯板は、金属帯板 1102 の互いに反対側に配置された加熱ユニット 1210 および冷却ユニット 1212 を有する厚さ可変熱処理装置 1216 を通過することができる。厚さ可変熱処理装置 1216 は、金属帯板 1202 の厚さにわたって変化する熱処理を施すことができる。加熱ユニット 1210 および / または冷却ユニット 1212 は、金属帯板 1102 の全幅 1230 にわたって熱処理を施すことができる。

#### 【0067】

金属帯板 1202 は、金属帯板 1202 の下部（見えない）などの未処理領域を含み得る。未処理領域は、厚さ可変熱処理装置 1216 によって処理されていない金属帯板の部分である。

#### 【0068】

金属帯板 1202 は、さらに処理領域 1222 を含み得る。処理領域は、厚さ可変熱処理装置 1216 によって熱処理された処理領域 1222 など、寸法可変熱処理装置によって処理された領域を指すことができる。処理領域 1222 は、未処理領域とは異なる焼き戻しを有することができる。処理領域 1222 は、加熱ユニット 1210 による熱処理によって人工的に時効させることができる。未処理領域は、冷却ユニット 1212 によって加熱ユニット 1210 および処理領域 1222 からのかんりの熱が未処理領域 1224 に伝達するのが防がれるので、未処理のままにすることができる。

#### 【0069】

図 13 は、本開示のある態様に係る図 12 の金属加工システム 1200 の正面断面図である。加熱ユニット 1210 および冷却ユニット 1212 は、金属帯板 1202 の両側に配置されている。厚さ可変熱処理装置 1216 は、金属帯板の厚さ 1332 にわたって変化する熱処理を施すことができる。厚さ可変熱処理は、処理領域 1222 から分離平面 1320 の反対側に位置する未処理領域 1224 を有する金属帯板 1202 をもたらすことができる。遷移領域 1328 は、未処理領域 1224 と処理領域 1222 との間に配置することができる。分離平面 1320 の垂直位置および遷移領域 1328 の高さは、厚さ可変熱処理装置 1216 によって加えられる加熱および / または冷却の強度を変えることによって調整することができる。場合によっては、熱処理は、処理領域 1222 内の金属帯板 1202 の幅 1230 にわたって均一とすることができるが、そうである必要はない。

10

20

30

40

50

## 【0070】

場合によっては、急速な時間枠内（例えば、10分未満、5分未満、3分未満、2分未満、1分未満、または30秒未満）に十分な熱処理を提供するために、加熱ユニット1210の温度は最低温度より高く維持する必要がある。例えば、アルミニウムの場合、加熱ユニット1210の適切な最低温度は250とすることができる。場合によっては、金属帯板1202の熱伝導率のために、冷却ユニット1212も最低温度を有してもよい。冷却ユニット1212がその最低温度を下回ると、それは加熱ユニット1210から過度の熱を取り除き、加熱ユニット1210をその最低温度未満にさせる。加熱ユニット1210および冷却ユニット1212は、帯板の速度が与えられる適切な期間、金属帯板の一部をそれぞれの温度にさらすのに十分な長さに行うことができる。

10

## 【0071】

2.5mm厚の8967アルミニウム合金を厚さ可変熱処理する一例において、加熱ユニット1210を300に設定する一方、冷却ユニット1212を150に設定することができる。加熱ユニット1210および冷却ユニット1212は、180秒間、金属帯板を露出させるのに十分な長さとするすることができる。厚さ可変熱処理された金属の場合、 $R_{p0.2}$ （例えば、0.2%オフセット降伏強度）は、約195MPaであり、 $R_m$ （例えば、引張強さ）は、約275MPaであり、 $A_g$ （例えば、最大力での非比例伸度のパーセント）は、約14%であり、 $A_{g0}$ （例えば、80mmの元のゲージ長さを指標とした破断点でのパーセント伸度）は、約17%である。加えて、処理表面（例えば、処理領域1222の表面）のF値は、低処理表面（例えば、未処理領域1224の表面）よりも速く増加することができる。処理表面のF値は、約0.9とすることができ、未処理表面のf値は、約0.7で低いままとすることができる。他のアルミニウム合金は、上記のもののような他のゲージと同様に、厚さ可変熱処理を施すことができる。

20

## 【0072】

F値、またはヘミング比は、試料のヘミングされる能力、または隣接する材料の小さな半径の周りで（例えば、隣接する材料片の厚さの周りで）曲げられるかまたは折り畳まれる能力と関連付けることができる。F値は、一組の水平方向に変位した支持体上に試料を支持し、パンチ半径を変化させて1つ以上のパンチを使用して支持体の上から試料を変形させることによって評価することができる。F値は、材料上に表面亀裂を発生させることなく試料を曲げることができる最小半径のパンチに関連する。F値は、変形前の試料の厚さで最小半径を割ったものとして計算することができる。例えば、0.9のF値および2.5mmの厚さを有する試料は、2.25mmの半径の周りの折り畳みに耐えることができるようにしてもよい。

30

## 【0073】

2.5mm厚の8967アルミニウム合金を厚さ可変熱処理する一例において、加熱ユニット1210を300に設定する一方、冷却ユニット1212を200に設定することができる。加熱ユニット1210および冷却ユニット1212は、180秒間、金属帯板を露出させるのに十分な長さとするすることができる。厚さ可変熱処理された金属の場合、 $R_{p0.2}$ は、約245MPaであり、 $R_m$ は、約290MPaであり、 $A_g$ は、約10%であり、 $A_{g0}$ は、約13%である。処理表面の事前歪みなしのF値は、約0.9とすることができ、低処理表面のF値は、約0.8で低いままとすることができ。

40

## 【0074】

0.9mm厚のAA6451アルミニウム合金を厚さ可変熱処理する一例において、加熱ユニット1210を300に設定する一方、冷却ユニット1212を150に設定することができる。加熱ユニット1210および冷却ユニット1212は、180秒間、金属帯板を露出させるのに十分な長さとするすることができる。厚さ可変熱処理された金属の場合、 $R_{p0.2}$ は、約160MPaであり、 $R_m$ は、約248MPaであり、 $A_g$ は、約14%であり、 $A_{g0}$ は、約17%である。処理表面の事前歪みなしのF値は、約0.7とすることができ、低処理表面のF値は、約0.6で低いままとすることができ。

## 【0075】

50

0.9 mm厚のAA6451アルミニウム合金を厚さ可変熱処理する一例において、加熱ユニット1210を300 に設定する一方、冷却ユニット1212を200 に設定することができる。加熱ユニット1210および冷却ユニット1212は、180秒間、金属帯板を露出させるのに十分な長さとすることができる。厚さ可変熱処理された金属の場合、 $R_{p0.2}$ は、約200MPaであり、 $R_m$ は、約260MPaであり、 $A_g$ は、約11%であり、 $A_{g0}$ は、約13.5%である。処理表面の事前歪みなしのF値は、約0.73とすることができ、低処理表面のF値は、約0.67とすることができる。

【0076】

これらの時間はある適切な時間および温度を提供するが、上記の時間および温度の20%、15%、10%、8%、または5%以内の時間および温度などの他の時間および温度を使用してよい。

10

【0077】

図14は、本開示のある態様に係る、第1および第2の金属組成物1452、1454ならびに例示的な金属帯板1402についての降伏強度と伸度との間の関係を示すプロット1400を表す組合せ図である。プロット1400は、x軸に沿った伸度およびy軸に沿った降伏強度を表す。プロット1400に示される値は、アルミニウム合金の値の例であるが、いくつかのアルミニウム合金または他の金属組成物に他の範囲が存在し得る。プロット1400に見られるように、伸度が低延性から高延性が増加するにつれて、金属の降伏強度は減少する。同様に、金属の降伏強度が増加するにつれて、伸度は低延性まで減少する。したがって、アルミニウム合金などの金属は、一般に、プロット1400に見られるように、高強度および低延性を有するグループ1445、低強度および高延性を有するグループ1449、またはそれらの中間のどこかに入る。場合によっては、T4焼き戻しを有する金属は1449グループに入れることができるが、T6焼き戻しを有する金属は1445グループに入れることができる。T61グループを有する金属は、グループ1445とグループ1449の中間に位置することができる。

20

【0078】

図10の金属帯板1002と同様にすることができる例示的な金属帯板1402を参照すると、低強度領域1444はT4焼き戻しとすることができ、グループ1449にあると説明することができる。高強度領域1448は、T6またはT61の焼き戻しとすることができ、グループ1445にあると説明することができる。遷移領域1428は、グループ1445とグループ1449との間のどこかにプロット1400上に位置することができる。

30

【0079】

図15は、本開示のある態様に係る、いくつかの熱処理温度1556、1558、1560、1562、1564、1566における、例示的なアルミニウム合金についてのある温度での降伏強度と曝露時間との関係を示すプロット1500である。プロット1500は、対数的に、x軸に沿った温度における（例えば、様々な熱処理温度1556、1558、1560、1562、1564、1566のそれぞれにおける）曝露時間を示す。プロット1500は、y軸に沿って降伏強度を表す。プロット1500に示される値は、あるアルミニウム合金の値の例であるが、いくつかのアルミニウム合金または他の金属組成物に他の範囲が存在し得る。線1567は、約180 で約10時間の標準的なT6熱処理によって達成された強度を表す。

40

【0080】

プロット1500、または同様のプロットを使用して、本明細書に開示されているものなどの寸法可変熱処理装置を設定および使用するための適切な温度、寸法、速度、および他の変数を決定することができる。

【0081】

プロット1500は、温度1556の線を含み、これは約200 でのアルミニウム合金の熱処理の効果を表す。温度1558の線は、約225 でのアルミニウム合金の熱処理の効果を表す。温度1560の線は、約250 でのアルミニウム合金の熱処理の効果

50

を表す。温度 1562 の線は、約 275 でのアルミニウム合金の熱処理の効果を表す。温度 1564 の線は、約 300 でのアルミニウム合金の熱処理の効果を表す。温度 1566 の線は、約 350 でのアルミニウム合金の熱処理の効果を表す。

【0082】

プロット 1500 上で 2 つの例示的な点が識別される。温度 1562 の線では、金属は、焼付硬化中にさらに約 86 MPa の増加を有して、275 で 1 分間加熱して約 220 MPa の降伏強度を得ることができる。温度 1564 の線では、金属は、焼付硬化中にさらに約 48 MPa の増加を有して、300 で 15 秒間加熱して約 182 MPa の降伏強度を得ることができる。

【0083】

図 16 は、本開示のある態様に係る、幅が可変で長手方向に変化する熱処理を有する金属帯板 1602、および金属帯板 1602 から切り取られた一組の金属素材 1664 を示す組み合わせ図である。金属帯板 1602 は、幅 1630 を有することができる。金属帯板 1602 に適用される幅が可変で長手方向に変化する熱処理は、第 1 の焼き戻し（例えば、高強度焼き戻し）を有する第 1 の領域 1644 および第 2 の焼き戻しを有する第 2 の領域 1648（例えば、超高強度の焼き戻し）を有する金属帯板 1602 にもたすことができる。遷移領域 1628 は、第 1 の領域 1644 と第 2 の領域 1648 との間に配置することができる。明確にするために、金属帯板 1602 の第 1 の領域 1644 と未処理部分との間と、金属帯板 1602 の第 2 の領域 1648 と未処理部分との間の、追加の遷移領域は示されていない。

【0084】

一組の金属素材 1664 は、ブランキングラインで金属帯板 1602 を切断することによって作り出すことができる。一組の金属素材 1664 は、1 つ以上の完全未処理素材 1656 と、第 1 の焼き戻しと未処理金属との組み合わせを含むように特別に調整された 1 つ以上の素材 1658 と、第 2 の焼き戻しと未処理金属との組み合わせを含むように特別に調整された 1 つ以上の素材 1662 と、を含み得る。場合によっては、1 つ以上の素材 1660 は、遷移領域 1628 を含み得る。

【0085】

図 17 は、本開示のある態様に係る、幅が可変で長手方向に変化する熱処理を有する図 16 の金属帯板 1602 と、金属帯板 1602 を処理するのに使用される経時的な熱処理温度を示すプロット 1700 と、を示す組み合わせ図である。金属帯板 1602 は、第 1 の領域 1644、第 2 の領域 1648、および遷移領域 1628 を含み得る。金属帯板 1602 が方向 1718 に移動すると、寸法が可変で長手方向に変化する熱処理を施すことができる。

【0086】

プロット 1700 は、x 軸をわたる時間および y 軸に沿った熱処理温度を表す。線 1766 は、金属帯板 1602 を熱処理するのに使用される寸法可変熱処理装置の位置での金属帯板 1602 の温度の経時変化を示す。ある例示的な温度値がプロット 1700 に示されているが、他の値を使用することができる。金属帯板 1602 が方向 1718 に移動すると、第 1 の領域 1644 の始まり（例えば、図 17 に示すように領域の左端）は、金属帯板 1602 を熱処理するのに使用される寸法可変熱処理装置に達することができる。そのとき、熱処理装置は、装置に隣接する金属帯板 1602 の温度を第 1 の温度、例えば約 275 などに上げることができる。遷移領域 1628 が熱処理装置に到達するある時間の後、熱処理装置は、金属帯板 1602 の温度を約 200 などの新たな温度に変えるように調整することができる。第 2 の領域 1648 の端部が熱処理装置に達する別の期間の後、熱処理装置は、金属帯板 1602 の加熱を停止するように調整することができ、これにより寸法可変熱処理を行うことなく最終長さの金属帯板 1602 の製造を可能にする。

【0087】

図 16 ~ 図 17 に示すように、長手方向に変化する熱処理は、（例えば、金属を異なる強度に焼き戻しするために）強度が変化する幅可変熱処理を有するものとして示されてい

10

20

30

40

50

るが、本明細書に開示される様々な寸法可変熱処理装置を用いて、他の種類の長手方向に変化する熱処理を使用することができる。例えば、1つ以上の分離平面は、金属帯板に沿った長手方向距離の関数として移動または操作することができる。別の例として、厚さ可変熱処理は、金属帯板に沿った長手方向距離の関数として強度を変化させることができる。上記の長手方向に変化する熱処理の任意の組み合わせを使用することができる。

#### 【0088】

図18は、本開示のある態様に係る寸法可変熱処理を使用して金属帯板を加工するためのプロセス1800を示すフローチャートである。ブロック1876で寸法可変熱処理を適用することができる。場合によっては、ブロック1867の直後にブロック1880で金属帯板をコイル状に巻くこと、または金属帯板を素材にすることなどの別の動作を行うことができる。場合によっては、寸法変化熱処理がブロック1876で行われた後に、加熱後処理をブロック1878で任意選択で行うことができる。場合によっては、ブロック1876で寸法可変熱処理が行われる前に、ブロック1874で初期熱処理を任意選択で行うことができる。

10

#### 【0089】

場合によっては、ブロック1876で行われる寸法可変熱処理を冷間圧延機に組み込むことができ、そこでは、熱処理の前に、ブロック1870で金属帯板を圧延（例えば冷間圧延）する。場合によっては、ブロック1876で行われる寸法可変熱処理は、ブランキング、スリッピング、またはさらに別の熱処理プロセスなどの圧延後プロセスに組み込むことができる。場合によっては、熱処理の前に、ブロック1872で金属帯板を巻き出すことができる。

20

#### 【0090】

図19は、本開示のある態様に係る金属帯板に寸法可変熱処理を施すためのプロセス1900を表すフローチャートである。プロセス1900は、CASHライン、ブランキングライン、またはスリットラインなどにおいて、金属帯板が移動している間に起こり得る。場合によっては、プロセス1900は、図1のコントローラ101または図11のコントローラ1101によって制御することができる。他のコントローラは他で使用できる。

#### 【0091】

ブロック1982で、分離平面を定義することができる。分離平面は、静的入力（例えば、金属帯板の幅に沿った横方向位置または金属帯板の厚さに沿った垂直位置）に基づいて、あるいは動的入力（例えば、金属帯板の幅に沿った分離平面の横方向位置は、金属帯板の下向きの長手方向距離に依存するか、または金属帯板の厚さに沿った分離平面の垂直位置は、金属帯板の下向きの長手方向距離に依存する）に基づいて定義することができる。

30

#### 【0092】

ブロック1984で、分離平面の第1の側に熱を加えることができる。場合によっては、分離平面の第1の側に熱を加えることは、金属帯板に近接してかつ分離平面に隣接して1つ以上の加熱ユニットを配置することを含み得る。場合によっては、分離平面の第1の側に熱を加えることは、作動される1つ以上の加熱ユニットが分離平面の第1の側にあるように、1組の複数の加熱ユニットのうち1つ以上を作動させることを含み得る。

40

#### 【0093】

ブロック1986で、分離平面でまたはその近傍で冷却を加えることができる。場合によっては、分離平面でまたはその近傍で冷却を加えることは、1つ以上の冷却ユニットを金属帯板に近接してかつ分離平面にまたはその近傍に配置することを含み得る。場合によっては、分離平面またはその近傍で冷却を加えることは、作動される1つ以上の冷却ユニットが分離平面にまたはその近傍に配置されるように、1組の複数の冷却ユニットのうち1つ以上を作動させることを含み得る。

#### 【0094】

場合によっては、任意選択のブロック1988は、ブロック1984で加えられた熱とは異なる量で分離平面の第2の側に熱を加えることを含み得る。任意選択のブロック19

50

88を使用して、図7～10に示す金属帯板702、802、902、1002のように、異なる特性を有する熱処理の隣接領域を含む寸法可変熱処理を生成することができる。任意選択のブロック1988を使用しない場合、分離平面の第2の側に追加の熱を加えなくてもよく、これにより、本明細書で説明するように第2の側を未処理のままにすることができる。

#### 【0095】

場合によっては、任意選択のブロック1990は、金属帯板の長さに対する寸法可変熱処理装置の長手方向位置を決定することを含み得る。長手方向位置を決定することは、金属帯板の速度（例えば、センサによって感知されるものとして、またはプロセスコントローラから受信されるものとして）と金属帯板の移動期間とに基づいて、通過した金属帯板の長さを決定することを含み得る。ブロック1982で分離平面を定義することが動的入力に基づいて分離平面を定義することを含む場合、ブロック1990で決定された長手方向位置は、ブロック1982に提供することができる。

10

#### 【0096】

図20は、本開示のある態様に係る可動加熱ユニット2008、2010を使用して金属素材2092を寸法熱処理するためのシステム2200の側面図である。可動加熱ユニット2008、2010は、金属素材2092に隣接して取り外し可能に位置することができる。場合によっては、可動加熱ユニット2008、2010は、静止している金属素材2092に隣接して位置することができる。他の場合では、金属素材2092を加熱ユニット2008上に配置することができ、加熱ユニット2010を金属素材2092の上面に配置することができる。加熱ユニット2008、2010は、金属素材2092の上側および下側の少なくとも一方の少なくとも一部が加熱ユニット2008、2010によって覆われないように、金属素材2092に対して配置することができる。上述したものなど、任意の適切な加熱ユニット2008、2010を使用することができる。場合によっては、加熱ユニット2008、2010のうちの一つ以上は、金属素材2092に隣接する展開位置と金属素材2092から離れた収納位置との間で移動可能とすることができる。

20

#### 【0097】

任意選択で、一つ以上の冷却ユニット2012、2014を金属素材2092に隣接してかつ加熱ユニット2008、2010によって覆われていない金属素材2092の一部に隣接して配置することができる。冷却ユニット2012、2014は、加熱ユニット2008、2010のうちの一つに隣接して配置することができる。冷却ユニット2012、2014は、加熱ユニット2008、2010によって加熱される金属素材2092の部分から金属素材2092を通して伝導した金属素材2092から熱を除去するのを助けることができる。冷却ユニット2012、2014は、上記したものなど、任意の適切な冷却ユニットとすることができる。場合によっては、冷却ユニットを加熱ユニットに結合して、加熱ユニットに対して静止状態に保つことができる。

30

#### 【0098】

加熱ユニット2008、2010は、金属素材2092を熱処理に適した温度に加熱することができる。加熱ユニット2008、2010、ならびに任意選択の冷却ユニット2012、2014によって直接加熱されていない金属素材2092の部分の周囲の外気温によって金属素材2092から熱を除去し、加熱ユニット2008、2010によって直接加熱されない金属素材2092の部分2024が炉2094の熱から処理されないままとなるようにすることができる。その結果、寸法可変熱処理を施した金属素材2092が得られる。

40

#### 【0099】

図21は、本開示のある態様に係る、炉2194を使用して金属素材2192を寸法熱処理するためのシステム2100の側面図である。金属素材2192は、連続的な金属帯板から切断された長方形の金属片のような、規定された形状の金属片とすることができる。金属素材2192は、金属素材2192の少なくとも一部が炉2194の外側に残るよ

50

うに、炉 2 1 9 4 内に部分的に配置することができる。炉 2 1 9 4 は、上述の加熱ユニットおよび循環する熱風などの任意の適切な加熱源を有する任意の適切な炉とすることができる。炉 2 1 9 4 は、金属素材 2 1 9 2 を受け入れるように形作られた入口 2 1 9 6 を含み得る。例えば、入口 2 1 9 6 は、金属素材 2 1 9 2 の断面よりわずかに大きいスロットとすることができ、これにより、使用の際にあまり多くの熱を入口 2 1 9 6 から逃がすことなく、金属素材 2 1 9 2 を炉 2 1 9 4 に挿入し、炉 2 1 9 4 から取り出すことができる。

#### 【 0 1 0 0 】

任意選択で、1つ以上の冷却ユニット 2 1 1 2、2 1 1 4 を金属素材 2 1 9 2 に隣接してかつ炉 2 1 9 4 の外側に配置することができる。冷却ユニット 2 1 1 2、2 1 1 4 は、炉 2 1 9 4 への入口 2 1 9 6 に隣接して配置することができる。冷却ユニット 2 1 1 2、2 1 1 4 は、金属素材 2 1 9 2 を通って伝導した金属素材 2 1 9 2 からの熱を、炉 2 1 9 4 内にある金属素材 2 1 9 2 の部分から除去するのを助けることができる。冷却ユニット 2 1 1 2、2 1 1 4 は、上述したものなど、任意の適切な冷却ユニットとすることができる。

10

#### 【 0 1 0 1 】

炉 2 1 9 4 は、金属素材 2 1 9 2 の一部 2 1 2 2 を熱処理するのに十分な温度に加熱することができる。炉 2 1 9 4 および任意選択の冷却ユニット 2 1 1 2、2 1 1 4 の外側の外気温は、炉 2 1 9 4 の外側に位置する金属素材 2 1 9 2 の部分 2 1 2 4 が炉 2 1 9 4 の熱から処理されないままとなるように、金属素材 2 1 9 2 から熱を除去することができる。その結果、寸法可変熱処理を施した金属素材 2 1 9 2 が得られる。

20

#### 【 0 1 0 2 】

図 2 2 は、本開示のある態様に係る、図 2 0 および図 2 1 のシステムを使用した、いくつかの熱処理温度における例示的なアルミニウム合金についてのある温度での降伏強度（たとえば 0 . 2 % オフセット降伏強度）と曝露時間との関係を示すプロット 2 2 0 0 である。プロット 2 2 0 0 は、8 9 3 1 アルミニウム合金に対する寸法可変熱処理を示す。プロットされた線は、加熱ユニットが 2 5 0、2 7 5、または 3 0 0 に加熱され、金属素材が 0 ~ 2 0 0 秒の間の様々な期間で加熱される、図 2 0 のシステム 2 0 0 0 と同様の可動加熱ユニットを有するシステムを使用した試験を示す。個々の点は、炉の空気が 3 5 0、4 0 0、および 5 0 0 に加熱され、金属素材が炉内で約 7 0 秒 ~ 1 2 0 秒の期間で加熱される、図 2 1 のシステム 2 1 0 0 と同様の炉システムを使用した試験を示す。

30

#### 【 0 1 0 3 】

プロット 2 2 0 0 に示されるように、様々なシステムを使用して金属素材を急速に加熱して、比較的短い時間（例えば、1 時間未満、1 0 分未満、2 0 0 秒未満、1 5 0 秒未満、1 0 0 秒未満、1 分未満）、その熱を維持することによって、高強度を達成することができる。上述のように金属帯板を連続的に熱処理することによって同様の結果を得ることができる。

#### 【 0 1 0 4 】

図 2 3 は、本開示のある態様に係る、金属素材を寸法熱処理するためのプロセス 2 3 0 0 を示すフローチャートである。プロセス 2 3 0 0 は、ブロック 2 3 1 0 で、図 2 1 のシステム 2 1 0 0 のような可動加熱および/または冷却ユニットを有するシステム、あるいは図 2 1 のシステム 2 1 0 0 のような炉システムのいずれかを使用して寸法可変熱処理を行うことを含む。任意選択のブロック 2 3 7 4 で、金属素材は最初に熱処理される。場合によっては、最初の熱処理は、ブランキングプロセスの前または後に起こり得る（例えば、連続金属帯板から金属素材を作製する）。

40

#### 【 0 1 0 5 】

炉システムが使用されるとき、ブロック 2 3 0 2 および任意選択で 2 3 0 4 が実行されてもよい。ブロック 2 3 0 2 で、金属素材を部分的に炉内に置く。金属素材は、自動的にまたは手動で炉内に配置することができる。任意の適切な炉を使用することができる。金

50

属素材は、少なくとも一部が炉の外側に残るように炉内に置くことができる。任意選択のブロック2304で、1つ以上の冷却ユニットを金属ブロックの周囲にかつ炉の外側に配置することができる。冷却ユニットは、金属素材内に分離平面を画定するのを助けるために炉の入口に隣接して配置することができる。場合によっては、冷却ユニットを炉に結合することができる。場合によっては、炉に結合された冷却ユニットは、恒久的に炉の入口に隣接して配置することができるが、場合によっては、炉に結合された冷却ユニットは、炉内に部分的に挿入された金属素材に隣接した展開位置と炉内に部分的に挿入された金属素材から離れて配置された収納位置との間を移動可能とすることができる。

#### 【0106】

可動加熱および/または冷却ユニットを有するシステムが使用されるとき、ブロック2306および任意選択で2308が実行されてもよい。ブロック2306で、1つ以上の加熱ユニットは、金属素材の上側および/または下側に隣接するなど、金属素材の1つ以上の側面に隣接して配置される。加熱ユニット(複数可)は、金属素材の1つ以上の上側および下側の少なくとも一部が加熱ユニット(複数可)によって覆われないままとなるように配置することができる。場合によっては、少なくとも1つの加熱ユニットを構造体上に配置し、軸を中心に回転させて、金属素材に隣接した展開位置と金属素材から離れた収納位置との間を移動させることができる。収納位置にあるとき、加熱ユニットは、金属素材の装填および取り外しを容易にするために邪魔にならないようにすることができる。場合によっては、いずれの加熱ユニットも、静止している金属素材の周りに配置可能とすることができる。任意選択のブロック2308で、1つ以上の冷却ユニットを金属素材の1つ以上の側に隣接して配置することができる。冷却ユニットは、加熱ユニットによって覆われていない金属素材の部分に配置することができる。冷却ユニットは、加熱ユニットに隣接してまたは加熱ユニットから金属素材の反対側に配置することができる。場合によっては、冷却ユニットを加熱ユニットに結合し、加熱ユニットに対して静止させることができる。例えば、展開位置と収納位置との間を移動可能な加熱ユニットに取り付けられた冷却ユニットもまた、展開位置と収納位置との間を移動することができる。

#### 【0107】

ブロック2376で、金属素材は寸法可変熱処理により熱処理することができる。金属素材は、金属素材の一部のみが熱処理されるように、(例えば炉または加熱ユニットによって)加熱することができる。場合によっては、寸法可変熱処理は、金属素材から熱を抽出して金属素材の所望の部分を未処理のままにすることを確実にするために冷却ユニット(複数可)を使用することを含み得る。任意選択のブロック2378で、追加の熱処理を特別に調整された金属素材に対して行うことができる。

#### 【0108】

図24は、本開示のある態様に係る寸法可変熱処理された部品2402のパンチ力およびパンチ変位を示す一組のプロット2400、2401である。プロット2400は、寸法可変熱処理された部品2402の処理部分2422のパンチ力およびパンチ変位を示す。プロット2401は、寸法可変熱処理された部品2402の未処理部分2422のパンチ力およびパンチ変位を示す。パンチ試験は、図32のパンチ試験装置3200または他の任意の適切なパンチ試験装置で実行することができる。寸法可変熱処理された部品は、8967アルミニウム合金から製造することができ、炉が500に保持され、部品2402が90秒間処理される、図21のシステム2100と同様の炉を備えたシステムで処理することができる。寸法可変熱処理の後に追加の熱処理は行われない。プロット2400、2401に見られるように、100mmのパンチ変位を達成するのに必要なエネルギー量は、未処理部分2424については約2.1kJであり、処理部分2422については2.3kJである。よって、処理部分2422は、同じ量の変形を達成するために必要とされる変形エネルギーの量について9%の改善を示す。よって、この部品は、形成可能な未処理部分を有するように特別に調整することができる一方で、衝突状況においてより多くのエネルギーを吸収するように設計されている処理部分を有する。

#### 【0109】

図25は、本開示のある態様に係る寸法可変熱処理された部品2502のパンチ力およびパンチ変位を示す一組のプロット2500、2501である。プロット2500は、寸法可変熱処理部2502の処理部分2522のパンチ力およびパンチ変位を示す。プロット2501は、寸法可変熱処理部2502の未処理部分2524のパンチ力およびパンチ変位を示す。パンチ試験は、図32のパンチ試験装置3200または他の任意の適切なパンチ試験装置で実行することができる。寸法可変熱処理された部品は、8967アルミニウム合金から製造することができ、炉が500 に保持され、部品2502が90秒間処理される、図21のシステム2100と同様の炉を備えたシステムで処理することができる。寸法可変熱処理後、部品全体に175 で15分間の追加熱処理を施すことができる。この追加の熱処理は、処理部分2522と未処理部分2524の両方を含む部品全体に対して行うことができる。プロット2500、2501に見られるように、100mmのパンチ変位を達成するのに必要なエネルギー量は、未処理部分2524については約2.1kJであり、処理部分2522については2.3kJである。よって、処理部分2522は、同じ量の変形を達成するのに必要とされる変形エネルギーの量について9%の改善を示す。

10

#### 【0110】

図26～28は、異なる寸法可変熱処理されたアルミニウム部品についての種々の機械的特性およびセミクラッシュまたはフルクラッシュ挙動を示すプロット2600、2700、2800である。A80の印を付けた線は、80mmの元のゲージ長さを指標とした伸度（破断点での）を表すことができる。Agと印を付けた線は、最大力での非比例伸度のパーセントを表すことができる。RP0.2の印を付けた線は、0.2%耐力とも知られている0.2%オフセット降伏強度を表すことができる。Rmの印を付けた線は、引張強度を表すことができる。DC Bendingの印を付けた線は、3点曲げ試験中に材料が力を落とすことなく曲げられる角度を表すことができる。

20

#### 【0111】

図26は、本開示のある態様に係る、600 の炉内で処理された寸法可変熱処理されたアルミニウム部品の様々な機械的特性およびセミクラッシュ挙動を示すプロット2600である。この部品は、600 に加熱された図2100のシステム2100などの炉システムで処理された6111アルミニウム合金である。2.0mm厚の金属素材を、600 に加熱した炉内に約100cm挿入して60秒間放置する。冷却ユニットは使用してもしなくてもよい。金属素材を取り出して試験用に調製する。プロット2600は、単一の金属素材または金属素材から作られた単一部分の未処理部分2624および処理部分2622に存在する異なる機械的特性を示す。

30

#### 【0112】

図27は、本開示のある態様に係る、650 の炉内で処理された寸法可変熱処理されたアルミニウム部品の様々な機械的特性およびセミクラッシュ挙動を示すプロット2700である。この部品は、650 に加熱した図2100のシステム2100のような炉システムで処理された6111アルミニウム合金である。2.0mm厚の金属素材を、650 に加熱した炉内に約100cm挿入して60秒間放置する。冷却ユニットは使用してもしなくてもよい。金属素材を取り出して試験用に調製する。プロット2700は、単一の金属素材または金属素材から作られた単一部分の未処理部分2724および処理部分2722に存在する異なる機械的特性を示す。

40

#### 【0113】

図27を参照して説明したように6111アルミニウム合金から作られて650 で寸法可変熱処理された例示的な部品は、未処理領域2724についての曲げ試験における140mm変位に必要な平均値2.2kJをもたらし、処理領域2722については平均値2.7kJをもたらし。処理領域2722は、未処理領域2724と比較して、曲げ試験において同じ量の変位を達成するのに必要なエネルギーの23%の増加を示す。

#### 【0114】

図28は、本開示のある態様に係る、650 の炉内で処理された寸法可変熱処理され

50

たアルミニウム部品の様々な機械的特性およびフルクラッシュ挙動を示すプロット 2800 である。この部品は、650 に加熱した図 2100 のシステム 2100 のような炉システムで処理された 6451 アルミニウム合金である。2.0 mm 厚の金属素材を 650 に加熱した炉内に約 100 cm 挿入して 60 秒間放置する。冷却ユニットは使用してもしなくてもよい。金属素材を取り出して試験用に調製する。プロット 2800 は、単一の金属素材または金属素材から作られた単一部品の未処理部分 2824 および処理部分 2822 に存在する異なる機械的特性を示す。

【0115】

図 28 を参照して説明したように 6451 アルミニウム合金から作られて 650 で寸法可変熱処理された例示的な部品は、未処理領域 2824 についての曲げ試験における約 185 mm 変位に必要な平均値 3.6 kJ をもたらし、処理領域 2822 については平均値 4.4 kJ をもたらず。処理領域 2822 は、未処理領域 2824 と比較して、曲げ試験において同じ量の変位を達成するのに必要なエネルギーの 22% の増加を示す。

10

【0116】

図 29 は、本開示のある態様に係る、流体温度制御ユニット 2900 の側面図である。流体温度制御ユニット 2900 は、分散される流体の温度に応じて冷却ユニット（例えば、図 1 の冷却ユニット 114）または加熱ユニット（例えば、図 1 の加熱ユニット 110）とすることができる。流体温度制御ユニット 2900 は、金属帯板 2902 または金属素材の表面へと向けられた流体の 1 つ以上のスプレー 2911 を生成するための 1 つ以上のノズルを有するヘッダ 2909 を含み得る。適切な流体としては、空気、水、もしくは油、または他の流体が挙げられる。

20

【0117】

場合によっては、単一のヘッダ 2909 の複数のノズルを個別に制御して加熱流体または冷却流体を供給することができる。したがって、単一のヘッダ 2909 は、第 1 の組のノズルからの加熱された流体と第 2 の組のノズルからの冷却された流体とを分散させることによって、冷却ユニットおよび加熱ユニットとして同時に機能することができる。このような配置は、各組のノズル間に分離平面を画定することができる。

【0118】

図 30 は、本開示のある態様に係る移動バンド温度制御ユニット 3000 の側面図である。移動バンド温度制御ユニット 3000 は、1 つ以上のロータ 3009 の周りを閉ループで移動する移動バンド 3011 を含み得る。移動バンド 3011 は、移動金属帯板 3002 と接触して、金属帯板 3002 から熱を除去するかまたは金属帯板 3002 に熱を導入することができる。移動バンド 3011 は、ロータ 3009 によって（例えば、ロータに結合されたモータによって）、閉ループ内を移動するように能動的に電力供給されることができる。しかしながら、場合によっては、移動バンド 3011 は、受動的であり、バンド 3011 と金属帯板 3002 との間の摩擦によって閉ループ内を移動することができる。

30

【0119】

移動バンド温度制御ユニット 3000 は、バンド 3011 から除去される熱に応じてまたはバンド 3011 に導入される熱に応じてそれぞれ、冷却ユニット（たとえば、図 1 の冷却ユニット 114）または加熱ユニット（たとえば、図 1 の加熱ユニット 110）とすることができる。金属帯 3002 から移動バンド温度制御ユニット 3000 の反対側に位置する加熱または冷却ユニットなどの任意の適切な機構によって、バンドから熱を除去するかまたはバンドに熱を導入することができる。場合によっては、加熱されたまたは冷却されたロータ 3009 を介して（例えば、内部加熱または内部冷却を用いて）バンドから熱を除去するかまたはバンドに熱を導入することができる。移動バンド 3011 は、高い熱伝導率を有する材料などの任意の適切な材料から作製することができる。

40

【0120】

図 31 は、本開示のある態様に係る、誘導加熱ユニット 3100 の側面図である。誘導加熱ユニット 3100 は、誘導デバイス 3109 の周りに磁場を発生させるための適切な

50

駆動装置に結合された1つ以上の誘導デバイス3109を含み得る。誘導デバイス3109は、隣接する金属帯板3102または金属素材内で熱を発生させることができる。

【0121】

図32は、本開示のある態様に係る金属部品3232を試験するためのパンチ試験装置3200の概略図である。寸法可変熱処理された部品または寸法可変熱処理された部品の一部などの金属部品3232は、一对の支持体3230によって支持することができる。パンチ3234は、一对の支持体3230の間の位置であってかつ金属部3232に対して一对の支持体3230から反対側で、金属部品3232を押し付けることができる。パンチ3234は、力3236で金属部品3232を押し付けることができ、これは適切な力測定機器を使用して測定することができる。金属部品3232に対するパンチ3234の変位3238は、適切な力測定機器を使用して測定することができる。図32に示されるように、変位3238は、パンチ3234が金属部品3232と接触し始めるまでは負であり得、パンチ3234が金属部品3232を変位し始めるにつれて大きさが増大し得る。パンチ試験装置3200または同様の装置を使用して、図24および図25において図示してそれらについて説明したもののような、パンチ力(例えば、荷重)に対するパンチ変位の曲線をグラフ化することができる。

10

【0122】

例示される実施形態を含む、実施形態の上述の説明は、例示および説明の目的のためにだけ提示され、また、包括的であること、または開示される正確な形態に限定することを意図しない。それらの非常に多くの修正形態、適合、および用途が当業者に明らかになるであろう。

20

【0123】

以下で使用される場合、一連の実施例へのいかなる言及も、それらの実施例の各々に対する言及として離散的に理解されるべきである(例えば、「実施例1~4」は、「実施例1、2、3、または4」として理解されるべきである)。

【0124】

実施例1は、移動方向に帯板速度で移動する金属帯板を受け入れるための開口部を有する寸法可変熱処理装置を含む金属加工システムである。熱処理装置は、金属帯板と交差する分離平面の第1の側の金属帯板に近接して位置することが可能であり、分離平面の第1の側の金属帯板の第1の部分の帯板温度を熱処理温度以上に上げる加熱ユニットと、分離平面の第2の側の金属帯板に近接して位置することが可能であり、分離平面の第2の側の金属帯板の第2部分を熱処理温度未満に維持する冷却ユニットと、を含む。

30

【0125】

実施例2は、実施例1のシステムであり、分離平面は、金属帯板と平行であり、加熱ユニットは、分離平面の第1の側に近接して金属帯板の幅にわたって延在し、冷却ユニットは、分離平面の第2の側面に近接して金属帯板の幅にわたって延在する。

【0126】

実施例3は、実施例1のシステムであり、分離平面は金属帯板の長手方向軸と平行であり、かつ金属帯板の上面と垂直であり、熱処理装置は、分離平面の第1の側の金属帯板に近接し、かつ加熱ユニットから金属帯板の反対側に位置することが可能である追加の加熱ユニットと、分離平面の第2の側の金属帯板に近接し、かつ冷却ユニットから金属帯板の反対側に位置することが可能である追加の冷却ユニットと、をさらに含む。

40

【0127】

実施例4は、実施例1~3のシステムであり、加熱ユニットは、金属帯板を焼き戻しするのに十分な期間にわたって金属帯板の帯板温度を熱処理温度以上に維持するのに十分な熱発生力を有しかつ十分な長さを有する。

【0128】

実施例5は、実施例1、3または4のシステムであり、金属帯板に対して加熱ユニットおよび冷却ユニットを横方向に調整して金属帯板に対して分離平面を移動させるための、寸法可変熱処理装置に結合されたりニアアクチュエータをさらに備える。

50

## 【 0 1 2 9 】

実施例 6 は、実施例 5 のシステムであり、金属帯板に沿った長手方向距離の関数として加熱ユニットおよび冷却ユニットを横方向に調整するための、リニアアクチュエータに結合されたコントローラをさらに備える。

## 【 0 1 3 0 】

実施例 7 は、実施例 1 ~ 6 のシステムであり、追加の分離平面の両側の金属帯板に近接して位置する追加の加熱ユニットおよび追加の冷却ユニットを有する追加の寸法可変熱処理装置をさらに備え、追加の寸法可変熱処理装置は、寸法可変熱処理装置から離間しており、追加の分離平面は、分離平面と同一平面上にない。

## 【 0 1 3 1 】

実施例 8 は、実施例 1 ~ 7 のシステムであり、分離平面は、金属帯板の横断面と平行ではない。

## 【 0 1 3 2 】

実施例 9 は、金属帯板を金属帯板の寸法にわたって可变的に熱処理する方法であって、分離平面の両側に位置する加熱ユニットおよび冷却ユニットを有する寸法可変熱処理装置を介して移動金属帯板を通過させることと、加熱ユニットによって移動金属帯板の第 1 の部分を加熱することであって、第 1 の部分を加熱することは、ある期間にわたって移動金属帯板の第 1 の部分の帯板温度を熱処理温度以上に上げることを含む、移動金属帯板の第 1 の部分を加熱することと、冷却ユニットによって移動金属帯板を冷却することであって、移動金属帯板を冷却することは、移動金属帯板の第 2 の部分の温度を熱処理温度未満に維持するために、第 1 の部分に隣接する移動金属帯板から熱を十分に除去することを含む、移動金属帯板を冷却することと、を含み、金属帯板の第 2 の部分は、第 1 の部分から分離平面の反対側に配置されている。

## 【 0 1 3 3 】

実施例 10 は、実施例 9 の方法であり、上記期間にわたって移動金属帯板の第 1 の部分を加熱した後に、移動金属帯板の第 1 の部分を冷却することをさらに含む。

## 【 0 1 3 4 】

実施例 11 は、実施例 9 または 10 の方法であり、寸法可変熱処理装置を横方向に調整して、移動金属帯板に対して分離平面を移動させることをさらに含む。

## 【 0 1 3 5 】

実施例 12 は、実施例 11 の方法であり、移動金属帯板に沿って寸法可変熱処理装置の長手方向位置を決定することをさらに含み、寸法可変熱処理装置を横方向に調整することは、長手方向位置を用いて長手方向位置の関数として移動金属帯板に対して分離平面を移動させることを含む。

## 【 0 1 3 6 】

実施例 13 は、実施例 9 または 10 の方法であり、分離平面は、移動金属帯板と平行であり、移動金属帯板の第 1 の部分を加熱することは、移動金属帯板の上部および下部の一方を加熱することを含み、移動金属帯板を冷却することは、移動金属帯板の上部および下部の他方から熱を除去することを含む。

## 【 0 1 3 7 】

実施例 14 は、実施例 9 ~ 12 の方法であり、分離平面は、移動金属帯板の長手方向軸と平行であり、かつ移動金属帯板の上面と垂直であり、寸法可変熱処理装置は、それぞれが分離平面の両側に位置し、かつ双方が加熱ユニットおよび冷却ユニットから移動金属帯板の反対側に位置する追加の加熱ユニットおよび追加の冷却ユニットをさらに含み、移動金属帯板の第 1 の部分を加熱することは、第 1 の部分に近接した移動金属帯板の上面および下面を加熱することを含み、移動金属帯板を冷却することは、第 2 の部分に近接した移動金属帯板の上面および下面を冷却することを含む。

## 【 0 1 3 8 】

実施例 15 は、分離平面の両側に位置する加熱ユニットおよび冷却ユニットを有する寸法可変熱処理装置を介して移動金属帯板を通過させることと、加熱ユニットによって移動

10

20

30

40

50

金属帯板の第1の部分加熱することによって、第1の部分加熱することは、ある期間にわたって移動金属帯板の第1の部分の帯板温度を熱処理温度以上に上げることを含む、移動金属帯板の第1の部分加熱することと、冷却ユニットによって移動金属帯板を冷却することによって、移動金属帯板を冷却することは、移動金属帯板の第2の部分の温度を熱処理温度未満に維持するために、第1の部分に隣接する移動金属帯板から熱を十分に除去することを含み、移動金属帯板の第2の部分は、第1の部分から分離平面の反対側に配置されている、移動金属帯板を冷却することと、を含む方法によって調製された寸法可変熱処理を有する、金属製品である。

【0139】

実施例16は、製品請求項15であり、方法は、上記期間にわたって移動金属帯板の第1の部分加熱した後に、移動金属帯板の第1の部分を冷却することをさらに含む。

10

【0140】

実施例17は、実施例15または16の製品であり、方法は、寸法可変熱処理装置を横方向に調整して、移動金属帯板に対して分離平面を移動させることをさらに含む。

【0141】

実施例18は、実施例17の製品であり、方法は、移動金属帯板に沿って寸法可変熱処理装置の長手方向位置を決定することをさらに含み、寸法可変熱処理装置を横方向に調整することは、長手方向位置を用いて長手方向位置の関数として移動金属帯板に対して分離平面を移動させることを含む。

【0142】

20

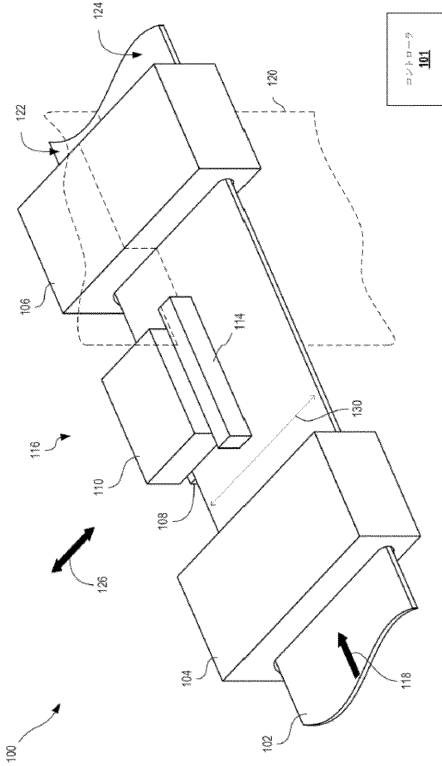
実施例19は、実施例15または16の製品であり、分離平面は、移動金属帯板と平行であり、移動金属帯板の第1の部分を加熱することは、移動金属帯板の上部および下部の一方を加熱することを含み、移動金属帯板を冷却することは、移動金属帯板の上部および下部の他方から熱を除去することを含む。

【0143】

実施例20は、実施例15～18の製品であり、分離平面は、移動金属帯板の長手方向軸と平行であり、かつ移動金属帯板の上面と垂直であり、寸法可変熱処理装置は、それぞれが分離平面の両側に位置し、かつ双方が加熱ユニットおよび冷却ユニットから移動金属帯板の反対側に位置する追加の加熱ユニットおよび追加の冷却ユニットをさらに含み、移動金属帯板の第1の部分を加熱することは、第1の部分に近接した移動金属帯板の上面および下面を加熱することを含み、移動金属帯板を冷却することは、第2の部分に近接した移動金属帯板の上面および下面を冷却することを含む。

30

【 図 1 】



【 図 2 】

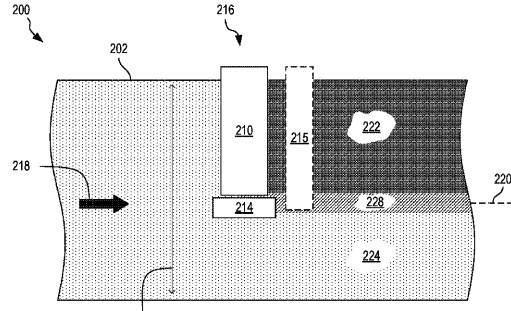


FIG. 2

【 図 3 】

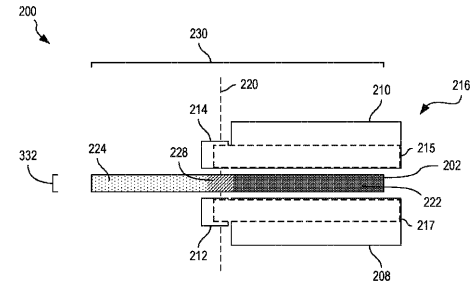


FIG. 3

【 図 4 】

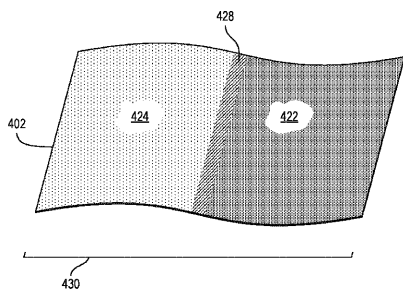


FIG. 4

【 図 6 】

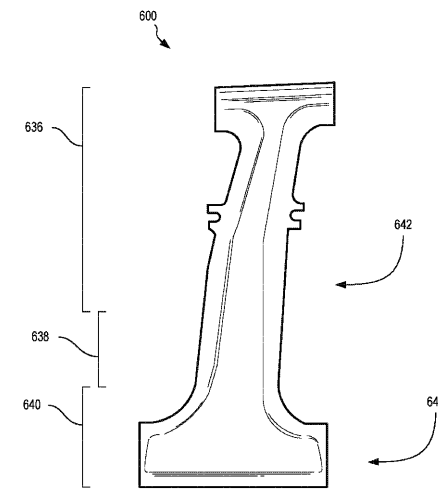


FIG. 6

【 図 5 】

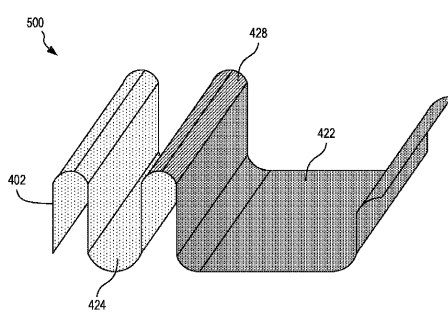


FIG. 5

【 図 7 】

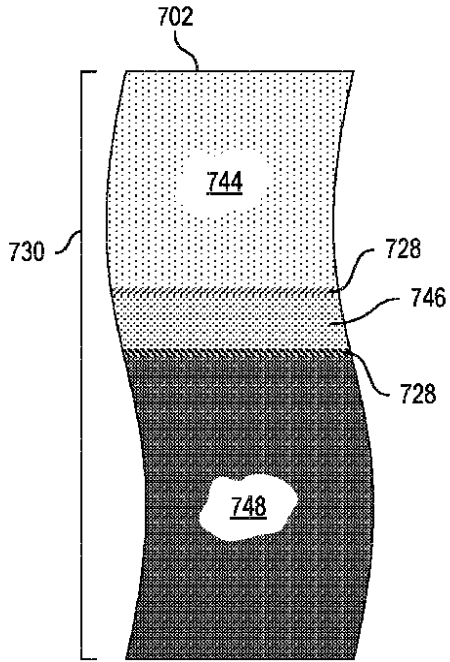


FIG. 7

【 図 8 】

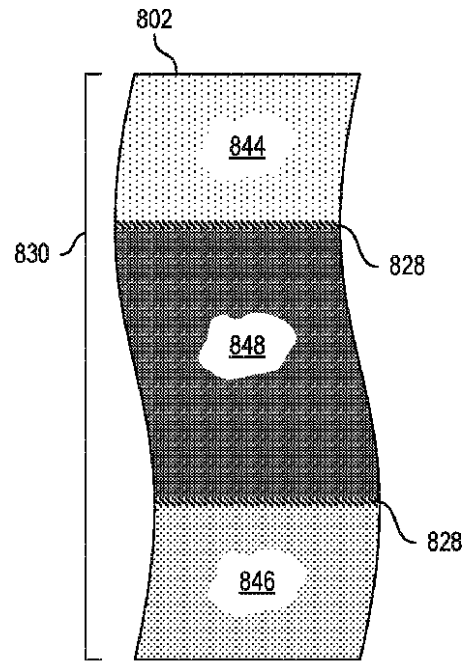


FIG. 8

【 図 9 】

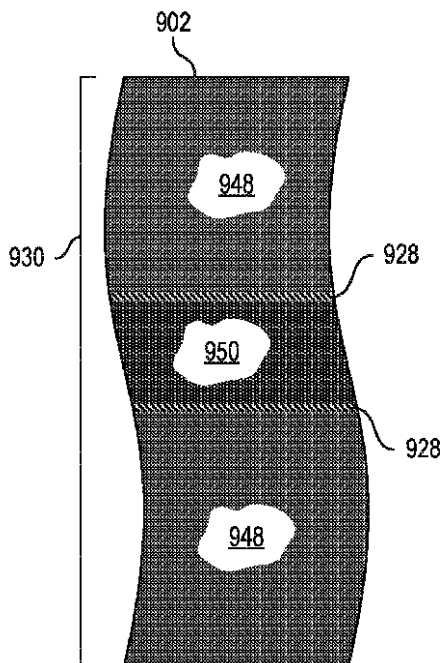


FIG. 9

【 図 10 】

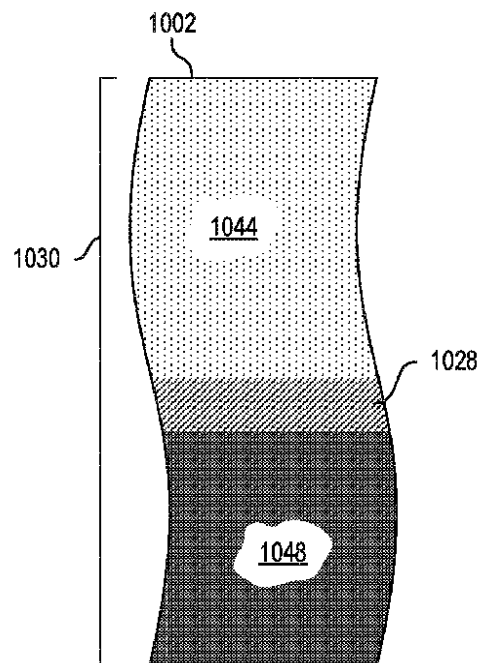
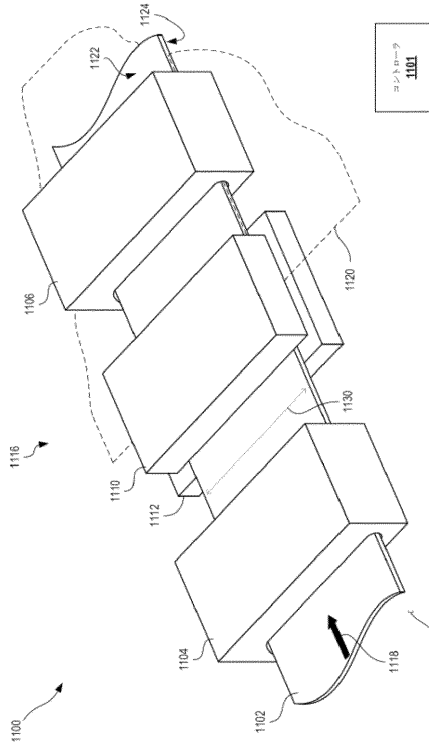


FIG. 10

【図11】



【図12】

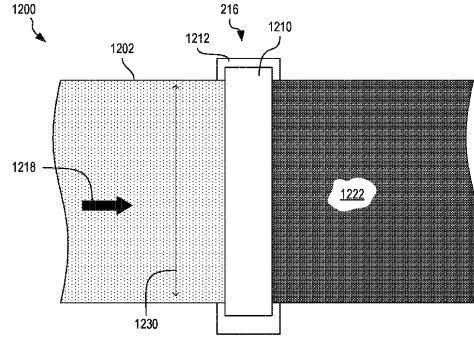


FIG. 12

【図13】

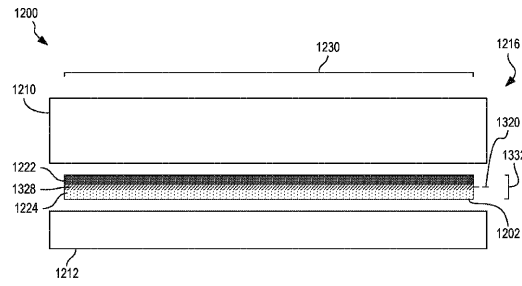
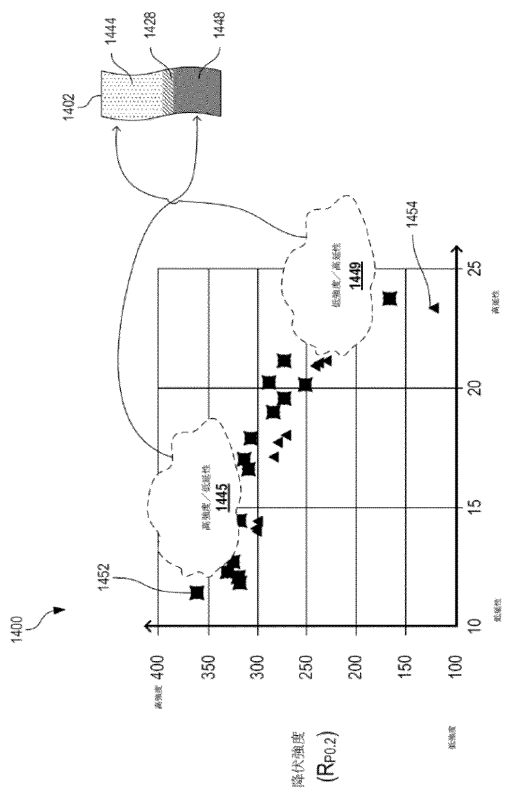
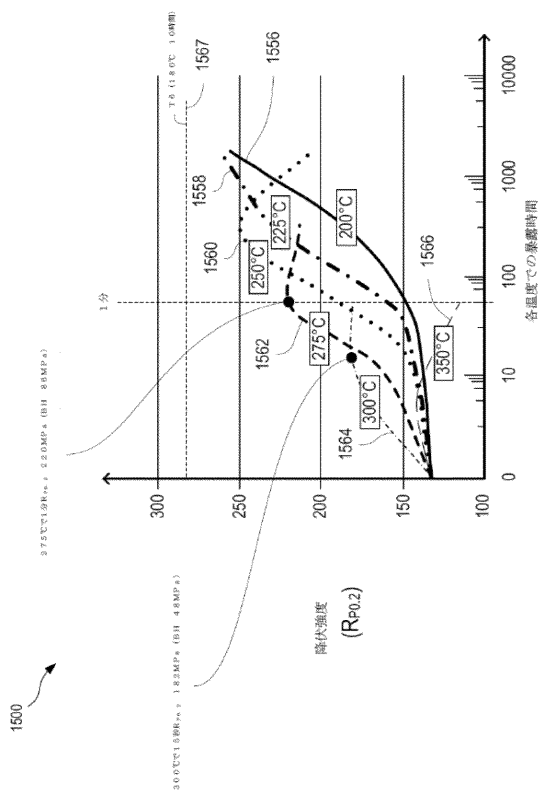


FIG. 13

【図14】



【図15】



【 図 16 】

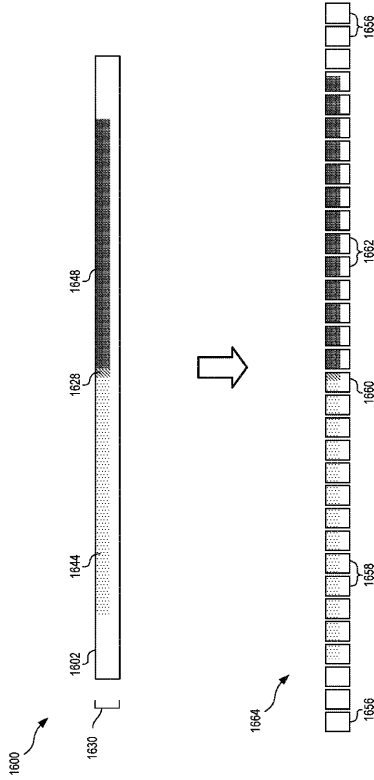
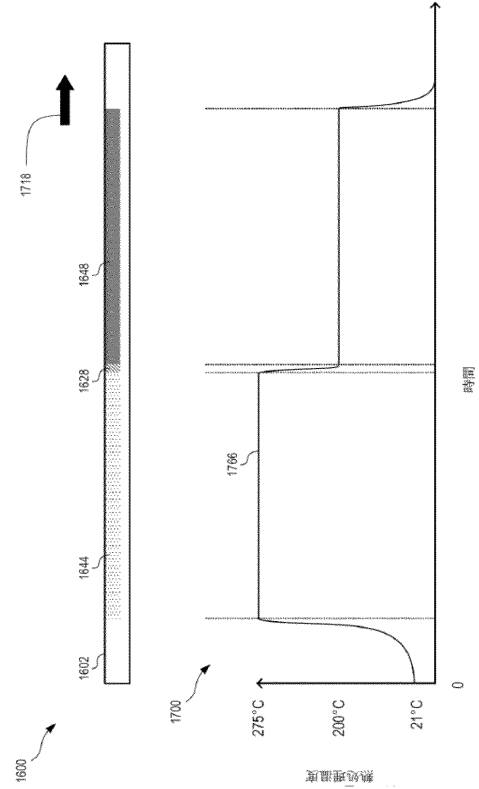
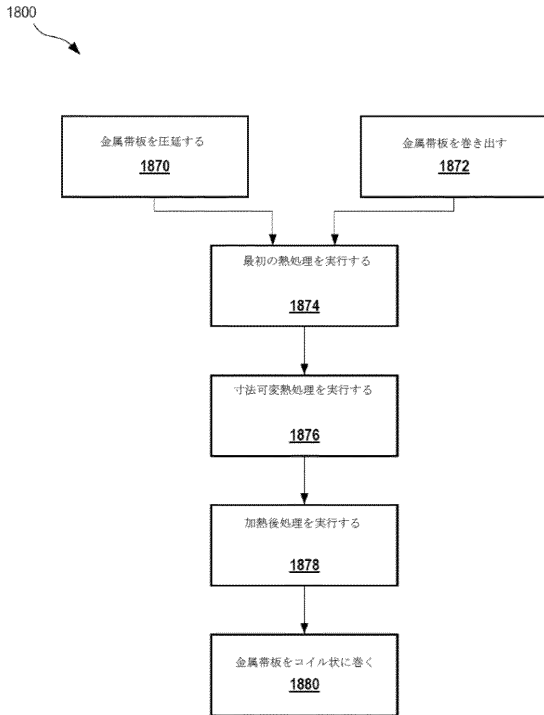


FIG. 16

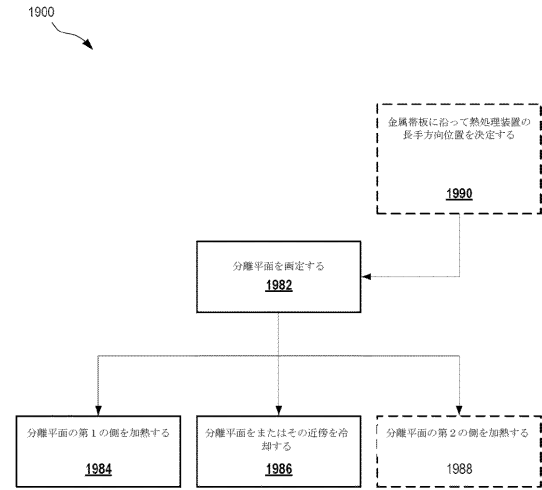
【 図 17 】



【 図 18 】



【 図 19 】



【 図 20 】

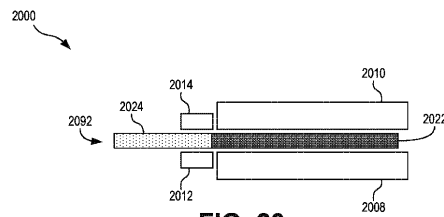


FIG. 20

【図 21】

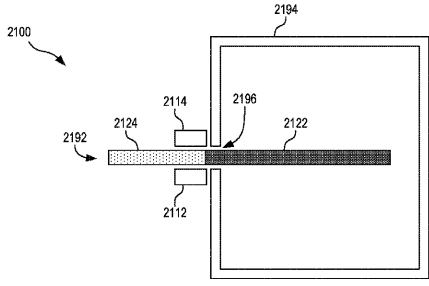
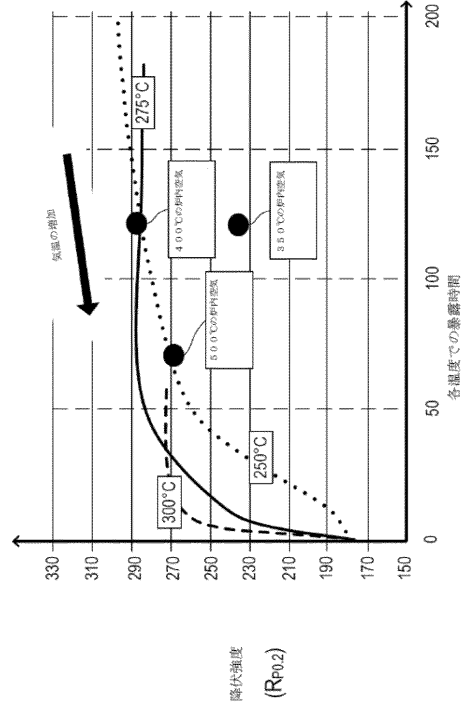


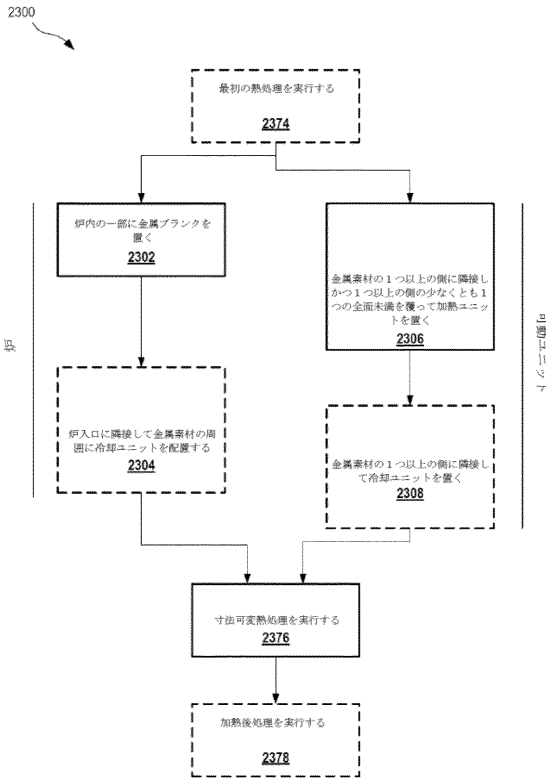
FIG. 21

【図 22】

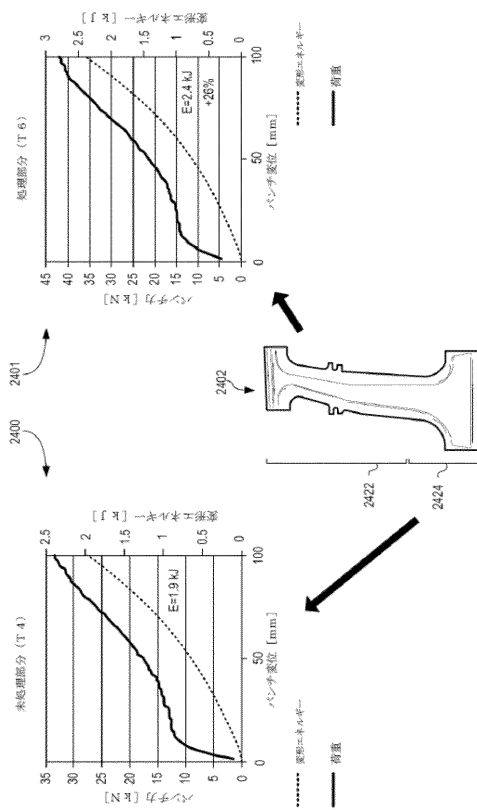


2200

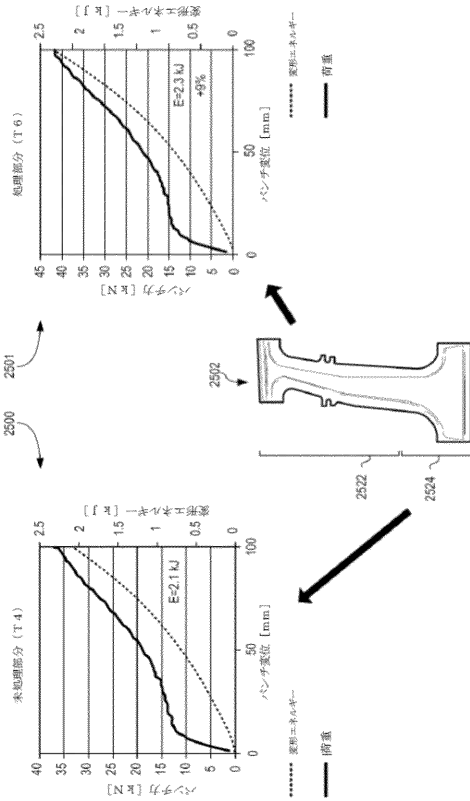
【図 23】



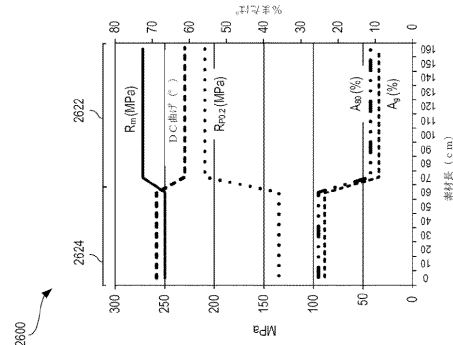
【図 24】



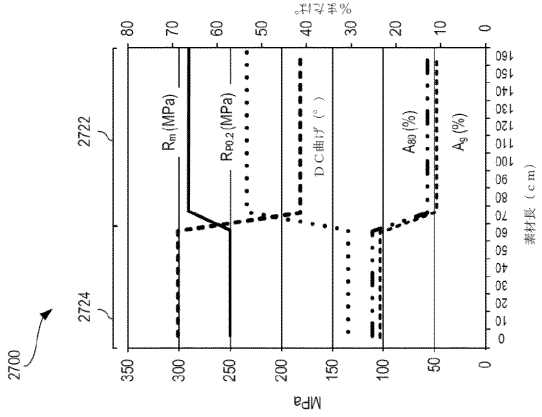
【図 25】



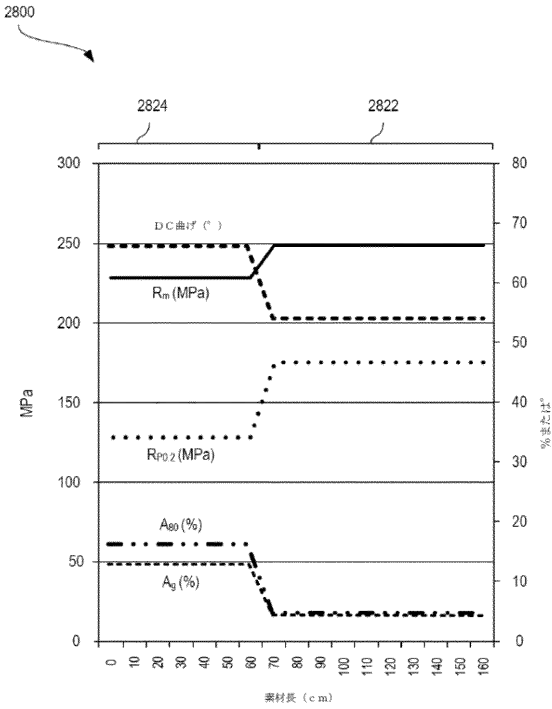
【図 26】



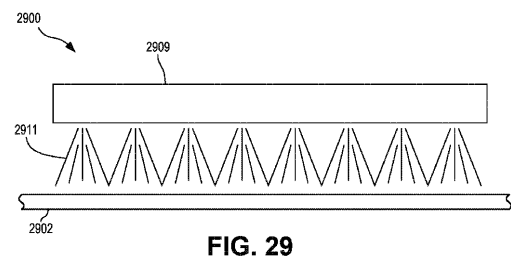
【図 27】



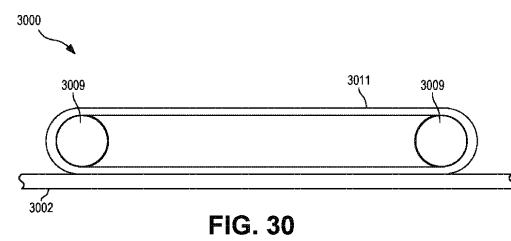
【図 28】



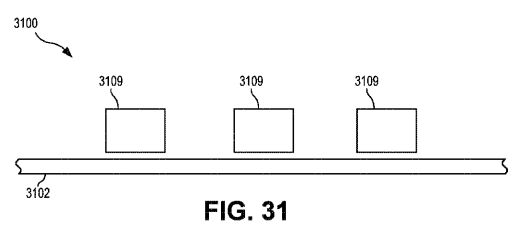
【図 29】



【図 30】



【図 31】



【 3 2 】

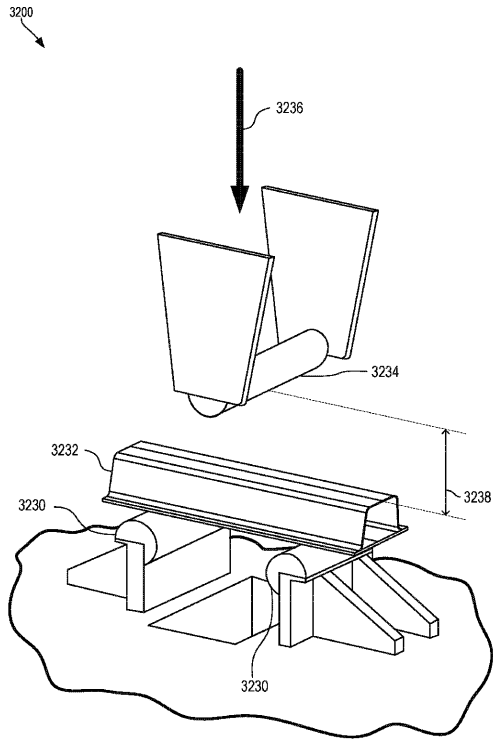


FIG. 32

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
C 2 2 F 1/00 6 9 1 B  
C 2 2 F 1/00 6 9 1 C  
C 2 2 F 1/00 6 0 2  
C 2 2 F 1/00 6 3 0 A  
C 2 2 F 1/00 6 3 1 A  
C 2 2 F 1/00 6 7 3

(72)発明者 ヴィンツェンツ・ホフマン  
スイス3974モラン、ルート・ドウ・コタブリオ1番

(72)発明者 イェルク・ジモン  
スイス3953ヴァレン、ウムファールングスシュトラッセ5番

審査官 馳平 憲一

(56)参考文献 特表2016-500751(JP,A)  
特開2010-044875(JP,A)  
特開2014-148726(JP,A)  
特開昭61-246315(JP,A)  
特開2013-111591(JP,A)  
特開昭60-244418(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
C 2 1 D 9 / 5 6 - 9 / 6 3  
C 2 2 F 1 / 0 0 - 1 / 1 8