

真空常識～非常識

非接触チャック

1. はじめに

非接触チャックは、文字通りワークに接触しない状態でワークを吸引保持することが出来る機器である。今回、非接触チャックの原理・特性・使用方法と製品の概要について説明をさせていただく。

2. 開発背景

従来、ピックアンドプレース用のワーク保持機器として、ワークをはさんで保持する「エアチャック」や、吸盤でワークを真空吸引して保持する「吸着パッド」等が用いられてきたが、昨今、これら接触把持方法に替る、非接触把持方法が注目され、需要が高まっている。非接触吸着が求められるのは、半導体ウエハ、太陽電池セル、ガラス基板等、主に高付加価値の製品において、ワーク保持時の物理的な接触によるダメージ、破損、パーティクル、金属汚染、静電気の発生、接触吸着による吸着痕等を嫌うものの把持、搬送のアプリケーションや、穴あき基板、フィルム、食品等、ワークに貫通穴や表面の凹凸があるため、またはやわらかく形状の保持が困難であるため、吸着パッドによる吸引保持が困難であるものの把持、搬送といったアプリケーションにおいてである。

また、非接触吸着機器は、真空ポンプやエジェクター等の真空発生源を必要としない点や、対象物から若干離れた位置からも吸引が可能である点等のメリットもあり、これらの特徴を生かした新たな分野での注目も高まっている。さらに、機器内に空気を吸引しないため、粉塵、水分等により目詰まりを起こさず、メンテナンスフリーで長期の使用が可能である点や、衛生的である点から、医療、食品の分野にも使用の範囲が広がっている。

3. 原理

非接触チャックは、供給ポートから圧縮空気を供給し、吸着側面（裏面）に設置されたノズルから噴出するエアの生み出す流体効果によりワークを吸引する。また、同時に、吸着中常時放出され続けるエアが、ワークを押し上げる反発力によってワークとの間にエア層を形成することで、非接触把持を可能としている。

非接触チャックのリフト力（ワークを吸引する力のこと）発生の原理は、以下のように考えられている。

ノズルから噴出したエアは、チャックとワークの間を通過して大気へ放出される。放出する噴流は拡径により減速していき、大気圧となるため、チャックとワークの隙間でベルヌーイ効果が働き、チャック中心部に圧力降下が発生する。ここで発生した負圧により、ワークが吸引される。

また、弊社の非接触チャックXT661シリーズの内、サイクロンタイプでは、これに加えて旋回流の遠心力によるさらなる中心圧力降下が加わり、より高いリフト力を発生することができる。

4. 特性

非接触チャックの吸着中に発生する吸引圧力は、給圧力が高いほど高い負圧となる。ワーク表面に発生する吸引圧力分布は、中心部ほど高い負圧となり、中心から離れるにつれ負圧が低く、外縁部で大気圧となる（図1）。

非接触チャックのリフト力は、供給圧力が高いほど大きくなる。また、ワークに近づくとほど大きく、遠ざけるとほど小さくなってゆく。リフト力が最大となる距離は約0.3mmで、これ以下では再びリフト力は低下してゆき、ゼロ付近では反発力となる。（図2）

SMC株式会社
開発第3部 大宮 平

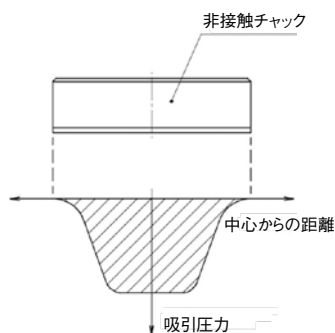


図1 吸着面圧力分布

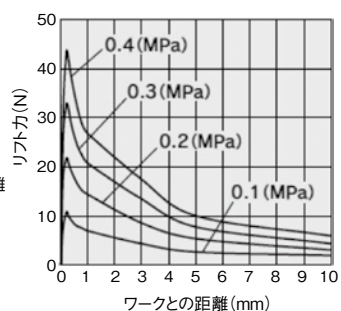


図2 吸引距離とリフト力の関係

5. 使用上の注意点

以下に、非接触チャック使用上の基本的な注意事項を記述する。

*吸着開始時のワークとの距離の設定

非接触チャックのリフト力は、ワークとの距離が遠ざかるほど小さくなるため、離れた位置にあるワークを非接触チャックで吸引する際、ワークとの距離が「ワークの重量<リフト力」となるように設定する必要がある。距離が遠く、「ワークの重量>リフト力」となる領域では、ワークを吸い上げる事が出来ない。

また、吸引開始時に、離れた位置にあるワークを吸い上げる事により発生する慣性力によって、ワークがチャックと一時的に接触（衝突）する可能性がある。接触のリスクを低減するためには、吸引開始時の距離を出来るだけ小さくすることが有効となる。

*ガイドの併用

非接触チャックは、ワークと非接触となるため、ワークには水平方向の拘束力が働かない。そのため、非接触チャック単体で吸引を行うと、ワークが横滑りし脱落してしまう。非接触チャックでワークの把持、搬送を行う際には、ワーク外縁部に横滑りを抑制するためのガイドの併設が必要となる。

*穴あき、凹凸のあるワークへの使用

真空吸引式の吸着パッドでは、穴あきワークや凹凸のあるワークは吸引が困難であるが、非接触チャックでは、ある程度の空孔率のものであれば吸引が可能となる。空孔率が大きいほど（または凹凸が大きいほど）発揮できるリフト力は低下する傾向となる。

6. 製品ラインナップ

*サイクロンタイプ(XT661-*A)

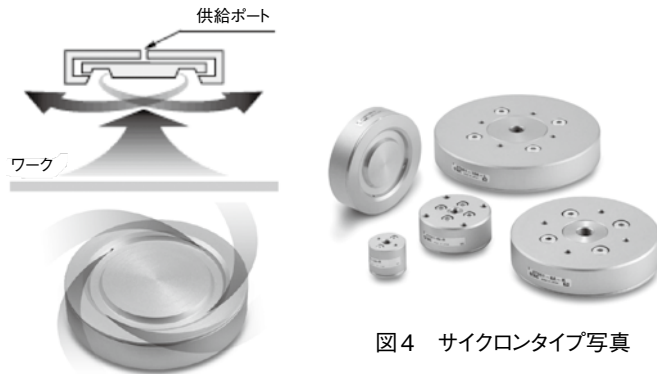


図3 サイクロンタイプ噴出エア模式図

吸着面側に設置した複数のノズルからエアを旋回方向に噴射し、ワークとの間に旋回流を形成してワークを吸引する(図3)。旋回室(ノズルから噴出後のエアが、ワークとの間で旋回する環状溝の空間)形状の最適設計によりリフト力の発生効率が高く、少ない消費流量で大きなリフト力を発生することが特徴。φ100サイズで44Nのリフト力を発生する(供給圧力0.4MPa, 空気消費量258L/min時)。

旋回流の方向は右回転と左回転を用意しており、複数個使いの際は、右回転と左回転を同数個配置することで、旋回流によるワークの回転を低減することができる。

ワークのサイズに合わせて選択できるように、φ20/40/60/80/100の5サイズを設定。ボディ材質はアルミ(アルマイト処理)である。図4に製品の一例を示す。

*ベルヌーイタイプ(XT661-*C/XT661-*E)

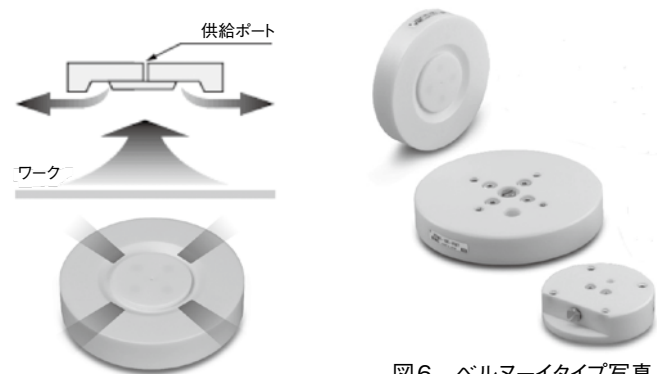


図5 ベルヌーイタイプ噴出エア模式図

吸着面側に設置した複数のノズルからエアを放射方向に噴射し、ベルヌーイ効果によりワークを吸引する(図5)。サイクロンタイプと異なり、ワークに回転力を発生しないことも特徴である。太陽電池用シリコンセルや、フィルム等の極薄の

図4 サイクロンタイプ写真

図6 ベルヌーイタイプ写真

ワークでは、サイクロンタイプにより吸着を行うと、旋回流に起因する振動を発生するケースがある。ベルヌーイタイプでは、旋回流方式をとらず、また流路構造を最適化することで、吸引時の安定性を高めており、きわめて振動の少ない安定把持が可能となる。

リフト力の大きさではサイクロンタイプに劣るが、ノズル部や流路形状の最適化により、高効率を得ている。φ100サイズで8Nのリフト力を発生する。(供給圧力0.4MPa, 空気消費量150L/min時)

また、軽量のワークに特化して設計しており、同じ供給圧力時の消費流量は、サイクロンタイプの2/3程度に抑えている。

デリケートなワークへのダメージ低減を考慮し、ボディ材質にはPBT樹脂を採用している。φ40/60/80/100mmの4サイズを設定。図6に製品の一例を示す。吸着中の安定性を示すデータとして、φ100サイズを使用して板厚250μm、□125mmの太陽電池シリコンセル吸着把持中の、ワーク振動データを示す。ワークの鉛直方向最大振幅は0.02mm以下となる。(図7、図8)

この他、太陽電池セル用に特化し、ワーク形状に合わせて外形を方形とした方形ベルヌーイタイプ、ウエハのカセットからの取出し、搬送を行うハンド等、スペースの狭い条件での使用を目的とした極薄サイクロンタイプ(全高1.8mm)、ガイドレスで搬送が可能な、滑り止めウレタンゴムパッド付の仕様や、材質、表面処理、配管方向変更等の特注品があり、幅広いご要望への対応が可能となっている。

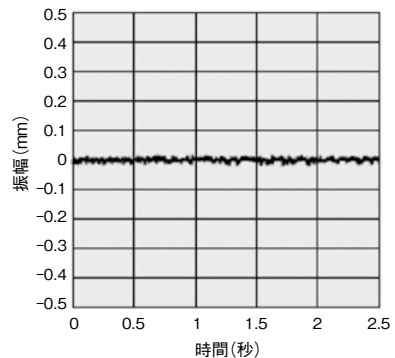


図7 太陽電池セル振動振幅

測定方法

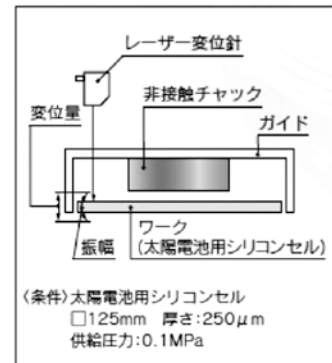


図8 太陽電池セル振動測定方法