(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7182840号
(P7182840)

(45)発行日　令和4年12月5日(2022.12.5)

(24)登録日　令和4年11月25日(2022.11.25)

(51)国際特許分類		FI		
B05D 3/12 (2006.01)		B05D	3/12	B
B05D 5/10 (2006.01)		B05D	5/10	
B05D 7/00 (2006.01)		B05D	7/00	Z
C09J 5/00 (2006.01)		C09J	5/00	
C09J 201/00 (2006.01)		C09J	201/00	

請求項の数　17　（全34頁）

(21)出願番号　特願2020-500028(P2020-500028)
(86)(22)出願日　平成30年3月16日(2018.3.16)
(65)公表番号　特表2020-514053(P2020-514053A)
(43)公表日　令和2年5月21日(2020.5.21)
(86)国際出願番号　PCT/US2018/022994
(87)国際公開番号　WO2018/170471
(87)国際公開日　平成30年9月20日(2018.9.20)
審査請求日　令和3年3月1日(2021.3.1)
(31)優先権主張番号　15/460,440
(32)優先日　平成29年3月16日(2017.3.16)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　519337112
オンロボット ロサンゼルス インコーポレイテッド
アメリカ合衆国，カリフォルニア州 ９００３４，ロサンゼルス，エリス アベニュー ８９２８
(74)代理人　100079108
弁理士　稲葉 良幸
(74)代理人　100109346
弁理士　大貫 敏史
(74)代理人　100117189
弁理士　江口 昭彦
(74)代理人　100134120
弁理士　内藤 和彦
(72)発明者　ダットハ テヘラーニー，ムハンマド
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　乾燥接着剤微細構造の後処理用のシステム及び方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
後処理された先端を形成するべく乾燥接着剤微細構造を後処理する方法であって、
（ａ）把持表面に隣接した複数の微細構造と自己アライメントするように、液体ポリマー層を制御することと、
（ｂ）コンピュータプロセッサにより、前記液体ポリマー層による前記把持表面上の印加圧力の読取りを受け取ることと、
（ｃ）前記把持表面上の印加圧力の前記読取りと前記把持表面上の前記印加圧力に対する基準圧力値との比較に少なくとも部分的に基づいて前記把持表面の位置との関係において前記液体ポリマー層の位置を調節することと、
（ｄ）前記液体ポリマー層の一部分が前記複数の微細構造のうちのそれぞれの微細構造の先端上において保持されるように、前記液体ポリマー層を引き戻すことと、
（ｅ）前記液体ポリマー層の前記一部分を硬化させることと、
を有する方法。
【請求項２】
前記コンピュータプロセッサは、前記液体ポリマー層による前記把持表面上の前記印加圧力の前記読取りを受け取り、且つ、リアルタイムで前記液体ポリマー層の前記位置を調節する、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
（ｅ）における前記硬化は、それぞれの微細構造の前記先端を表面に圧接状態において

押圧しつつ、実行される、請求項１に記載の方法。
【請求項４】
それぞれの微細構造の前記先端を前記表面に圧接状態において押圧することは、前記複数の微細構造と自己アライメントするように、前記表面を制御することを有する、請求項３に記載の方法。
【請求項５】
（ｉ）前記コンピュータプロセッサにより、前記表面による前記把持表面上の印加圧力の読取りを受け取ることと、（ｉｉ）前記印加圧力の読取り及び既定の押圧圧力を使用することにより、前記表面の位置を調節することと、を更に有する、請求項４に記載の方法。
【請求項６】
前記コンピュータプロセッサは、前記表面による前記把持表面上の前記印加圧力の前記読取りを受け取り、且つ、リアルタイムで前記表面の前記位置を調節する、請求項５に記載の方法。
【請求項７】
（ａ）～（ｅ）において、前記把持表面の前記位置は、静止状態にある、請求項１に記載の方法。
【請求項８】
前記複数の微細構造のうちのそれぞれの微細構造は、実質的に同一の方向に沿って方向付けされている、請求項１に記載の方法。
【請求項９】
前記複数の微細構造のうちのそれぞれの微細構造は、平行な長手方向軸を有し、前記平行な長手方向軸は、ゼロ度超の角度において前記把持表面の法線との関係において方向付けされている、請求項８に記載の方法。
【請求項１０】
前記複数の微細構造のうちのそれぞれの微細構造は、第１の表面及び第２の表面を含むウェッジ形状を有し、前記第１の表面は、前記第２の表面よりも大きな表面積を有する、請求項１に記載の方法。
【請求項１１】
前記複数の微細構造及び前記液体ポリマー層は、同一のエラストマを有する、請求項１に記載の方法。
【請求項１２】
前記複数の微細構造は、１つ又は複数の導電性添加剤を有する、請求項１に記載の方法。
【請求項１３】
前記液体ポリマー層は、１つ又は複数の導電性添加剤を有する、請求項１に記載の方法。
【請求項１４】
前記後処理された先端のうちの所与の後処理された先端は、前記所与の後処理された先端の特性軸からそれぞれが突出する１つ又は複数のフラップを有する、請求項１に記載の方法。
【請求項１５】
前記１つ又は複数のフラップは、平行な長手方向軸を有し、前記長手方向軸は、ゼロ度超の角度において前記把持表面の法線との関係において方向付けされている、請求項１４に記載の方法。
【請求項１６】
前記１つ又は複数のフラップの前記長手方向軸は、前記複数の微細構造の長手方向軸に対して平行ではない、請求項１５に記載の方法。
【請求項１７】
前記把持表面の前記位置との関係において前記液体ポリマー層の前記位置を前記調節することは、前記把持表面上の印加圧力の前記読取りが前記基準圧力値から所定の誤差範囲内であるように、実行される、請求項１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
［0001］本出願は、２０１７年３月１６日付けで出願された米国特許出願第１５／４６０，４４０号の利益を主張するものであり、この出願は、引用により、そのすべてが本明細書に包含される。
【０００２】
連邦政府資金による研究開発の記載
［0002］本発明は、米国航空宇宙局（ＮＡＳＡ：National Aeronautics and Space Administration）の中小企業技術革新研究（ＳＢＩＲ：Small Business Innovation Research）プログラムによって締結された契約番号第ＮＮＸ１６ＣＰ１９Ｃ号の下に米国政府の支援によって実施されたものである。米国政府は、本発明において特定の権利を有する。
【背景技術】
【０００３】
背景
［0003］人工的な細繊維の微細構造は、ヤモリの足指上のマイクロスケールの剛毛の乾燥接着能力を模していることが示されている。具体的には、個々の細繊維の微細構造は、実際の接触エリアを改善するべく、且つ、これにより、個々の繊維と接触表面との間の吸着力（例えば、分子間ファンデルワールス力）を増大させるべく、接着表面に準拠するように、構成することができる。液体の分泌に依存してはいない乾燥接着剤は、表面上に残留物を残すことなしに、且つ、最小限の汚染を伴って、接触表面に接着し、且つ、これから解放されることにより、反復された使用と、相対的に長い寿命と、を許容することができる。
【０００４】
［0004］細繊維の微細構造の物理特性及び材料プロパティは、その接着性能を改善する可能性もあり、或いは、低減する可能性もある。例えば、人工の細繊維の微細構造は、個々の繊維と接触表面との間の実際の接触エリアを増大させうる、且つ、これらの人工の細繊維の微細構造の乾燥接着性能を大幅に改善しうる、キノコ様のフラップなどの、特定の形状を有する先端を有するように、製造又は後処理することができる。別の例においては、人工の細繊維の微細構造は、異なる材料プロパティを有する材料を有するように、製造又は後処理することができる。いくつかの例においては、材料の導電率などの、異なる材料プロパティにより、微細構造内への検知システムの統合を許容することができる。
【発明の概要】
【課題を解決するための手段】
【０００５】
概要
［0005］本明細書において認知されているのは、接着性能を改善しうる乾燥接着剤微細構造の後処理用のシステム及び方法である。いくつかの態様においては、微細構造は、キノコ様のフラップを有するなどのように、物理的特性を変更するように、後処理することができる。その他の態様においては、微細構造は、異なる材料を有するように、後処理されうるか、或いは、当初から製造されうる。いくつかの例においては、導電性材料を有する微細構造を係合検知システムに統合することができる。
【０００６】
［0006］提供されているのは、後処理済みの先端を形成するように、乾燥接着剤微細構造を後処理する方法である。方法は、把持表面に隣接した複数の微細構造と自己アライメントするように、液体ポリマー層を制御することと、コンピュータプロセッサにより、前記液体ポリマー層による前記把持表面上の印加圧力の読取りを受け取ることと、少なくとも部分的に前記印加圧力の読取り及び既定の浸漬圧力に基づいて前記把持表面の位置との関係において前記液体ポリマー層の位置を調節することと、前記液体ポリマー層の一部分

が前記複数の微細構造のそれぞれの微細構造の先端上において保持されるように、前記液体ポリマーを引き戻すことと、前記液体ポリマー層の前記部分を硬化させることと、を有することができる。

【０００７】

［0007］ いくつかの実施形態においては、コンピュータプロセッサは、液体ポリマー層による把持表面上の印加圧力の読取りを受け取ることが可能であり、且つ、リアルタイムで液体ポリマー層の位置を調節することができる。

【０００８】

［0008］ いくつかの実施形態においては、硬化は、それぞれの微細構造の先端を表面に圧接状態において押圧しつつ、実行することができる。表面は、硬い表面であってよい。

【０００９】

［0009］ いくつかの実施形態においては、表面に圧接状態においてそれぞれの微細構造の先端を押圧することは、複数の微細構造と自己アライメントするように表面を制御することを有することができる。表面の自己アライメントの後に、方法は、コンピュータプロセッサにより、表面による把持パッド上の印加圧力の読取りを受け取ることと、硬い表面による把持パッド上の印加圧力の読取り及び既定の押圧圧力を使用することにより、表面の位置を調節することと、を更に有することができる。コンピュータプロセッサは、表面による把持表面上の印加圧力の読取りを受け取ることが可能であり、且つ、リアルタイムで表面の位置を調節することができる。

【００１０】

［0010］ いくつかの実施形態においては、把持表面の位置は、方法の全体を通じて静止状態にあってよい。例えば、把持表面は、その位置を固定することが可能であり、且つ、液体ポリマー層又は表面、或いは、これらの両方を静止した把持表面との関係において運動させることができる。

【００１１】

［0011］ いくつかの実施形態においては、複数の微細構造のうちのそれぞれの微細構造を実質的に同一の方向に沿って方向付けすることができる。例えば、これにより、乾燥接着剤の方向の制御を許容することができる。いくつかの実施形態においては、複数の微細構造のうちの微細構造は、平行な長手方向軸を有することが可能であり、この場合に、平行な長手方向軸は、ゼロ度超の角度において、把持表面の法線との関係において方向付けされている。

【００１２】

［0012］ いくつかの実施形態においては、複数の微細構造のうちのそれぞれの微細構造は、第１の表面及び第２の表面を含むことが可能であり、この場合に、第１の表面は、第２の表面よりも大きな表面積を有する。例えば、それぞれの微細構造は、ウェッジ形状であってよい。

【００１３】

［0013］ いくつかの実施形態においては、複数の微細構造及び液体ポリマー層は、同一のエラストマを有することができる。いくつかの実施形態において、複数の微細構造は、１つ又は複数の導電性接着剤を有することができる。いくつかの実施形態においては、液体ポリマー層は、１つ又は複数の導電性接着剤を有することができる。

【００１４】

［0014］ いくつかの実施形態においては、後処理された先端のうちの所与の後処理された先端は、所与の後処理された先端の特性軸からそれぞれが突出している１つ又は複数のフラップを有することができる。所与の後処理された先端の特性軸は、所与の後処理された先端の長手方向軸であってよい。

【００１５】

［0015］ いくつかの実施形態においては、１つ又は複数のフラップは、平行な長手方向軸を有することが可能であり、この場合に、長手方向軸は、ゼロ度超の角度において、把持表面の法線との関係において方向付けされている。いくつかの実施形態においては、１

つ又は複数のフラップの長手方向軸は、複数の微細構造の長手方向軸に対して平行でなくてもよい。

【００１６】

［0016］ 提供されているのは、先端を形成するように、乾燥接着剤微細構造を処理する装置である。装置は、把持表面を有するプレートであって、把持表面は、複数の微細構造を有する、プレートと、第１の表面及び第１の表面とは反対の第２の表面を有する上昇プレートと、を有することが可能であり、この場合に、第１の表面は、把持表面とインターフェイスしており、且つ、上昇プレートは、第２の表面に結合された球面継手を中心として回転可能である。装置は、近位端及び遠位端を有するアームであって、遠位端は、球面継手に結合されており、且つ、近位端は、プレートのプレーンに対して垂直の軸において運動するように構成されたリニアステージに装着されている、アームと、上昇プレートによる把持表面上の印加圧力を計測するように構成された圧力センサと、圧力センサ及びリニアステージに動作自在に結合された１つ又は複数のプロセッサと、を更に有することが可能であり、この場合に、１つ又は複数のコンピュータプロセッサは、（ｉ）圧力センサから、印加圧力の読取りを受け取り、且つ、（ｉｉ）プレートの位置との関係におけるリニアステージの位置を調節するべく、印加圧力の読取り及び既定の圧力設定を利用するように、個別に又は集合的にプログラミングされている。

【００１７】

［0017］ いくつかの実施形態においては、上昇プレートには、硬化されていないポリマーの液体層を提供することができる。いくつかの実施形態においては、硬化されていないポリマーの液体層は、１つ又は複数の導電性添加剤を有することができる。いくつかの実施形態においては、上昇プレートは、硬い表面であってよい。いくつかの実施形態においては、上昇プレートには、別個の硬い表面を提供することができる。

【００１８】

［0018］ いくつかの実施形態においては、上昇プレートの第１の表面は、接触の際に、把持表面に対して自己アライメントすることができる。

【００１９】

［0019］ いくつかの実施形態においては、１つ又は複数のコンピュータプロセッサは、マイクロメートルの精度により、リニアステージの位置を調節することができる。或いは、この代わりに、コンピュータプロセッサは、ナノメートルの精度により、リニアステージの位置を調節することができる。

【００２０】

［0020］ いくつかの実施形態においては、この装置から形成された先端のうちの所与の先端は、所与の先端の特性軸からそれぞれが突出している１つ又は複数のフラップを有することができる。

【００２１】

［0021］ 提供されているのは、把持パッド内の統合型の係合検知システムである。係合検知システムは、バッキング層上の複数の微細構造内に統合することができる。統合型の係合検知システムは、第１の導電率を有する第１の材料を有するバッキング層と、第２の導電率を有する第２の材料を有する複数の微細構造ストーク（microstructure stalk）であって、複数の微細構造ストークのうちのそれぞれの微細構造ストークの端部は、バッキング層に結合され、且つ、それぞれの微細構造ストークは、把持表面が係合状態にある際に少なくとも１つの隣接する微細構造ストークに結合されるように構成されており、且つ、第２の導電率は、第１の導電率よりも大きい、微細構造ストークと、バッキング層上に、或いは、これに隣接した状態において、配設された複数の検知電極であって、複数の検知電極のうちの任意の２つの検知電極は、電圧を計測するように構成されている、検知電極と、複数の検知電極に動作自在に結合された１つ又は複数のコンピュータプロセッサであって、（ｉ）電流をバッキング層に印加し、（ｉｉ）電圧の読取りを受け取り、且つ、（ｉｉｉ）電圧の読取りに基づいて把持表面の係合状態を判定するように、個別に又は集合的にプログラミングされた１つ又は複数のコンピュータプロセッサと、を有することが

できる。
【００２２】
［0022］ いくつかの実施形態においては、電圧の読取りの変化により、係合状態を通知することができる。
【００２３】
［0023］ いくつかの実施形態においては、電流は、直流であってよく、且つ、係合状態は、それぞれの微細構造ストークが少なくとも１つの隣接する微細構造ストークと接触した際に、判定することができる。いくつかの実施形態においては、電流は、交流であってよく、且つ、係合状態は、それぞれの微細構造ストークが少なくとも１つの隣接する微細構造ストークと準接触（near contact）を実現した際に、判定することができる。
【００２４】
［0024］ いくつかの実施形態においては、第２の導電率は、少なくとも１つ又は複数の桁だけ、第１の導電率よりも大きくてもよい。
【００２５】
［0025］ いくつかの実施形態においては、１つ又は複数のプロセッサは、少なくとも部分的に係合状態に基づいて把持表面に対して機械的なアクションを実行するように、個別に又は集合的にプログラミングすることができる。いくつかの例においては、機械的なアクションは、せん断負荷の印加又は解放であってよい。いくつかの例においては、機械的なアクションは、事前負荷の印加又は解放であってよい。
【００２６】
［0026］ いくつかの実施形態においては、複数の微細構造ストークのうちのそれぞれの微細構造ストークは、第１の表面及び第２の表面を含むことが可能であり、この場合に、第１の表面は、第２の表面よりも大きな表面積を有する。いくつかの実施形態においては、複数の微細構造ストークのうちのそれぞれの微細構造ストークは、後処理された先端を有することができる。
【００２７】
［0027］ いくつかの実施形態においては、システムは、光源と、光学センサと、電気通信状態にあり、且つ、バッキング層の周囲において位置決めされた、複数の周辺電極と、を更に有する。１つ又は複数のコンピュータプロセッサは、電流をバッキング層の周囲に印加し、光学センサにおける電圧の読取りを受け取り、且つ、光学センサにおける電圧の読取りに基づいて把持表面の係合状態を判定するように、個別に又は集合的にプログラミングすることができる。
【００２８】
［0028］ いくつかの実施形態においては、光学センサは、フォトトランジスタである。
【００２９】
［0029］ いくつかの実施形態においては、光源は、発光ダイオードである。
【００３０】
［0030］ 提供されているのは、把持表面の係合を検知する方法である。方法は、電流を把持表面のバッキング層に印加することであって、複数の微細構造ストークのうちのそれぞれの微細構造ストークの端部は、バッキング層に装着されている、ことと、第１の基準点と第２の基準点との間において電圧又は電流を計測することであって、第１及び第２の基準点は、バッキング層上において配置されている、ことと、複数の微細構造ストークを通じて第１及び第２の基準点の間の導電性経路をオープンすることであって、それぞれの微細構造ストークは、把持表面が係合状態にある際に、少なくとも１つの隣接する微細構造ストークに結合されており、且つ、複数の微細構造ストークは、バッキング層よりも大きな導電率を有する、ことと、電圧又は電流の変化から、把持表面の係合状態を判定することと、を有することができる。
【００３１】
［0031］ いくつかの実施形態においては、電圧又は電流の読取りの変化により、係合状態を通知することができる。

【００３２】
［0032］ いくつかの実施形態においては、複数の微細構造ストークは、少なくとも１つ又は複数の桁だけ、バッキング層の導電率よりも大きな導電率を有することができる。
【００３３】
［0033］ いくつかの実施形態においては、電流は、直流であってよく、且つ、係合状態は、それぞれの微細構造ストークが少なくとも１つの隣接する微細構造ストークに接触した際に、判定することができる。いくつかの実施形態においては、電流は、交流であってよく、且つ、係合状態は、それぞれの微細構造ストークが少なくとも１つの隣接する微細構造ストークと準接触を実現した際に、判定することができる。
【００３４】
［0034］ いくつかの実施形態においては、方法は、少なくとも部分的に係合状態に基づいて把持表面に対して機械的なアクションを実行することを更に有することができる。機械的なアクションは、せん断負荷の印加又は解放であってよい。機械的なアクションは、事前負荷の印加又は解放であってよい。
【００３５】
［0035］ いくつかの実施形態においては、複数の微細構造ストークのうちのそれぞれの微細構造ストークは、第１の表面及び第２の表面を含むことが可能であり、この場合に、第１の表面は、第２の表面よりも大きな表面積を有する。
【００３６】
［0036］ いくつかの実施形態においては、複数の微細構造ストークのうちのそれぞれの微細構造ストークは、後処理された先端を有することができる。
【００３７】
［0037］ 別の態様においては、提供されているのは、物体を操作するシステムである。システムは、バッキング層と、バッキング層から突出する複数の微細構造ストークであって、複数の微細構造ストークのうちの所与の微細構造ストークは、少なくとも１つの導電性添加剤によってドーピングされた材料を有する、微細構造ストークと、複数の微細構造ストークのそれぞれのものの特性軸から突出している１つ又は複数のフラップであって、この１つ又は複数のフラップは、複数の微細構造ストークとは別個である、フラップと、を有することができる。
【００３８】
［0038］ いくつかの実施形態においては、少なくとも１つの導電性添加剤は、カーボンナノチューブを有することができる。いくつかの実施形態においては、少なくとも１つの導電性添加剤は、カーボンブラックを有することができる。
【００３９】
［0039］ いくつかの実施形態においては、少なくとも１つの導電性添加剤は、突起として所与の微細構造ストークの外側表面から突出することができる。いくつかの実施形態においては、少なくとも１つの導電性添加剤は、突起として外側表面から突出することができる。
【００４０】
［0040］ 本開示の更なる態様及び利点については、本開示の例示を目的とした実施形態のみが図示及び記述されている、以下の詳細な説明から、当業者に容易に明らかとなるであろう。理解されるように、本開示は、そのいずれもが本開示を逸脱することなしに、その他の且つ異なる実施形態の能力を有しており、且つ、そのいくつかの詳細も、様々な明らかな観点における変更の能力を有している。従って、図面及び説明は、その特性が、限定ではなく、例示を目的としたものであると見なすことを要する。
【００４１】
引用による包含
［0041］ 本明細書において言及されているすべての刊行物、特許、及び特許出願は、それぞれの個々の刊行物、特許、特許出願が、あたかも、具体的に、且つ、個別に、引用によって包含されることが通知されているのと同程度に、引用により、本明細書に包含され

る。引用によって包含された刊行物及び特許又は特許出願が本明細書において含まれている開示と矛盾している場合には、本明細書が、そのようなすべての矛盾した内容に取って代わる及び／又はそれらよりも優先するものと解釈されたい。

【００４２】

図面の簡単な説明

［0042］ 本発明の新規の特徴については、添付の請求項において具体的に記述されている。本発明の特徴及び利点に関する更に十分な理解は、本発明の原理が利用されている例示用の実施形態について記述した以下の詳細な説明と、以下の（本明細書においては、「図（Figure）」及び「図（FIG.）」とも呼称されている）添付図面と、を参照することにより、得られることになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００４３】

【図１Ａ】[0043]負荷が解除された状態における把持パッドの表面上の例示用の微細構造の斜視図を示す。

【図１Ｂ】[0044]負荷が印加された状態における把持パッドの表面上の例示用の微細構造の斜視図を示す。

【図２Ａ】[0045]把持パッドの表面上の処理前の微細構造の断面正面図を示す。

【図２Ｂ】[0046]把持パッドの表面上の処理後の微細構造の断面正面図を示す。

【図２Ｃ】[0047]把持パッドの表面上の処理後の微細構造の斜視図でありうる。

【図３Ａ】[0048]キノコ様のフラップをそれぞれの乾燥接着剤微細構造ストークの先端に追加する浸漬プロセスを示す。図３Ａは、第１のステップを示す。

【図３Ｂ】[0048]キノコ様のフラップをそれぞれの乾燥接着剤微細構造ストークの先端に追加する浸漬プロセスを示す。図３Ｂは、第２のステップを示す。

【図３Ｃ】[0048]キノコ様のフラップをそれぞれの乾燥接着剤微細構造ストークの先端に追加する浸漬プロセスを示す。図３Ｃは、第３のステップを示す。

【図３Ｄ】[0048]キノコ様のフラップをそれぞれの乾燥接着剤微細構造ストークの先端に追加する浸漬プロセスを示す。図３Ｄは、第４のステップを示す。

【図４Ａ】[0049]緩和位置における後処理装置を示す。

【図４Ｂ】[0050]圧力印加位置における後処理装置を示す。

【図５】[0051]制御システムを有する後処理装置のブロック図を示す。

【図６】[0052]乾燥接着剤微細構造の後処理用の方法を示す。

【図７】[0053]硬化プロセスを示す。

【図８】[0054]把持パッドの概略力図を示す。

【図９Ａ】[0055]非係合状態におけるバッキング層から突出する複数のウェッジ形状の微細構造ストークの断面正面図を示す。

【図９Ｂ】[0056]係合状態における複数のウェッジ形状の微細構造ストークの断面正面図を示す。

【図１０】[0057]係合を検知する方法を示す。

【図１１Ａ】[0058]光学係合検知システムの断面側面図を示す。

【図１１Ｂ】[0058]光学係合検知システムの断面底面図を示す。

【図１２】[0059]把持制御システムの概略図を示す。

【発明を実施するための形態】

【００４４】

詳細な説明

［0060］ 本開示は、乾燥接着剤微細構造の後処理用のシステム及び方法を提供している。いくつかの態様においては、乾燥接着剤における微細構造の、形状、サイズ、又は容積などの、物理特性の変化は、全体的な接着性能を改善又は低減するように、微細構造と接触表面との間のファンデルワールス相互作用の程度に対して影響を及ぼしうる。従って、微細構造は、接着性能を改善するべく、１つ又は複数の物理特性を変更するように、後処理することができる。例えば、微細構造は、接触表面とインターフェイスするべく、キノ

コ様のフラップをその先端において有するように、後処理することができる。インターフェイスにおける増大した接触表面は、吸着力（例えば、ファンデルワールス相互作用）を増大させることができる。いくつかの態様においては、乾燥接着剤における微細構造の材料組成の変化は、全体的な接着性能を改善又は低減するように、乾燥接着剤の接着の動作及び弾性率（例えば、ヤング率）などの、機械的プロパティに対して影響を及ぼしうる。例えば、接着性能を改善するべく、導電性添加剤を材料に追加することができる。その他の態様においては、導電性材料を有する微細構造は、微細構造内への事前負荷型の係合検知システムの統合を許容することがきる。

【００４５】

[0061] 本明細書の説明における「エラストマ」という用語は、印加力に応答してプロパティを変化させる材料を意味している。エラストマは、様々な組成において、法線力（normal force）、圧縮、トルク、或いは、せん断応力又は力に応答している。また、いくつかのエラストマは、「ゴム」、「ポリマー」、又は「シリコーン」とも呼称されている。通常は、但し、常にではないが、エラストマは、物理的な変形を伴って、印加力に応答している。これに加えて、エラストマは、印加された力、応力、又はトルクに応答して、インピーダンスなどの、様々なプロパティを変更するように、設計することもできる。エラストマは、１つの次元において、或いは、複数の次元において、応力が印加された際に、プロパティを変更するように、構成することができる。

【００４６】

[0062] エラストマは、例えば、望ましい柔軟性、剛性（即ち、スプリング定数、或いは、圧力に応答した寸法の変化）、準拠性（即ち、湾曲した又は複雑な形に準拠する能力）、厚さ、色、又は電気又は熱の伝導性などの、所与の用途に望ましいものとなりうる、様々なプロパティを有するように、構成及び製造することができる。エラストマの別のプロパティは、「硬度計」であり、これは、永久的な変形に対するその剛性又は抵抗力である。

【００４７】

[0063] 形状、サイズ、及び／又は容積におけるなどの、異なる物理特性を有する微細構造は、異なる接着プロパティを有することができる。いくつかの態様においては、乾燥接着剤における微細構造の、形状、サイズ、又は容積などの、物理特性は、全体的な接着性能を改善又は低減するように、微細構造と接触表面との間のファンデルワールス相互作用の程度に影響を及ぼしうる。微細構造は、接着性能を改善するべく、１つ又は複数の物理的特性を変更するように、後処理することができる。

【００４８】

[0064] 図１Ａは、負荷が解除された状態における把持パッドの表面上の例示用の微細構造の斜視図を示している。図１Ａは、正確な縮尺において描かれてはいない。複数の微細構造１０２が、把持パッドの表面１０４又は接着のために意図された任意のその他の表面上に存在することができる。表面１０４は、接着のために意図された相対的に大きな表面のサンプル部分を表しうる。また、表面１０４などの、微細構造を有する表面は、バッキング層と呼称することもできる。微細構造ストークは、バッキング層内において固定された第１の端部と、バッキング層から離れるように長手方向において延在している、ストークの先端などの、第２の端部と、という２つの端部を有することができる。微細構造ストークの先端は、尖っていてもよい。或いは、この代わりに、微細構造ストークの先端は、フラットであってもよく、丸くなっていてもよく、或いは、相対的に複雑なパターンを有していてもよい。微細構造１０２のそれぞれは、実質的に均一な幾何学的構造を有することができる。例えば、図１Ａは、均一なウェッジ様の微細構造のアレイを示しており、この場合に、それぞれの微細構造の断面正面図は、ベースが表面１０４上において固定されると共に先端が表面１０４から離れるように長手方向において延在する状態において、三角形である（図２Ａを参照されたい）。或いは、この代わりに、微細構造１０２は、類似した又は異なる断面形状を有する、円錐形の、円筒形の、立方体形の、台形の、又はその他の相対的に複雑な幾何学的構造を有することもできる。

【００４９】
［0065］微細構造１０２は、マイクロスケールの寸法を有することができる。例えば、微細構造は、約３００、２５０、２００、１５０、１４０、１３０、１２０、１１０、１００、９０、８０、７０、６０、５０、４５、４０、３５、３０、２５、２０、１５、１０、９、８、７、６、５μm未満の最大寸法を有することができる。微細構造の最大寸法は、微細構造のその他の寸法よりも大きい、微細構造の寸法（例えば、長さ、幅、高さ、高度、直径など）であってよい。一例においては、ウェッジ様の微細構造は、約６０μmの高さ、２０μmの幅、及び２００μmの長さ、という寸法を有することができる。いくつかの例においては、微細構造１０２のそれぞれは、均一に離隔したアレイ又はグリッド様のパターンにおいて、表面１０４上においてレイアウトすることができる。例えば、それぞれの微細構造１０２のベースのエッジは、約２０～４０μmの距離だけ、隣接する微細構造のベースの最も近いエッジから分離されていてもよい。その他の例においては、微細構造１０２のそれぞれは、不均一なギャップがそれぞれの微細構造の間に存在している状態において、任意のパターンにおいてレイアウトされていてもよい。
【００５０】
［0066］バッキング層は、任意の厚さを有することができる。例えば、バッキング層は、最大で、約５ミリメートル（mm）、４．５mm、４mm、３．５mm、３mm、２．５mm、２mm、１．５mm、１mm、０．５mm、０．４mm、０．３mm、０．２mm、０．１mm以下の最大厚さを有することができる。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、バッキング層は、少なくとも、約０．１mm、０．２mm、０．３mm、０．４mm、０．５mm、１mm、１．５mm、２mm、２．５mm、３mm、３．５mm、４mm、４．５mm、５mm以上の最大厚さを有することができる。
【００５１】
［0067］それぞれの微細構造１０２を実質的に表面１０４上の同一の方向において方向付けすることにより、微細構造１０２を有する把持表面が、せん断負荷が好ましい方向１１０において印加された際には、接触表面に接着し、且つ、せん断負荷が緩和された際には、分離されるように、構成されている、方向的制御を実現することができる。それぞれの微細構造の先端又は特性軸（例えば、図２Ａの軸２１０）は、好ましいせん断負荷の方向１１０から離れるように傾斜するべく、構成することができる。特性軸は、長手方向軸であってよい。図１Ａにおけるように、負荷が解除された状態においては、ウェッジ様の微細構造１０２の先端は、微細構造と接触表面との間の最小限の接触エリアのみを許容しており、この結果、相対的に小さなファンデルワールス相互作用と、従って、低い接着性能と、が許容される。せん断負荷が、好ましい方向１１０において微細構造１０２に印加された際には、微細構造１０２は、図１Ｂにおけるように、微細構造と接触表面との間の接触エリアが大幅に増大するように、好ましい方向１１０とは反対の方向において接触表面に圧接状態において準拠する又は折れ曲がることが可能であり（接触表面は、図示されていない）、この結果、相対的に大きなファンデルワールス相互作用と、従って、相対的に大きな接着性能と、が許容される。せん断負荷が緩和された際には、微細構造１０２は、図１Ａにおけるように、初期の負荷が解除された状態に戻ることができる。微細構造１０２は、負荷が解除された状態と負荷が印加された状態との間における反復される構造的な準拠に耐えうる、準拠性材料（例えば、エラストマ）を有することができる。微細構造を構成する材料については、更に後述することとする。
【００５２】
［0068］図１Ｂは、負荷が印加された状態における把持パッドの表面上の例示用の微細構造の斜視図を示している。図１Ｂは、正確な縮尺において描かれてはいない。複数の微細構造１０６が、把持パッドの表面１０８又は接触のために意図された任意のその他の表面上に存在することができる。負荷が印加された状態においては、上述のように、せん断負荷が、好ましい方向１１２内において印加されており、この結果、微細構造１０６が接触表面（図１Ｂには、描かれていない）に圧接状態において好ましい方向１１２とは反対の方向において折り曲げられ、これにより、微細構造１０６と接触表面との間の実際の接

触エリアが増大する。軸に沿って延在する長さを有する、ウェッジ様の構造は、延在する長さに沿って、増大した接触エリアを提供することができる。いくつかの例においては、表面１０４及び１０８は、同一の表面であってよく、好ましい方向１１０及び１１２も、同一の方向であってよく、且つ、微細構造１０２及び１０６は、それぞれ、負荷が解除された状態及び負荷が印加された状態における同一の微細構造を表すことができる。

【００５３】

［0069］ これらの微細構造の乾燥接着性能は、キノコ様のフラップをそれぞれの繊維の先端に追加するべく、それぞれの微細構造の個々の先端を再構成する後処理プロセスを通じて、大幅に改善することができる。微細構造の負荷が印加された状態においては、キノコ様のフラップは、微細構造と接触表面との間において増大した接触エリアを提供することができる。

【００５４】

［0070］ 図２Ａは、把持パッドの表面上の処理前の微細構造の断面正面図を示しており、且つ、図２Ｂは、把持パッドの表面上の処理後の微細構造の断面正面図を示している。図２Ａにおいては、複数の処理前のウェッジ形状の微細構造２０４が、把持パッドの表面２０２又は接着のために意図された任意のその他の表面上において存在している。表面２０２は、接着のために意図された相対的に大きな表面のサンプル部分を表すことができる。微細構造２０４のそれぞれは、好ましいせん断負荷の方向２０８から離れるように傾斜する長手方向軸２１０を有する。いくつかの例においては、図２Ａは、図１Ａの断面正面図であってよい。

【００５５】

［0071］ 図２Ｂは、キノコ様のフラップを模した処理後の先端２０６を有するウェッジ形状の微細構造２０４を示している。それぞれの処理後の先端の長手方向軸２１２は、微細構造２０４の長手方向軸２１０よりも大きな角度において好ましい方向２０８から離れるように、傾斜することができる。図２Ｃは、図２Ｂの微細構造の斜視図であってよい。処理後の先端２０６は、緯度方向の軸２１４が表面２０２に対して実質的に平行な状態において、実質的にフラットな表面を有することができる。負荷が印加された状態において、有益には、処理後の先端２０６の追加された表面積は、好ましい方向２０８とは反対の方向において接触表面（図２Ａ及び図２Ｂには示されていない）に圧接状態において折れ曲がることが可能であり、且つ、微細構造と接触表面との間に相対的に大きな接触エリアを提供することができる。相対的に大きな接触エリアは、相対的に大きな吸着力（例えば、相対的に大きなファンデルワールス相互作用）を生成することが可能であり、且つ、把持表面の接着性能を改善することができる。図２Ａ～図２Ｃは、正確な縮尺において描かれてはいない。

【００５６】

［0072］ 処理後の先端は、浸漬プロセスを通じて製造することができる。図３Ａ～図３Ｄは、図３Ａ、図３Ｂ、図３Ｃ、及び図３Ｄの順番において、キノコ様のフラップ３１０を乾燥接着剤微細構造ストーク３０６のそれぞれのものの先端に追加する浸漬プロセスを示している。図３Ａにおいて、把持パッドのバッキング層３０８の表面、又は接着のために意図されたその他の表面が、複数の微細構造ストーク３０６を有している。硬化されていない液体ポリマーの薄い層３０４が、高速スピンコーティング技法などを通じて、形成され、且つ、基材３０２（例えば、ガラスウエハ）上において担持されている。液体ポリマー層３０４は、なんらかの上方の距離において、微細構造ストーク３０６の先端に対向するようにアライメントされている。液体ポリマー層３０４は、バッキング層３０８と平行に、或いは、実質的に平行に、なるように、アライメントすることができる。いくつかの例においては、硬化されていない液体ポリマー３０４は、微細構造ストーク３０６が有するものと同一のエラストマを有することができる。その他の例においては、硬化されていない液体ポリマー３０４は、微細構造ストーク３０６が有しているものとは異なる材料を有することができる。

【００５７】

［0073］次に、図３Ｂにおいて、微細構造３０６の先端が、液体ポリマー層３０４内に浸漬されている。いくつかの例においては、液体ポリマー層３０４を微細構造ストーク３０６に向かって下方に移動させることができる。或いは、この代わりに、微細構造ストーク３０６を液体ポリマー層３０４に向かって上方に移動させることもできる。或いは、この代わりに、微細構造ストーク３０６及び液体層３０４の両方を互いに向かって移動させることもできる。浸漬の後に、微細構造ストーク３０６が液体ポリマー層３０４から引き戻されるか、或いは、液体ポリマー層３０４が微細構造ストーク３０６から引き戻され、それぞれの微細構造３０６は、その先端において、なんらかの量の硬化されていない液体ポリマー３０４を保持している。次に、図３Ｃにおいて、硬化されていない液体ポリマー３０４が、硬い表面３１２に圧接状態において押圧されるように、微細構造ストーク３０６の先端を硬い表面３１２（例えば、ガラスウエハ）との接触状態に移動させている。硬い表面３１２は、パッキング層３０８に対して、平行、或いは、実質的に平行であってよく、且つ、変形を伴うことなしに先端の押圧に耐えるべく、十分に硬くてもよい。微細構造３０６の先端上の硬化されていないポリマー３０４は、硬い表面３１２に圧接状態において一定の負荷の下において押圧された状態で、硬化させることができる。次いで、図３Ｄにおいて、キノコ様のフラップ３１０を有する微細構造３０６を結果的に得るべく、硬化された微細構造を硬い表面３１２から剥離することができる。

【００５８】

［0074］押圧ステップにおける一定の負荷の大きさは、処理後の先端の結果的に得られる傾斜角度（例えば、図２Ｂの長手方向軸２１０及び２１２の間の角度）を変更及び／又はするように、変更することができる。負荷の大きさは、後処理された先端の結果的に得られる形状（例えば、キノコ様のフラップやヘラの形状など）を変更及び／又は最適化するように、変更することができる。例えば、下向きの圧力は、約５キロパスカル（ｋＰａ）～約３０ｋＰａの範囲であってよい。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、下向きの圧力は、少なくとも、約１、２、３、４、５、６、７、８、９、１０、１５、２０、２５、３０、３５、４０、４５、５０ｋＰａ以上であってよい。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、下向きの圧力は、最大で、約５０、４５、４０、３５、３０、２５、２０、１５、１０、９、８、７、６、５、４、３、２、１ｋＰａ以下であってよい。いくつかの例においては、相対的に大きな傾斜角度を得るべく、相対的に大きな下向きの圧力を印加することができる。

【００５９】

［0075］この代わりに、図３Ａ～図３Ｄの後処理プロセスは、先端が下向きに対向すると共に液体ポリマー層３０４及び硬い表面３１２が微細構造ストーク３０６の下方において位置決めされた状態で、上部に位置決めされた微細構造ストーク３０６を有することもできる。

【００６０】

［0076］いくつかの例においては、粘性材料（例えば、液体ポリマー）のスピンコーディングの際に又はその後に、このような材料は、スピンコーディング軸の中心において、或いは、その近傍において、蓄積しうる。この結果、浸漬プロセスにおいて、把持パッドに跨る微細構造の先端の不均一な後処理がもたらされる場合がある。例えば、（スピンコーティング軸との関係において）異なる半径方向位置において位置決めされた微細構造先端が、表面に圧接状態において押圧された後に硬化される異なる量のポリマー材料を保持しうる。結果的に得られる把持パッドは、把持パッドに跨って、異なる、不均一な、接着剤プロパティを有しうる。この問題に対処するために、パッドの全体にわたる均一な後処理を許容するべく、把持パッドから、ターゲットエリアを除去することができる。例えば、先端の均一な後処理を許容するべく、（例えば、スピンコーディング軸とアライメントしている）把持パッドの中心から、１７６平方ミリメートル（mm^2）のエリアを有する円形形状を除去することができる。或いは、この代わりに、矩形、多角形、又は非多角形の形状などの、任意のその他の形状を把持パッドから除去することもできる。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、任意のその他のエリアを把持パッドから除去することも

できる。例えば、少なくとも、約５０、１００、１１０、１２０、１３０、１４０、１５０、１６０、１７０、１８０、１９０、２００、２５０mm^{2}以上のエリアを除去することができる。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、最大で、約２５０、２００、１９０、１８０、１７０、１６０、１５０、１４０、１３０、１２０、１１０、１００、５０以下のエリアを除去することができる。いくつかの例においては、把持パッドの中心以外の場所から、このエリアを除去することができる。

【００６１】

[0077] 上述のように、処理後の先端の製造プロセスは、浸漬及び押圧ステージにおいて、異なる表面（例えば、把持パッド、液体ポリマーの硬化されていない層、硬い表面）の正確なアライメントのみならず、一定の且つ正確な負荷の印加を必要としうる。印加重量浸漬方式は、操作者又は技術者の個々のスキル及び経験の影響を受ける可能性があり、且つ、プロセスの反復は、不均一なバッチをもたらしうる。提供されているのは、製造プロセスを自動化しうる、且つ、後処理された乾燥接着剤微細構造の均一な歩留まりの大量生産を可能にしうる、システム及び方法である。方法は、印加重量方法の代わりに、ハードストップに基づいた浸漬方式を適用することができる。

【００６２】

[0078] 図４Ａ及び図４Ｂは、後処理装置の例を示している。図４Ａは、緩和された位置における装置を示しており、且つ、図４Ｂは、圧力印加位置における装置を示している。後処理装置は、静止ウエハ４０６と、上昇ウエハ４０８と、を有することができる。或いは、この代わりに、後処理装置は、静止プレートと、上昇プレートと、を有することもできる。静止ウエハ４０６及び上昇ウエハ４０８は、ガラスウエハであってよい。静止ウエハ４０６は、つまみねじの第１の組４２０により、ベースプレート４０４に位置を固定することができる。つまみねじの第１の組４２０は、静止ウエハ４０６の周囲の周りに配置された、任意の数（例えば、１、２、３、４、５、６、７、８、９、１０など）のつまみねじを有することができる。つまみねじは、軸を中心として時計回りに又は反時計回りに回転するように構成されたねじであってよく、この場合に、１つの方向における回転は、ロッキングアクションを実行することが可能であり、且つ、もう１つの方向における回転は、アンロッキングアクションを実行することができる。つまみねじは、装置の、操作者、又は制御システムが、手で、或いはツールにより把持すること、且つ、回転することが可能であるキャップを有することができる。例えば、時計回り又は反時計回りの方向において１つ又は複数のねじ４２０を緩めることにより、静止ウエハ４０６をベースプレート４０４からアンロック又は解放することが可能であり、且つ、１つ又は複数のねじ４２０を反対の方向において締め付けることにより、静止ウエハ４０６の位置をベースプレート４０４にロックすることができる。或いは、この代わりに、同一のロッキング及びアンロッキングアクションをつまみねじ以外のインターフェイス（例えば、ボルト、スイッチ、レバー、磁石、ハッチなど）を通じて実現することもできる。同様に、上昇ウエハ４０８も、つまみねじの第１の組４２０と同一の方式によって動作するつまみねじの第２の組４１２により、トッププレート４１０などに位置を固定することができる。例えば、時計回り又は反時計回り方向において１つ又は複数のねじ４１２を緩めることにより、トッププレート４１０から上昇ウエハ４０８をアンロック又は解放することが可能であり、且つ、１つ又は複数のねじ４１２を反対方向において締め付けることにより、上昇ウエハ４０８の位置をトッププレート４１０にロックすることができる。静止ウエハ４０６及び上昇ウエハ４０８は、つまみねじ４１２、４２０を緩める且つ締め付けることにより、便利に取り付け及び取り外しすることができる。

【００６３】

[0079] 後処理プロセスにおいて、乾燥接着剤微細構造を有する把持パッドは、微細構造の先端が上向きに対向するように、静止ウエハ４０６上において配置することができる。静止ウエハ４０６を担持するベースプレート４０４は、ロードセル４０２の上方において配置することができる。ロードセル４０２は、後処理プロセスにおいて、上昇ウエハ４０８などによって印加されるものなどの、把持パッド上の印加圧力を計測し、且つ、印加

圧力の読取りを制御システム（図４Ａ及び図４Ｂには示されていない）に送信するように、構成することができる。ロードセル４０２との関係における静止ウエハ４０６の初期位置は、保持スプリングを介して維持することができる。いくつかの例においては、ロードセル４０２は、その他の圧力又は力センサにより、置換することができる。

【００６４】

［0080］上昇アーム４１６は、近位端及び遠位端を有することができる。トッププレート４１０は、球面継手４１４を介して上昇アーム４１６の遠位端に接続することができる。トッププレート４１０及びトッププレート４１０に固定された上昇ウエハ４０８は、球面継手４１４を中心として回転することができる。いくつかの例においては、球面継手４１４は、１つ、２つ、又は３つの自由度において回転運動を許容するボールスイベルを有することができる。例えば、上昇ウエハ４０８は、球面継手４１４を中心としたロール、ピッチ、及びヨーを変更するように構成することができる。別の例においては、上昇ウエハ４０８は、球面継手４１４を中心としたロール及びピッチのみ、ロール及びヨーのみ、或いは、ピッチ及びヨーのみ、を変更するように構成することができる。別の例においては、上昇ウエハ４０８は、ロールのみ、ピッチのみ、又はヨーのみを変更するように構成することができる。

【００６５】

［0081］上昇アーム４１６の近位端は、モーター駆動型のリニアステージ４１８に装着することが可能であり、且つ、上昇アーム４１６は、静止ウエハのプレーンに対して垂直の軸（例えば、ｚ軸）において運動するように構成することができる。モーター駆動型のリニアステージ４１８は、線形ポテンショメータであってよい。モーター駆動型のリニアステージ４１８は、ステップモーターに基づいて動作することができる。ロードセルの読取りを受け取る同一の制御システムが、モーター駆動型のリニアステージ４１８のステッパモーターに対して命令を送信することができる。制御システムを通じて、後処理プロセスにおいて、上昇ウエハ４０８及びその上部の構成要素は、マイクロメートルの精度により、モーター駆動型のリニアステージ４１６により、静止ウエハ４０６上の把持パッド内にシステマチックに駆動することができる。例えば、制御システムは、図４Ａにおけるような緩和された位置と図４Ｂにおけるような圧力印加位置との間において装置を交互に切り替えることができる。制御システムは、圧力印加位置において印加される圧力の程度を更に制御することができる。いくつかの例においては、制御システムは、ナノメートルの精度により、モーター駆動型のリニアステージ４１６を制御することができる。上昇ウエハ４０８は、リニアステージ４１６などを介して、約５ｋＰａ～約３０ｋＰａの下向きの圧力を把持パッド上において印加するように、構成することができる。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、下向きの圧力は、少なくとも、約１、２、３、４、５、６、７、８、９、１０、１５、２０、２５、３０、３５、４０、４５、５０ｋＰａ以上であってもよい。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、下向きの圧力は、最大で、約５０、４５、４０、３５、３０、２５、２０、１５、１０、９、８、７、６、５、４、３、２、１ｋＰａ以下であってもよい。

【００６６】

［0082］いくつかの例においては、上昇アーム４１６は、非線形（例えば、アーチ形、湾曲した、フリーフォーム）方式で運動するように構成することができる。例えば、上昇アーム４１６は、その他の軸（例えば、ｘ軸、ｙ軸、ｚ軸）において、又はアーチ形のラインにおいて、運動することができる。

【００６７】

［0083］把持パッド上の微細構造の高さ及び／又は高度が約１００μｍでありうることから、静止ウエハ４０６上における上昇ウエハ４０８及び把持パッドの正確且つ高精度のアライメントが重要となりうる。

【００６８】

［0084］有益には、上昇ウエハ４０８は、静止ウエハに対して、それ自体を自己アライメントすることができる。上昇ウエハ４０８は、上昇ウエハ４０８が静止ウエハ４０６上

の把持パッドと接触状態になる時点まで、球面継手４１４を中心として回転してもよく、接触した際に、上昇ウエハ４０８は、それ自体を把持パッドの表面に対して自己アライメントすることができる。いくつかの例においては、上昇ウエハ４０８の下部表面は、把持パッド上の微細構造がその内部に浸漬される硬化されていないポリマーの薄い層（例えば、図３Ａの液体ポリマー層３０４）を有することができる。いくつかの例においては、上昇ウエハは、微細構造ストークがそれに圧接状態において押圧される、且つ、その先端上における硬化されていないポリマーが硬化される、硬い表面（例えば、図３Ｃの硬い表面３１２）を有することができる。上昇ウエハ４０８は、つまみねじ４１２を締め付ける及び／又は緩めることにより、装置に装填又は装填解除することができる。

【００６９】

［0085］図５は、制御システムを有する後処理装置のブロック図を示している。後処理装置は、静止ウエハ５０４と、上昇ウエハ５０６と、を有することができる。把持パッドがその上部に配置されうる静止ウエハ５０４は、ロードセル５０２の上方において位置決めすることができる。ロードセル５０２との関係における静止ウエハ５０４の初期位置は、保持スプリングを介して維持することができる。上昇ウエハ５０６は、球面継手５０８を介して上昇アーム５１０に接続することができる。上昇ウエハ５０６は、球面継手５０８を中心として回転（例えば、ヨーイング、ピッチング、ローリング）することができる。いくつかの例においては、上昇ウエハ５０６は、その重心において球面継手５０８に接続することができる。その他の例においては、上昇ウエハ５０６は、上昇ウエハ５０６がその自由運動の際に静止ウエハ５０４に対して実質的に平行な位置を取得しうる異なる場所において球面継手５０８に接続することができる。上昇アーム５１０は、モーター駆動型のリニアステージ５１２に装着することができると共に、静止ウエハ５０４のプレーンに対して垂直の軸に沿って線形に運動する能力を有することができる。

【００７０】

［0086］制御システム５１４は、ロードセル５０２の読取りを受け取り、且つ、把持パッド上の望ましい圧力設定及びロードセル５０２の読取りに基づいて、マイクロメートルの精度により、モーター駆動型のリニアステージ５１２の位置を制御するように構成することができる。いくつかの例においては、制御システム５１４は、ナノメートルの精度により、モーター駆動型のリニアステージ５１２の位置を制御するように構成することができる。例えば、制御システム５１４は、把持パッド上における印加負荷の読取りを受け取るべくロードセル５０２に通信自在に結合された第１のマイクロコントローラ（例えば、Arduino（登録商標） Uno）と、モーター駆動型のリニアステージ５１２の位置を制御するべくステッパモーターに通信自在に結合された第２のマイクロコントローラと、第１及び／又は第２のマイクロコントローラに通信自在に結合されたグラフィカルユーザーインターフェイス（例えば、ＬＣＤディスプレイ）と、を有することができる。或いは、この代わりに、制御システム５１４は、第１及び第２のマイクロコントローラの両方の機能を実行するべく、単一のマイクロコントローラを有することもできる。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、制御システム５１４は、１つ又は複数のコンピュータプロセッサを有することもできる。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、制御システム５１４は、ユーザー制御を改善するべく、異なるタイプのユーザーインターフェイス又はディスプレイを有することもできる。制御システム５１４は、有線又は無線（例えば、無線ネットワーク、Bluetooth、Wi-Fiなどの）接続を介して、モーター駆動型のリニアステージ５１２と通信（例えば、命令を送信）することができる。制御システム５１４は、有線又は無線接続を介して、ロードセル５０２と通信（例えば、読取りを受信）することができる。

【００７１】

［0087］いくつかの例においては、後処理装置は、押圧の際に、微細構造の先端上の液体ポリマーの硬化を促進するべく、加熱システムを更に有することができる。加熱システムは、加熱要素と、温度センサと、を有することができる。例えば、加熱要素は、加熱薄膜（例えば、ポリイミドフレキシブル接着剤サーモフォイル加熱薄膜）であってよい。或

いは、この代わりに、加熱要素は、熱を伝導しうる任意のその他の要素（例えば、加熱パッドや加熱コイルなど）であってよく、或いは、熱を放射しうる任意のその他の要素（例えば、ＵＶ光）であってよい。加熱要素（例えば、加熱薄膜）は、熱伝導プレート（例えば、銅プレート）に装着することができる。熱伝導プレートの表面は、上昇ウエハ５０６（例えば、ガラスウエハ）の表面に装着することができる（例えば、これとの直接的な接触状態において積層することができる）。例えば、熱伝導プレートは、図４Ａ及び図４Ｂにおいて、上昇ウエハ４０８とトッププレート４１０との間において配置することができる。有益には、熱伝導プレートは、上昇ウエハ４０８上において熱を均一に分散させることができる。温度センサは、サーミスタであってよい。温度センサは、熱伝導プレートの内側においてネストさせることができる。いくつかの例においては、温度センサは、熱伝導プレートの中心の近傍において（例えば、横方向表面上において、所定の深さにおいて、など）配置することができる。いくつかの例においては、温度センサは、上昇ウエハ４０８に相対的に近接した状態において、ネストさせることができる。硬化の際に、熱が加熱要素によって印加された際に、温度センサは、加熱プレートの温度を計測することが可能であり、これは、硬化温度の良好なインジケータであってよく―銅の温度は、上昇ウエハ４０８の温度よりも高くなりうる。

【００７２】

［0088］ 制御システム５１４（図５）は、温度センサの読取りを受け取り、且つ、望ましい温度設定及び加熱プレート上の温度センサの読取りに基づいて、加熱要素によって印加される熱を制御するように、構成することができる。望ましい温度設定は、望ましい硬化温度であってよい。例えば、硬化温度は、最大で、２２０℃まで調節可能であってよい。或いは、この代わりに、硬化温度は、更に低い又は更に高いものであってもよい。制御システム５１４は、有線又は無線（例えば、無線ネットワーク、Bluetooth、Wi-Fiなどの）接続を介して加熱要素と通信（例えば、命令を送信）することができる。制御システム５１４は、有線又は無線接続を介して、温度センサと通信（例えば、読取りを受信）することができる。

【００７３】

［0089］ 例えば、制御システム５１４によって受け取られたロードセル５０２の読取りが、望ましい圧力未満である場合には、制御システム５１４は、把持パッド上において更に大きな圧力を印加するべく、更に低い位置に上昇アーム５１０を調節するように、命令をモーター駆動型のリニアステージ５１２に送信することができる。対照的に、制御システム５１４によって受け取られたロードセル５０２の読取りが、望ましい圧力超である場合には、制御システム５１４は、把持パッドからの圧力を軽減するべく、更に高い位置に上昇アーム５１０を調節するように、命令をモーター駆動型のリニアステージ５１２に送信することができる。制御システム５１４によって受け取られたロードセル５０２の読取りが、望ましい圧力の受け入れ可能な誤差範囲（例えば、１マイクロメートル、１０分の１マイクロメートル、１００分の１マイクロメートル、１ナノメートルなど）内である場合には、制御システム５１４は、現時点の位置において上昇アーム５１０を維持するように、命令をモーター駆動型のリニアステージ５１２に送信することができる。制御システム５１４は、データ及び／又は命令をリアルタイムで受信及び送信することができる。リアルタイムは、１秒、１０分の１秒、１００分の１秒、又は１ミリ秒未満の応答時間を含みうる。即ち、制御システム５１４は、規定された印加圧力をリアルタイムで印加、維持、又は調節することができる。いくつかの例においては、ロードセル５０２は、制御システム５１４に通信自在に結合されたその他の力又は圧力センサにより、置換することができる。制御システム５１４は、ロードセル又は任意のその他の力又は圧力センサから印加圧力の読取りを受け取ることができる。

【００７４】

［0090］ 図６は、乾燥接着剤微細構造の後処理用の方法を示している。それぞれの微細構造ストークは、把持パッドの表面（例えば、バッキング層）内において固定された第１の端部と、表面から離れるように長手方向において延在する第２の端部と、という２つの

端部を有することができる。微細構造は、指向性を有していてもよく、或いは、そうでなくてもよい。微細構造は、対称的な又は非対称的な構造及び／又は断面を有することができる。例えば、微細構造は、ウェッジ形状の幾何学的構造を有することができる。或いは、この代わりに、微細構造は、円錐形の、円筒形の、立方体形の、台形の、又はその他の相対的に複雑な幾何学的構造を有することができる。微細構造は、マイクロスケールの寸法を有する相対的に均一な高さを有することができる。例えば、微細構造は、約１００、９０、８０、７０、６０、５０、４５、４０、３５、３０、２５、２０、１５、１０、９、８、７、６、５μｍ未満の最大高さ及び／又は高度を有することができる。一例においては、ウェッジ様の微細構造は、約６０μｍの高さ、２０μｍの幅、及び２００μｍの長さ、という寸法を有することができる。

【００７５】

［0091］方法は、第１のステップ６０１において、それ自体を把持パッドと自己アライメントさせるように、液体ポリマー層を制御することを有することができる。例えば、上昇ウエハの第１の表面は、把持パッドの表面と自己アライメントするように、制御することが可能であり、この場合に、上昇ウエハの第１の表面は、硬化されていない液体ポリマーの薄い層によって被覆されており、且つ、この場合に、硬化されていない液体ポリマーの薄い層は、把持パッド上の微細構造ストークに対向している。上昇ウエハは、まず、第１の表面とは反対である上昇ウエハの第２の表面上における固定地点を中心としたなんらかの量の回転（例えば、ピッチ、ロール、ヨー）の自由を有し、且つ、上昇ウエハの第１の表面と把持パッド上の微細構造ストークとの間の接触エリアが増大するのに伴って、そのような回転の自由の量を徐々に失うことにより、把持パッドに対して自己アライメントすることができる。例えば、上昇ウエハは、第２の表面上の球面継手を中心として回転することができる。いくつかの例においては、上昇ウエハは、上昇ウエハの第１の表面上の少なくとも１つのエリアが把持パッド上の１つ又は複数の微細構造ストークとの接触状態になった際に、把持パッドに対するそれ自体の自己アライメントを開始することができる。有益には、この自己アライメントは、把持パッド上のそれぞれの微細構造ストークの先端上の硬化されていない液体ポリマーの均一な浸漬を提供することができる。ミスアライメントされた上昇ウエハを把持パッド内に線形方式で駆動することは、結果的に、例えば、把持パッドの１つの領域内の複数の微細構造ストークの相対的に重度の浸漬をもたらす場合があり、把持パッドの別の領域内の複数の微細構図ストークの相対的に軽度の浸漬をもたらす場合があり、或いは、この浸漬をまったくもたらさない場合がある。

【００７６】

［0092］次のステップ６０２において、制御システムは、液体ポリマー層による把持パッド上の印加圧力の読取りを受け取ることができる。いくつかの例においては、印加圧力の読取りは、把持パッドの下方において配置されたロードセルにより、制御システムに送信することができる。或いは、この代わりに、印加圧力の読取りは、その他の力又は圧力センサにより、制御システムに送信することもできる。

【００７７】

［0093］次のステップ６０３において、制御システムは、印加圧力の読取り及び望ましい圧力設定に基づいて、把持パッド上の印加圧力を維持、増大、又は減少させるべく、静止ウエハの位置との関係において上昇ウエハの線形位置を調節することができる。望ましい圧力設定は、浸漬プロセスの望ましいパラメータ又は望ましい製品（例えば、浸漬される微細構造の先端の望ましい長さ、上昇ウエハが引き戻される際の先端上において保持される硬化されていないポリマーの量など）に応じて、変化しうる。例えば、約１００μｍの高さを有する微細構造ストークの場合に、望ましい圧力設定は、硬化されていない液体ポリマー層内において、１μｍの増分、０．５μｍの増分、０．１μｍ、０．０１μｍ、又は１ｎｍにおいて、２５μｍ～１００μｍのストークを浸漬するように、構成することができる。制御システムは、印加圧力の読取りをリアルタイムで受け取ることができると共に、リアルタイムで上昇ウエハの線形位置を調節するべく、命令を提供することができる。いくつかの例においては、上昇ウエハは、非線形（例えば、アーチ形、湾曲した、フ

リーフォーム）の方式で運動するように、構成することができる。例えば、上昇ウエハの位置は、任意の座標（例えば、デカルト座標や極座標など）において、静止ウエハとの関係において調節することができる。

【００７８】

[0094] 望ましい圧力設定下における浸漬の後に、次のステップ６０４において、微細構造ストークが、その先端上において、なんらかの量の硬化されていない液体ポリマーを保持するように、上昇ウエハを引き戻すことができる。次のステップ６０５において、硬化されていない液体ポリマーを有する先端が硬い表面に圧接状態において押圧される状態において、微細構造ストークを硬化させることができる。硬い表面は、キノコ様のフラップを模した処理後の先端を有する微細構造ストークをもたらすべく、硬化の後に除去することができる。

【００７９】

[0095] いくつかの例においては、硬化プロセスも、図７において示されているように、浸漬プロセスと同一の自己アライメントプロセス及び圧力制御システムを有することができる。例えば、方法は、把持パッドと自己アライメントするように、硬い表面を制御すること７０１を更に有することができる。把持パッドに対する硬い表面の自己アライメントは、把持パッドに対する液体ポリマー層の自己アライメントと類似したものであってよい。有益には、この自己アライメントは、硬い表面に圧接した状態における把持パッド上のそれぞれの微細構造ストークの先端上の硬化されていない液体ポリマーの均一な押圧を提供することができる。ミスアライメントされた硬い表面に圧接した状態における押圧は、例えば、結果的に、不均一な角度（例えば、図２Ｂにおける長手方向軸２１０の傾斜との関係における長手方向軸２１２の傾斜）における微細構造ストーク上の処理後の先端の形成をもたらす場合があり、或いは、把持パッドの表面に跨る不均一な形状（例えば、キノコ様のフラップの平坦度又は曲りなど）を有する処理後の先端をもたらす場合がある。

【００８０】

[0096] 押圧及び硬化の際に、制御システムは、硬い表面による把持パッド上の印加圧力の読取りを受け取ることができる７０２。印加圧力の読取りは、把持パッドの下方に配置されたロードセルにより、制御システムに送信することができる。制御システムは、印加圧力の読取り及び押圧ステージ用の望ましい圧力設定に基づいて、把持パッド上の印加圧力を維持、増大、又は減少させるべく、硬い表面の線形位置を調節することができる７０３。望ましい圧力設定は、処理後の先端の望ましいパラメータ（例えば、キノコ様のフラップの望ましい表面積や微細構造ストークとの関係における処理後の先端の傾斜の望ましい角度など）に応じて変化しうる。制御システムは、リアルタイムで印加圧力の読取りを受け取ることができると共に、リアルタイムで硬い表面の線形位置を調節するべく、命令を提供することができる。

【００８１】

[0097] 硬化されていない液体ポリマーが微細構造上において硬化された後に、硬い表面を引き戻すことができる７０４。上述の方法の１つ又は複数のステップは、（例えば、図４及び図５と共に記述した）上述の後処理装置を使用することにより、実行することができる。或いは、この代わりに、上述の方法は、その他の装置、ツール、及び／又は手作業による労働の使用を通じて、個別に又は集合的に、実行することもできる。

【００８２】

[0098] いくつかの態様においては、乾燥接着剤における微細構造の材料組成は、全体的な接着性能を改善又は低減するべく、接着剤の、接着の動作及び弾性率（即ち、ヤング率）などの、機械的プロパティに影響を及ぼしうる。

【００８３】

[0099] 乾燥接着剤微細構造は、部分的に又は全体的に、導電性材料を有することができる。いくつかの例においては、微細構造は、高導電性エラストマを有することができる。その他の例においては、微細構造は、導電性添加剤によってドーピングされたエラストマを有することができる。導電性添加剤を有する材料は、実現されるその他の変化に加え

て、導電率、引張強度、硬度、及び弾性率特性において改善されうる。いくつかの導電性添加剤は、カーボンナノチューブ（ＣＮＴ：Carbon nanotube）及びカーボンブラックを含む。一般に、弾性率の増大は、接着性能の増大に変換されることから、微細構造への導電性添加剤の追加は、弾性率を増大させることになり、且つ、これにより、法線接着圧力を増大させることになる。

【００８４】

［0100］ いくつかの例においては、（図２Ａにおける微細構造２０４などの）微細構造ストークは、カーボンナノチューブ又はカーボンブラックなどの導電性添加剤によってドーピングされた材料（例えば、エラストマ）によって製造することができる。導電性添加剤を有する微細構造は、全体的に又は部分的に、法線接着圧力を増大させることができると共に、接着性能を改善することができる。これに加えて、導電性添加剤は、ストークの形状を変更することもできる。例えば、硬化プロセスにおいては、導電性添加剤（例えば、カーボンナノチューブ）は、ストークの外側表面から突起として突出することが可能であり、これにより、接着圧力に影響を及ぼすことも可能であり、且つ、接着性能を改善することもできる。

【００８５】

［0101］ 或いは、この代わりに、又はこれに加えて、図３Ａ～図３Ｃの硬化されていないポリマー３０４の液体層などのような、（図２Ｂにおける先端２１２などの）微細構造の処理後の先端を形成する材料も、導電性添加剤によってドーピングすることができる。導電性添加剤を有する微細構造は、全体的に又は部分的に、法線接着圧力を増大させることができると共に、接着性能を改善することができる。

【００８６】

［0102］ その他の態様においては、導電性材料を有する微細構造は、統合型の事前負荷係合検知システムを提供することができる。

【００８７】

［0103］ 図８は、把持パッドの概略的な力図を示している。把持パッド８０４上の微細構造の先端が表面８０２と相互作用している把持パッド８０４が表面８０２上において配置された際には、事前負荷力８１２、接着力８１２、及びせん断力８０６、８０８、という、パッド上において作用している３つの特性力が存在している。把持パッド８０４は、接着のために意図された複数の微細構造を有する任意の表面であってよい。表面８０２は、把持パッド８０４が把持するべく意図されている任意の表面（例えば、壁や物体など）であってよい。事前負荷力８１２及びせん断力８０６は、起動力と見なされることが可能であり、且つ、接着力８１２は、把持パッド８０４が起動された際の、生成される力と、意図される力と、であってよい。いくつかの例においては、好ましい方向におけるせん断力８０６は、起動力であることが可能であり、且つ、好ましい方向とは反対の方向におけるせん断力８０８は、起動停止力であってよい。

【００８８】

［0104］ （例えば、せん断力８０６を生成する）せん断負荷が把持パッド８０４に印加された際に、把持パッド８０４が係合することを保証するべく、十分な事前負荷力８１２をそれぞれの把持パッド８０４において印加しなければならない。事前負荷力８１２は、表面８０２に向かって方向付けされた把持パッド８０４上の力であってよい。結果的に得られる接着力８１０は、表面８０２から離れるように方向付けされた力であってよい。いくつかの例においては、事前負荷力、せん断力、及び／又は接着力は、把持パッド８０４上の個々の微細構造に対して作用する、或いは、その結果として生じる、個別の又は集合的な力であってよい。

【００８９】

［0105］ 把持パッド８０４上の表面上の微細構造は、せん断負荷が印加された際に、常に完全に係合しうるわけではない。十分な係合なしには、把持パッド８０４の表面上の微細構造は、せん断力８０６が印加された際に、（図１Ｂの負荷が印加された状態における微細構造１０６におけるように）表面８０２に対して圧接した状態において十分に準拠す

ることができない、或いは、折れ曲がることができない。従って、事前負荷係合の状態又はその欠如を検出又は検知しうることが有益である。提供されているのは、把持パッド上の微細構造の事前負荷係合を検知するシステム及び方法である。

【００９０】

［0106］検知要素は、微細構造自体内に統合することができる。図９Ａ及び図９Ｂは、それぞれ、非係合状態及び係合状態における統合型の係合検知システムを示している。図９Ａ及び図９Ｂは、正しい縮尺において描かれてはいない。図９Ａ及び図９Ｂは、例示用のウェッジ形状の微細構造を示しているが、当業者は認識するように、検知システムは、異なる幾何学的構造の微細構造を有することもできる。

【００９１】

［0107］図９Ａは、非係合状態におけるバッキング層９１０から突出する複数のウェッジ形状の微細構造ストーク９０８の断面正面図を示している。微細構造ストーク９０８及びバッキング層９１０は、印刷回路基板９０６の上部の導電性材料（例えば、エラストマ）の２つ層から成形することができる。印刷回路基板９０６は、バッキング層９１０のプレーンに対して平行であってよい。印刷回路基板９０６は、パワーチャネル９０２、グラウンドチャネル９０４、及び複数の検知チャネル９２０を有することができる。複数の検知チャネル９２０は、回路基板９０６のプレーンを通じて離隔させることができる。いくつかの例においては、検知チャネル９２０のそれぞれは、均一に離隔したアレイ又はグリッド様のパターンにおいて、回路基板９０６上において位置決めすることができる。その他の例においては、検知チャネル９２０のそれぞれは、それぞれのチャネルの間の不均一なギャップを有する任意のパターンにおいて、レイアウトすることができる。いくつかの例においては、検知チャネル９２０のそれぞれは、１つ又は複数のキー基準場所上において位置決めすることができる。検知チャネル９２０は、電極であってよい。

【００９２】

［0108］微細構造ストーク９０８及びバッキング層９１０は、それぞれ、異なる導電率の材料を有することができる。例えば、微細構造ストーク９０８は、数桁だけ、バッキング層９１０の材料よりも大きな導電率を有する材料を有することができる。微細構造ストーク９０８は、高導電率エラストマを有することが可能であり、且つ、バッキング層９１０は、低導電率エラストマを有することができる。いくつかの例においては、このような高導電率エラストマは、約０．０００１Ω－ｃｍ～１００Ω－ｃｍ又は０．００１Ω－ｃｍ～１０Ω－ｃｍの抵抗率を有することができる。いくつかの例においては、このような低導電率エラストマは、約１０Ω－ｃｍ～１００ｋΩ－ｃｍ又は１００Ω－ｃｍ～１０ｋΩ－ｃｍの抵抗率を有することができる。

【００９３】

［0109］微細構造９０８の係合は、電流がバッキング層９１０を通じて流れることを許容すると共に２つの基準チャネル９２０の間の電圧又は電流を計測することにより、検出又は検知することができる。印加電流は、交流（ＡＣ：alternating current）又は直流（ＤＣ：direct current）であってよい。電流は、パワーチャネル９０２を通じて印加することができる。或いは、この代わりに、電流は、その他の電極を通じて印加することもできる。バッキング層９１０が低導電率材料を有していることから、電流は、バッキング層９１０を通じては、高抵抗率９１２の経路を有している。（図９Ａにおけるように）微細構造が係合していない際には、高導電率ストーク９０８は、互いに隔離されており、且つ、高抵抗率経路９１２は、バッキング層９１２上の１つ又は複数の検知チャネル９２０に到達するために、電流が利用可能である最小限の抵抗を有する経路である。従って、乾燥接着剤が係合していない際には、電圧又は電流の変化は、計測されない。

【００９４】

［0110］パワー電極９０２を通じて印加された所与の電流の場合に、検知電極９２０からの計測電圧は、均一な導電性を有するエラストマを仮定した場合に、グラウンド９０４に近接しているほど、減少しうる。

【００９５】

［0111］図９Ｂは、表面９１６に圧接状態の係合状態における複数のウェッジ形状の微細構造ストーク９０８の断面正面図を示している。表面９１６は、壁の表面又は物体のものなどの、微細構造ストーク９０８が把持するべく意図されている任意の表面であってよい。

【００９６】

［0112］微細構造が係合した際に、いくつかの例においては、高導電率ストーク９０８は、図９Ｂにおいて示されているように、互いに接触し、これにより、高導電率ストーク９０８を通じた導電性経路をオープンすることができる。例えば、ＤＣ電圧又は電流が印加された際には、バッキング層９１０を通じて延在する高抵抗性の経路９１２よりも格段に抵抗が小さい経路９１４である、接触しているストーク９０８を通じた、増大した電流の流れが存在しうる。電流が、相対的に小さな抵抗の経路９１４を通じて流れうることから、電圧の計測値が降下することになる。いくつかの例においては、電圧は、グラウンドチャネル９０４と検知チャネル９２０との間において計測することができる。その他の例においては、電圧は、任意の２つの検知チャネル９２０の間において計測することができる。

【００９７】

［0113］いくつかのケースにおいては、ＡＣ電圧又は電流を印加することができる。微細構造が係合した際に、いくつかの例においては、高導電率ストーク９０８は、必ずしも、互いに直接的な接触状態になることができるわけではない。例えば、ストーク９０８は、互いとの間において準接触を実施又は実現することができる。高導電率ストークが互いにより近接するように運動した際には、容量の変化に起因して、インピーダンスの変化を計測することができる。

【００９８】

［0114］従って、微細構造を有する接着剤の係合の状態又は係合の欠如は、係合状態において導電性経路を提供するように微細構造を構成すると共に電圧の変化を計測することにより、検知することができる。図１０は、係合を検知する方法を示している。方法は、第１の動作１００１において、電流をバッキング層に印加することを有することができる。バッキング層は、複数の微細構造を有することができる。次の動作１００２において、バッキング層上の第１の基準点と第２の基準点との間の電圧を計測することができる。第１の基準点又は第２の基準点は、グラウンドチャネル９０４であってよい。次の動作１００３において、電流用の導電性経路を複数の微細構造ストークを通じてオープンすることが可能であり、この場合に、複数の微細構造ストークのうちのそれぞれの微細構造ストークは、係合状態において、少なくとも１つの隣接する微細構造ストークと接触している。次の動作１００４において、それぞれ、電圧の変化又は電圧の変化の欠如から、係合状態又は係合状態の欠如を判定することができる。

【００９９】

［0115］いくつかの例においては、これらの検知メカニズム用の電子回路は、把持パッド内に含まれうるその他の静電気要素の動作を妨害しないように、微細構造を有する把持パッドの周囲において動作することができる。

【０１００】

［0116］いくつかの例においては、統合型の係合検知システムは、異なる物体又は異なる活動を検知しうるその他の検知システム（例えば、光学検知システム、聴覚検知システム、触覚検知システム、静電気検知システムなど）との関連において動作することができる。１つ又は複数のその他の検知システムを把持パッド内に統合することができる。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、１つ又は複数の検知システムを把持パッドとは離れたところに又はその外部に配置することもできる。

【０１０１】

［0117］本明細書において提供されているのは、本明細書のどこか別の場所において記述されている統合型の係合検知システムの代わりに、或いは、これに加えて、使用されうる光学係合検知システムである。把持パッドの１つ又は複数の要素は、光源（例えば、赤

外線（ＩＲ：infrared）発光ダイオード（ＬＥＤ：light emitting diode））などの、光学的な供給源に応答して、１つ又は複数の要素の材料を通じた又はそれに跨る少なくとも部分的な光学的通信を許容する、クリアな、透明な、又は半透明な、材料を有することができる。例えば、把持パッドは、クリアな、透明な、又は半透明な、微細構造を有することができる。いくつかの例においては、把持パッドは、クリアな、透明な、又は半透明な、バッキング層を有することができる。いくつかの例においては、把持パッドは、クリアな、透明な、又は半透明な、中間層を有することができる。法線事前負荷力が印加された際に、且つ、その後に、せん断力が印加された際に、微細構造は、ターゲット表面（例えば、ターゲット物体の表面や壁の表面など）に圧接状態において変形し且つ折れ曲がり、これにより、材料の光学的な変化をもたらすことができる。小さな事前負荷力からでさえ、大きな光学的変化を結果的にもたらすことができる。例えば、クリアな材料の例においては、材料は、半透明になることができると共に、光源からの光を反射及び散乱することができる。

【０１０２】

［0118］把持パッドは、光学的な変化を検出するべく、ＩＲフォトトランジスタなどの１つ又は複数の光センサを有することができる。把持パッドは、光学的な変化を検出するべく、その他の光学センサ（例えば、カメラ）を有することができる。光源は、赤外線（ＩＲ）光を提供するように構成することができる。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、光源は、異なる波長の電磁波を提供するように構成することもできる。光センサは、光源によって提供される波長（又は、その変化）を検知するように、構成することができる。光学係合検知システムは、顕著な光（例えば、ＩＲ）反射率を有する表面を有するターゲット物体と共に、使用することができる。例えば、光学係合検知システムは、センサに向かって突出する、且つ、最小限の光反射率を有する、大きな特徴を有する表面に対するよりも、なんらかの程度の光反射率を有する相対的にフラットな表面に対する、係合の検知において、相対的に正確且つ高精度の結果を提供することができる。

【０１０３】

［0119］図１１Ａ及び図１１Ｂは、それぞれ、光学係合検知システムの断面側面図及び断面底面図を示す。図１１Ａ及び図１１Ｂは、正確な縮尺において描かれてはいない。図１１Ａは、ターゲット表面１１０８に圧接した状態の係合状態においてバッキング層１１０２から突出する複数のウェッジ形状の微細構造ストーク１１０６を示している。微細構造ストーク１１０６及びバッキング層１１０２は、印刷回路基板１１０４に隣接することが可能であり、及び／又は、その上部に成形することができる。印刷回路基板１１０４は、バッキング層１１０２のプレーンに対して平行であってよい。図１１Ａ～図１１Ｂにおいて示されている微細構造ストーク、バッキング層、及び印刷回路基板は、図９Ａ～図９Ｂにおいて示されている微細構造ストーク、バッキング層、及び印刷岐路基板に対応しうる。例えば、微細構造ストーク１１０６及びバッキング層１１０２は、異なる導電率の材料を有することができると共に、印刷回路基板１１０４は、検知を促進するべく、様々な電子回路（例えば、パワーチャネル９０２、グラウンドチャネル９０４、及び複数の検知チャネル９２０）を有することができる。

【０１０４】

［0120］光学要素支持構造１１１０は、バッキング層１１０２との関係において、同一の側部において、その周囲において印刷回路基板１１０４を取り囲むことができる。図１１Ａ～図１１Ｂは、ほぼ円形の形状を有する円形の把持パッド（例えば、微細構造ストーク、バッキング層、印刷回路基板組立体）を示しているが、任意のその他の形状（例えば、多角形、非多角形）を使用することもできる。この例においては、リング様の支持構造１１１０が、円形の印刷回路基板１１０４を取り囲むことができると共に、これは、バッキング層１１０２に隣接した状態において位置決めすることができる。支持構造１１１０は、バッキング層１１０２のプレーンに対して実質的に平行であってよい。支持構造１１１０は、印刷回路基板１１０４と接触していてもよく、或いは、そうでなくてもよい。いくつかの例においては、支持構造１１１０は、印刷回路基板１１０４と同一の厚さを有し

ていてもよく、或いは、そうでなくてもよい。有益には、光学検知システムは、依然として、印刷回路基板１１０４の透明性又はクリアネスの欠如を伴う場合にも、バッキング層及び／又は微細構造ストークとの光学通信状態にありうる。或いは、この代わりに、いくつかの例においては、支持構造１１１０内の周辺電子回路が回路基板１１０４を置換することができる。

【０１０５】

［0121］ 図１１Ｂを参照すれば、複数の光学要素１１１４、１１１６を支持構造１１１０を通じて離隔させることができる。例えば、支持構造１１１０は、１つ又は複数の発光ダイオード１１１６と、１つ又は複数のフォトトランジスタ１１１４と、を有することができる。この例においては、３つのＬＥＤ及び１２個のフォトトランジスタが存在している。フォトトランジスタは、広角フォトトランジスタであってもよい。フォトトランジスタは、狭角フォトトランジスタであってもよい。１つ又は複数のフォトトランジスタ１１１４は、広角及び狭角フォトトランジスタの混合体を有することができる。例えば、図１１Ｂの１２個の図示されたフォトトランジスタのうち、６つは、広角であってもよく、且つ、６つは、交互に変化する方式で配列された狭角フォトトランジスタであってもよい。有益には、狭角フォトトランジスタは、物体距離（例えば、検知パッドからのターゲット物体表面の距離）に関する情報を更に中継することにより、利益を提供することができると共に、広角フォトトランジスタは、ターゲットオブジェクトによって、或いは、これに対して、印加された増加力に関する情報を更に中継することにより、利益を提供することができる。いくつかの例においては、光学要素１１１４、１１１６のそれぞれは、均一に離隔したアレイにおいて、支持構造１１１０上において位置決めすることができる。例えば、１つ又は複数のＬＥＤ１１１６のそれぞれは、均一な分散した光をバッキング層１１０２及び／又は微細構造１１０６に提供するべく、円形のリング様の構造１１１０に跨って均一に離隔させることができる。その他の例においては、光学要素１１１４、１１１６のそれぞれは、それぞれの要素の間の均一ではないギャップを有する任意のパターンにおいて、レイアウトすることができる。いくつかの例においては、光学要素１１１４、１１１６のそれぞれは、１つ又は複数のキー基準位置において位置決めすることができる。

【０１０６】

［0122］ １つ又は複数のフォトトランジスタ１１１４（或いは、その他の光学センサ）のそれぞれは、電圧分割器アーキテクチャを構築するように、計測抵抗器と直列で接続することができる。電圧出力は、コントローラにより、計測及び収集することができる。光学要素の電子回路は、支持構造１１１０を通じてコネクタ１１１２までルーティングすることができる。いくつかの例においては、光学要素１１１４、１１１６の電子回路は、印刷回路基板１１０４の電子回路に電気的に結合することができる。

【０１０７】

［0123］ 表面１１０８に圧接した状態における微細構造１１０６の係合は、光源（例えば、ＬＥＤ１１１４）から光を提供すると共にフォトトランジスタ１１１６を介して光源に応答する光学的変化を検出することにより、検出又は検知することができる。これは、電流を印加すると共に（それぞれの光学センサ（例えば、フォトトランジスタ）に接続された）計測抵抗器において電圧計測を実施することにより、実現することができる。例えば、クリアな微細構造１１０６を有するクリアなバッキング層１１０２は、半透明になることができると共に、表面１１０８と係合し、且つ、折れ曲がるのに伴って、光源からの相対的に多くの光を反射及び散乱させることができる。ＬＥＤから放出された光は、バッキング層及び／又は微細構造の表面において拡散反射を経験し、その結果、表面の不規則性に起因した無指向性の反射角度及び様々な媒体（例えば、エラストマや空気など）を通じた光の吸収及び散乱に起因した強度の低減をもたらすことができる。計測抵抗器において計測された電圧値の変化は、係合状態を判定するべく、使用される。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、光源から放出された光は、フォトトランジスタから、複数の角度において受け取られることから、受け取りの角度及び相対的なセンサ場所に基づいて、物体距離を判定するべく、光学検知システムを使用することができる。

【０１０８】
［0124］ いくつかの例においては、図１１Ａ～図１１Ｂとの関係において記述されている光学係合システムは、図９Ａ～図９Ｂとの関係において記述されている統合型の係合システムとの関連において使用することができる。例えば、光学係合システムは、統合型の係合システムによって判定された係合状態を確認するべく、使用することができる。或いは、この代わりに、統合型の係合システムは、光学係合システムによって判定された係合状態を確認するべく、使用することができる。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、光学係合システム及び統合型の係合システムの両方から得られたデータは、微細構造接着剤の係合状態を判定するべく、組み合わせることもできる。本明細書において記述されている係合システムは、係合した又は係合していない状態などの、２値状態のみならず、中間係合状態をも識別可能であってもよく、且つ、係合の程度を判定可能であってもよい。例えば、係合システムのうちのいずれか又は両方からの電圧計測を係合スケールに対して線形方式において又は非線形方式において相関させることができる。
【０１０９】
［0125］ 図１２は、把持制御システムを示している。電圧の読取り又はその他のセンサ計測値などの、把持パッド１２０２からの、或いは、回路基板１２０８及び／又は光学要素支持構造１２１０などの、その上部の構成要素からの、センサデータは、把持制御システム１２０４に送信することができる。把持制御システム１２０４は、１つ又は複数のマイクロコントローラを有することができる。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、把持制御システム１２０４は、１つ又は複数のコンピュータプロセッサを有することもできる。いくつかの例においては、把持制御システムは、把持システムの構造部１２０６を制御することができる。把持システムの構造部１２０６は、せん断負荷の機械的印加又は解放、事前負荷の機械的印加又は解放、表面（例えば、物体や壁など）上の把持パッド１２０２の機械的位置決め、把持パッド１２０２の機械的回転、並びに、その他の機械的動作を含みうる。このような機械的動作は、アクチュエータ、モーター、継手、アーム、留め具、及びその他の機械的システムにより、実現することができる。把持制御システム１２０４は、係合の状態を判定するべく、センサデータを解釈することができる。いくつかの例においては、把持制御システム１２０４は、係合の状態の判定に基づいて、（例えば、アクチュエータを介して）せん断負荷を印加又は解放するなどのために、把持システムの構造部１２０６を制御することができる。
【０１１０】
［0126］ 把持制御システム１２０４は、有線又は無線（例えば、有線ネットワーク、Bluetooth、Wi-Fiなどの）接続を介して、把持パッド１２０２と通信（例えば、命令を送信、受信）することができる。把持制御システム１２０４は、有線又は無線接続を介して、把持パッド１２０２の構造部１２０６と通信（例えば、命令を送信、受信）することができる。
【０１１１】
［0127］ 本開示は、本開示のシステム及び方法を実装するようにプログラミングされた制御システムを提供している。例えば、コンピュータシステムが、図５の制御システム５１４及び図１２の把持制御システム１２０４などの、上述の様々な制御システムの機能を実行するように、プログラミングされているか、又はその他の方法で構成されている。いくつかの例においては、本明細書において記述されている制御システムと通信する、別個のコンピュータシステムが存在しうる。いくつかの例においては、コンピュータシステムは、１つ又は複数のマイクロプロセッサを有することができる。或いは、この代わりに、又はこれに加えて、コンピュータシステムは、１つ又は複数のマイクロコントローラを有することもできる。コンピュータシステムは、ユーザー（例えば、操作者、技術者、制御者、エンジニアなど）の電子装置であってもよく、或いは、電子装置との関係において離れたところに配置されたコンピュータシステムであってもよい。電子装置は、モバイル電子装置であってもよい。
【０１１２】

[0128] コンピュータシステムは、中央処理ユニット（ＣＰＵ：central processing unit、本明細書においては、「プロセッサ」及び「コンピュータプロセッサ」とも呼称される）を含み、これは、シングルコア又はマルチコアのプロセッサ、或いは、並列処理用の複数のプロセッサ、であってよい。また、コンピュータシステムは、メモリ又はメモリ場所（例えば、ランダムアクセスメモリ、読み出し専用メモリ、フラッシュメモリ）、電子ストレージユニット（例えば、ハードディスク）、１つ又は複数のその他のシステム（例えば、その他のコンピュータシステム、機械システム、把持システムなど）と通信するための通信インターフェイス（例えば、ネットワークアダプタ）、並びに、キャッシュ、その他のメモリ、データストレージ及び／又は電子ディスプレイアダプタなどの、周辺装置、をも含む。メモリ、ステージユニット、通信インターフェイス、及び周辺装置は、マザーボードなどの、通信バス（実配線）を通じてＣＰＵとの通信状態にある。ストレージユニットは、データを保存するためのデータストレージユニット（或いは、データリポジトリ）であってもよい。コンピュータシステムは、通信インターフェイスの支援により、コンピュータネットワーク（「ネットワーク」）に動作自在に結合することができる。ネットワークは、インターネット、インターネット及び／又はエクストラネット、或いは、インターネットとの通信状態にあるイントラネット及び／又はエクストラネットであってもよい。ネットワークは、いくつかのケースにおいては、電気通信及び／又はデータネットワークである。コンピュータネットワークは、１つ又は複数のコンピュータサーバーを含むことが可能であり、これにより、クラウド演算などの、分散型の演算を可能することができる。ネットワークは、いくつかのケースにおいては、コンピュータシステムの支援により、ピアツーピアネットワークを実装することが可能であり、これにより、コンピュータシステムに結合された装置がクライアント又はサーバーとして振る舞うことを可能にすることができる。

【０１１３】

[0129] ＣＰＵは、機械可読命令のシーケンスを実行することが可能であり、この命令のシーケンスは、プログラム又はソフトウェアにおいて実施することができる。命令は、メモリなどの、メモリ場所内において保存することができる。命令は、ＣＰＵに送付することが可能であり、これらの命令は、その後に、本開示のシステム及び方法を実装するように、ＣＰＵをプログラミングするか又はその他の方法で構成することができる。ＣＰＵによって実行される動作の例は、フェッチ、デコーディング、実行、及び書き戻しを含みうる。

【０１１４】

[0130] ＣＰＵは、集積回路などの回路の一部分であってよい。システムの１つ又は複数のその他のコンポーネントを回路内において含むことができる。いくつかのケースにおいては、回路は、用途固有の集積回路（ＡＳＩＣ：application specific integrated circuit）である。

【０１１５】

[0131] ストレージユニットは、ドライバ、ライブラリ、及び保存されたプログラムなどの、ファイルを保存することができる。ストレージユニットは、ユーザーデータ（例えば、ユーザーの好み、ユーザープログラム、機械の既定の設定）を保存することができる。コンピュータシステムは、いくつかのケースにおいては、イントラネット又はインターネットを通じてコンピュータシステムとの通信状態にあるリモートサーバー上において配置されるなどのように、コンピュータシステムにとっては外部である１つ又は複数の更なるデータストレージユニットを含みうる。

【０１１６】

[0132] コンピュータシステム（例えば、制御システム５１４、把持制御システム１２０４）は、ネットワークを通じて１つ又は複数のリモートコンピュータシステムと通信することができる。例えば、コンピュータシステムは、ユーザー（例えば、研究室の技術者やロボットのコントローラなど）のリモートコンピュータシステムと通信することができる。リモートコンピュータシステムの例は、パーソナルコンピュータ（例えば、携帯型Ｐ

Ｃ）、スレート又はタブレットＰＣ（例えば、Apple（登録商標） iPad、Samsung（登録商標） Galaxy Tab）、電話機、スマートフォン（例えば、Apple（登録商標） iPhone、Android対応型の装置、Blackberry（登録商標））、或いは、パーソナルデジタルアシスタントを含む。ユーザーは、コンピュータネットワークを介してコンピュータシステムにアクセスすることができる。

【０１１７】

［0133］ 本明細書において記述されている方法は、例えば、メモリ又は電子ストレージユニット上などの、コンピュータシステムの電子ストレージ場所上において保存された機械（例えば、コンピュータプロセッサ）実行可能コードにより、実装することができる。機械実行可能又は機械可読コードは、ソフトウェアの形態において提供することができる。使用の際に、コードは、プロセッサにより、実行することができる。いくつかのケースにおいては、コードは、ストレージユニットから取得することが可能であり、且つ、プロセッサによる容易なアクセスのために、メモリ上において保存することができる。いくつかの状況においては、電子ストレージユニットを除外することが可能であり、且つ、機械実行可能な命令は、メモリ上において保存されている。

【０１１８】

［0134］ コードは、コードを実行するように適合されたプロセッサを有する機械と共に使用されるべく、事前コンパイル及び構成することも可能であり、或いは、実行時においてコンパイルすることもできる。コードは、コードが、事前コンパイルされた方式によって稼働する、或いは、随時コンパイルされる方式によって稼働する、ことを可能にするべく選択されうるプログラム言語において供給することができる。

【０１１９】

［0135］ 本明細書において提供されているシステム及び方法の態様は、プログラミングにおいて実施することができる。技術の様々な態様は、通常は、所定のタイプの機械可読媒体上において担持された、或いは、その内部において実施された、機械（又は、プロセッサ）実行可能コード及び／又は関連するデータの形態における、「製品」又は「製造の物品」として見なすことができる。機械実行可能コードは、メモリ（例えば、読み出し専用メモリ、ランダムアクセスメモリ、フラッシュメモリ）又はハードディスクなどの、電子ストレージユニット上において保存することができる。「ストレージ」タイプの媒体は、ソフトウェアプログラミング用の任意の時点における一時的ではない保存を提供しうる、コンピュータ、プロセッサ、又はこれらに類似したものの有体のメモリ、或いは、様々な半導体メモリ、テープドライブ、ディスクドライブ、及びこれらに類似したものなどの、その関連するモジュール、のうちの任意のもの又はすべてのものを含みうる。ソフトウェアのすべて又は一部分は、しばしば、インターネット又は様々なその他の電気通信ネットワークを通じて伝達することができる。このような通信は、例えば、管理サーバー又はホストコンピュータからアプリケーションサーバーのコンピュータプラットフォーム内へのものなどの、例えば、１つのコンピュータ又はプロセッサから別のものへのソフトウェアの読み込みを可能にすることができる。従って、ソフトウェア要素を担持しうる別のタイプの媒体は、ローカル装置の間の物理的インターフェイスに跨って、有線の且つ光学的なランドラインネットワークを通じて、且つ、様々なエアリンク上において、使用されるものなどの、光の、電気の、且つ、電磁的な、波を含む。また、有線又は無線リンク、光学リンク、或いは、これらに類似したものなどの、このような波を搬送する物理的要素も、ソフトウェアを担持する媒体として見なすことができる。コンピュータ又は機械「可読媒体」などの、本明細書において使用されている、用語は、一時的ではない有体の「ストレージ」媒体に限定されていない限り、実行のためにプロセッサに命令を提供することに参加するすべての媒体を意味している。

【０１２０】

［0136］ 従って、コンピュータ実行可能コードなどの、機械可読媒体は、限定を伴うことなしに、有体のストレージ媒体、搬送波媒体、又は物理的送信媒体を含む、多くの形態を有しうる。不揮発性ストレージ媒体は、例えば、図面に示されている、データベースな

どを実装するべく使用されうるものなどの、１つ又は複数の任意のコンピュータ内のストレージ装置又はこれに類似したもののいずれかなどの、光又は磁気ディスクを含む。揮発性ストレージ媒体は、このようなコンピュータプラットフォームのメインメモリなどの、ダイナミックメモリを含む。有体の送信媒体は、コンピュータシステム内のバスを構成するワイヤを含む、同軸ケーブル、銅線、及び光ファイバを含む。搬送波送信媒体は、高周波（ＲＦ：radio frequency）及び赤外線（ＩＲ）データ通信の際に生成されるものなどの、電気的又は電磁的な信号、或いは、音響波、又は光波の形態を有しうる。従って、コンピュータ可読媒体の一般的な形態は、例えば、フロッピーディスク、フレキシブルディスク、ハードディスク、磁気テープ、任意のその他の磁気媒体、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ、又はＤＶＤ－ＲＯＭ、任意のその他の光媒体、パンチカード、紙テープ、孔のパターンを有する任意のその他の物理的ストレージ媒体、ＲＡＭ、ＲＯＭ、ＰＲＯＭ、及びＥＰＲＯＭ、ＦＬＡＳＨ－ＥＰＲＯＭ、任意のその他のメモリチップ又はカートリッジ、データ又は命令を搬送する搬送波、このような搬送波を搬送するケーブル又はリンク、或いは、コンピュータがプログラミングコード及び／又はデータを読み取りうる任意のその他の媒体を含む。これらの形態のコンピュータ可読媒体の多くは、実行のためのプロセッサへの１つ又は複数の命令の１つ又は複数のシーケンスの搬送に関与しうる。

【０１２１】

[0137] コンピュータシステムは、例えば、センサデータの読取り（例えば、印加圧力の読取りや電圧の読取りなど）、タイマ、乾燥接着剤の係合状態の更新、利用可能な機械的アクションを提供するためのユーザーインターフェイス（ＵＩ：user interface）を有する電子的ディスプレイ（例えば、ＬＥＤ）を含むことが可能であり、或いは、これとの通信状態にあってよい。ＵＩの例は、限定を伴うことなしに、グラフィカルユーザーインターフェイス（ＧＵＩ：graphical user interface）及びウェブに基づいたユーザーインターフェイスを含む。

【０１２２】

[0138] 本開示の方法及びシステムは、１つ又は複数のアルゴリズムにより、実装することができる。アルゴリズムは、中央処理ユニットによる実行の際にソフトウェアによって実装することができる。アルゴリズムは、例えば、コマンドを受信及び送信することが可能であり、印加圧力の読取りを解釈することが可能であり、印加圧力の読取り及び望ましい圧力の読取りに基づいて、圧力印加ウエハの線形位置を判定及び制御することが可能であり、電圧計測を解釈することが可能であり、このような電圧計測から接着剤の係合状態を判定することが可能であり、且つ、把持システムの１つ又は複数の構造部を調整及び制御することができる。

【０１２３】

[0139] 本明細書においては、本発明の好適な実施形態について図示及び記述したが、当業者には、このような実施形態は、例示を目的として提供されたものに過ぎないことが明らかであろう。本発明が本明細書内において提供されている特定の例によって限定されることを意図してはいない。本発明は、上述の仕様を参照して記述されているが、本明細書における実施形態の記述及び図示は、限定の意味において解釈されることを意図したものではない。いまや、当業者は、本発明を逸脱することなしに、多数の変形、変更、及び置換を想起することになるであろう。更には、本発明のすべての態様は、様々な状態及び変数に依存する、本明細書において記述されている特定の描画、構成、又は相対的な比率に限定されるものではないことを理解されたい。本発明を実施する際には、本明細書において記述されている本発明の実施形態に対する様々な代替肢が利用されうることを理解されたい。従って、本発明は、このような任意の代替肢、変更、変形、又は均等物をも含むものと想定される。添付の請求項は、本発明の範囲を定義しており、且つ、これらの請求項及びその均等物の範囲内の方法及び構造が、これにより、含まれるものと解釈されたい。

【図面】

【図１Ａ】

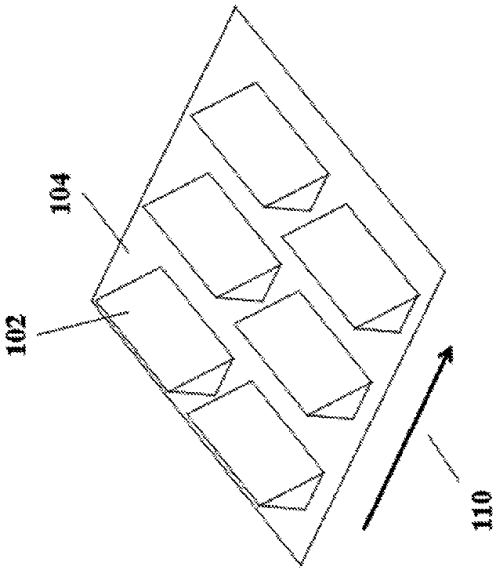


FIG. 1A

【図１Ｂ】

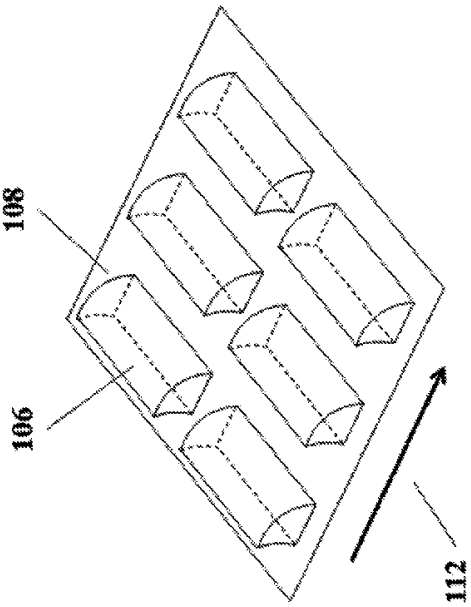


FIG. 1B

【図２Ａ】

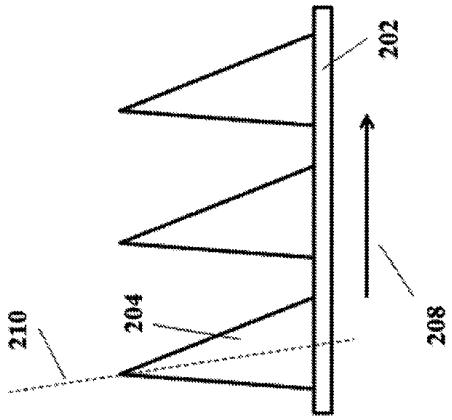


FIG. 2A

【図２Ｂ】

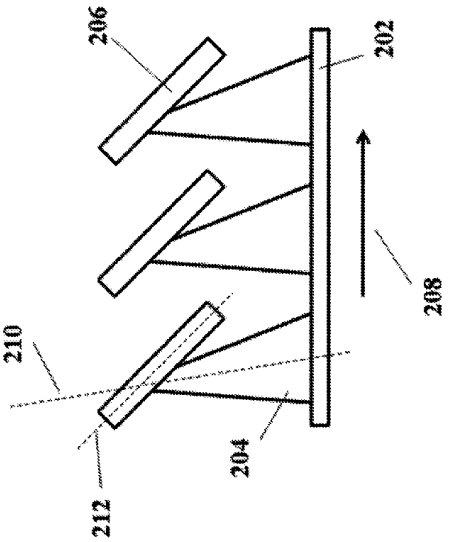


FIG. 2B

【図２Ｃ】

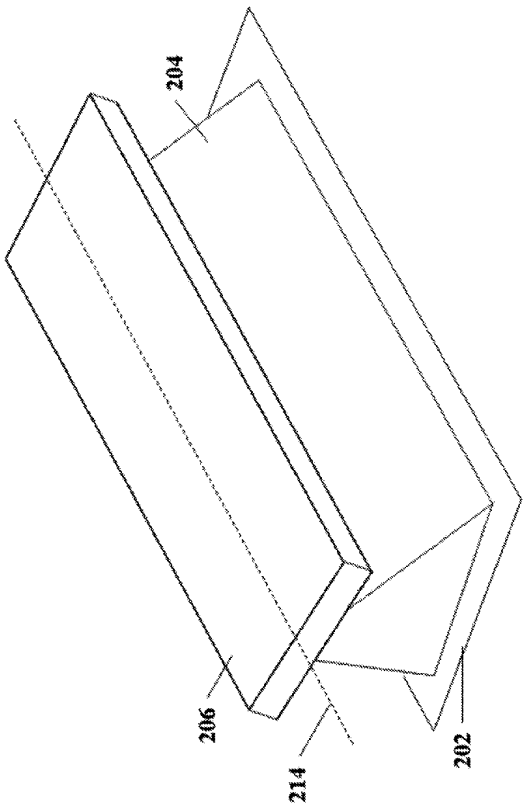


FIG. 2C

【図３Ａ】

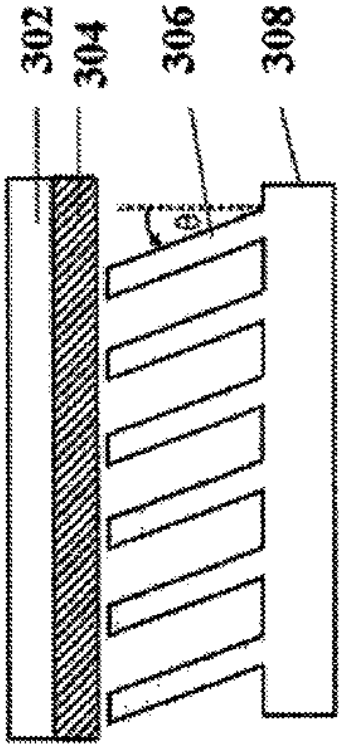


FIG. 3A

【図３Ｂ】

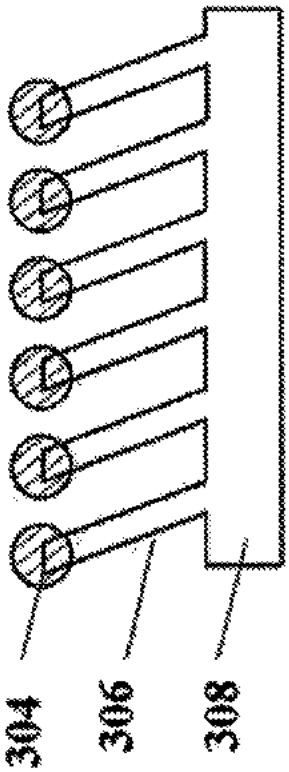


FIG. 3B

【図３Ｃ】

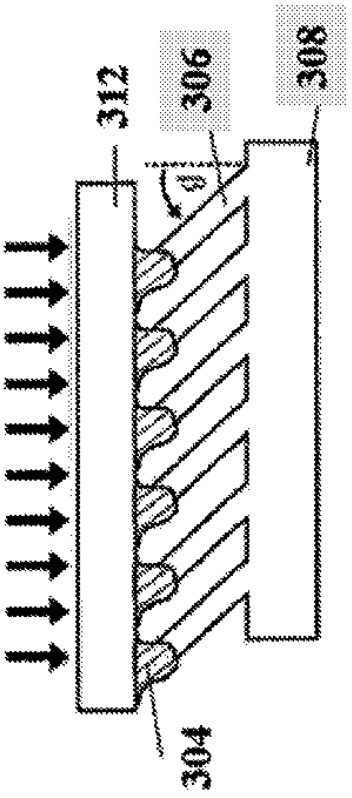


FIG. 3C

【図３Ｄ】

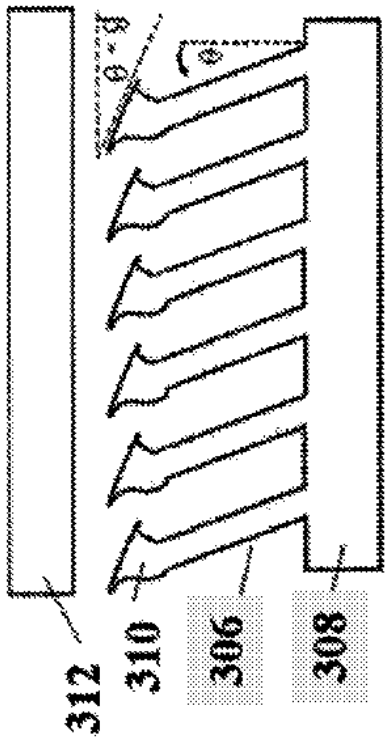


FIG. 3D

【図４Ａ】

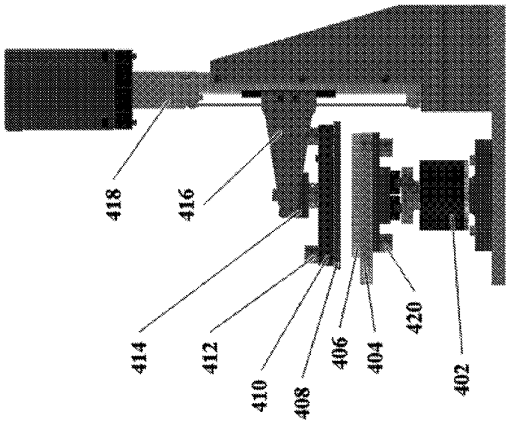


FIG. 4A

【図４Ｂ】

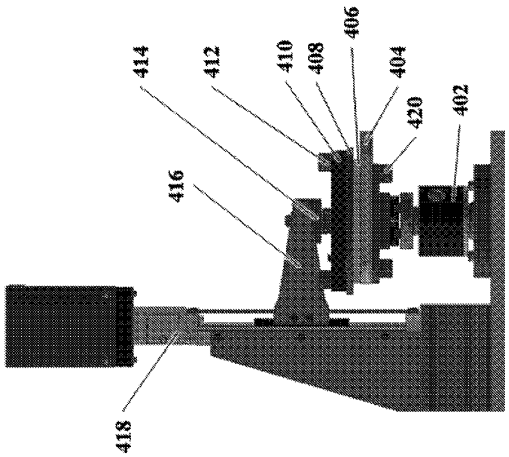
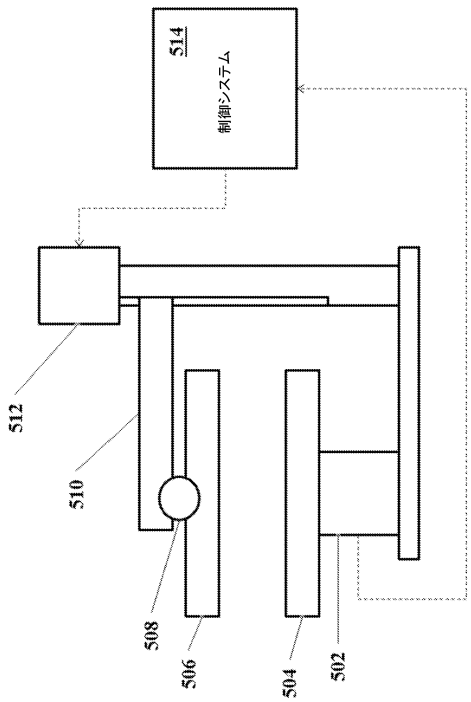
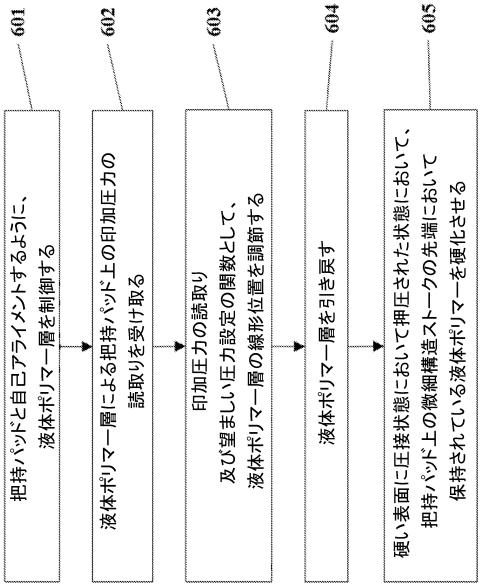


FIG. 4B

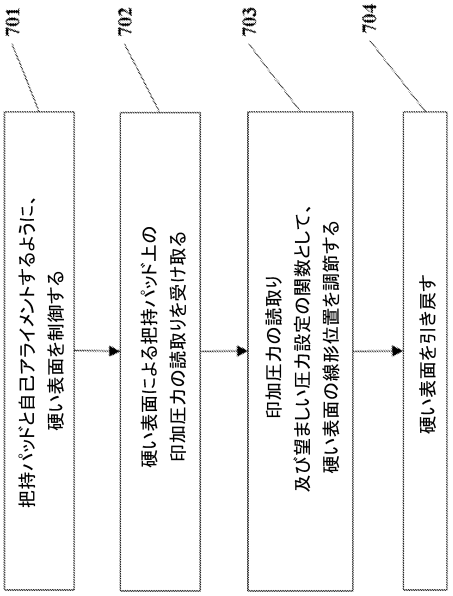
【図５】



【図６】



【図７】



【図８】

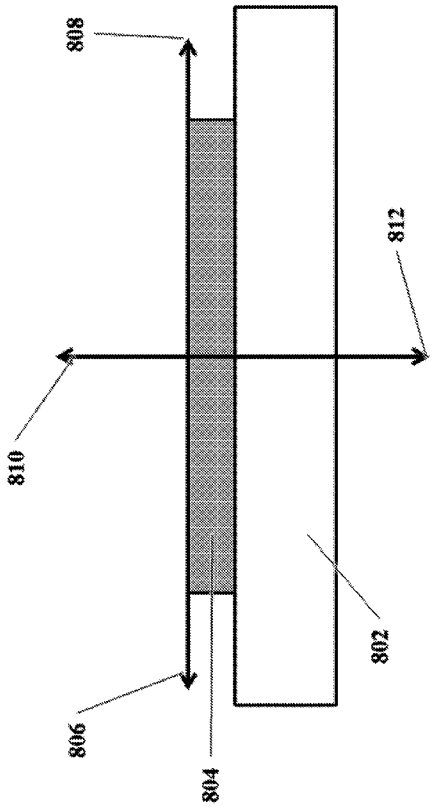


FIG. 8

【図９Ａ】

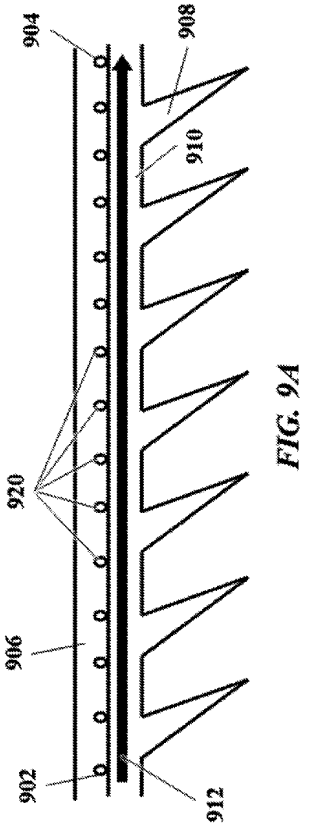


FIG. 9A

【図９Ｂ】

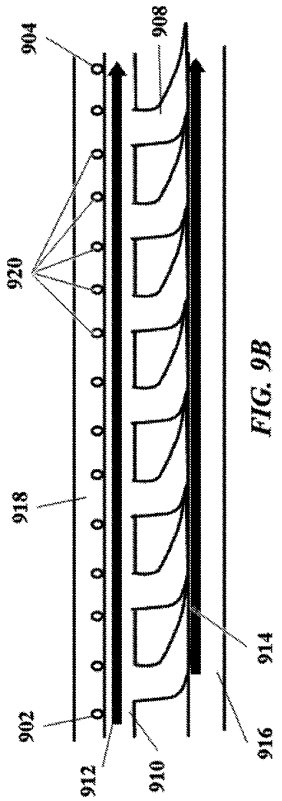
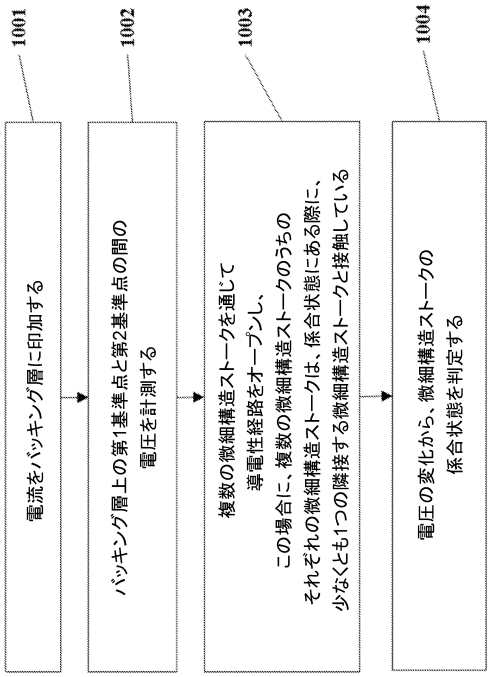


FIG. 9B

【図１０】



【図１１Ａ】

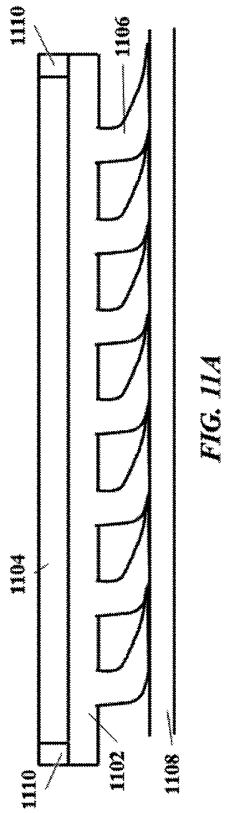


FIG. 11A

【図１１Ｂ】

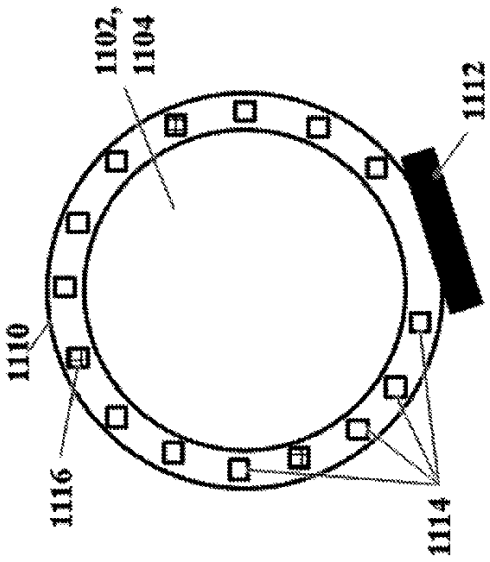
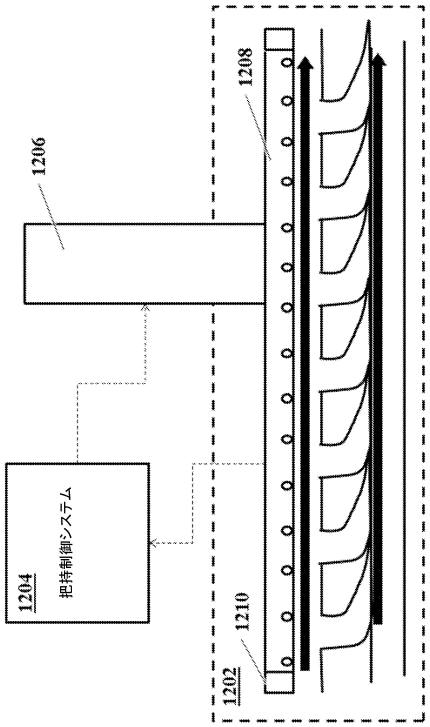


FIG. 11B

【図１２】



フロントページの続き

アメリカ合衆国，カリフォルニア州 ９１１０１，パサデナ，ノース ハドソン アベニュー ２１０ ナンバー２１２４
(72)発明者 ウェッテルズ，ニコラス
アメリカ合衆国，カリフォルニア州 ９００３８，ロサンゼルス，ノース オレンジ ドライブ ８３４
審査官 鏡 宣宏
(56)参考文献 米国特許出願公開第２０１３／０２５１９３７（ＵＳ，Ａ１）
米国特許出願公開第２００８／０２８００８５（ＵＳ，Ａ１）
特開２００５－７４３２４（ＪＰ，Ａ）
特開平５－１５８３３（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ０５Ｄ １／００－７／２６
Ｂ０５Ｃ １／００－２１／００
Ｃ０９Ｊ １／００－２０１／１０