

新型静電チャック

筑波精工(株) 取締役技術部長

傅 寶菜

New Electrostatic Chuck

Fow-Lai POH

TSUKUBA SEIKO Co.,Ltd.

1 はじめに

液晶や半導体は技術の躍進により基板の面積化、薄型化が進んでいる。それに伴い従来の製造プロセスや方式は通用しなくなった。その課題の一つが基板の把持方法である。大型、薄型基板の把持には、これまで使用されていたバキュームチャック方式、メカチャック方式では、ワークに局所的ストレスが掛かり、品質に影響する。ウエハーに関しては、高集積化により、ウエハー 1 枚当りの単価が非常に高価な為、搬送や把持でのクラックやキズは非常に問題であり、重要課題である。

また、半導体や液晶のパターン形成用プロセス装置内でも、これまでメカチャックで行っていたものが、静電チャックに移行している。大手液晶デバイスメーカーでは、第 10 世代までのライン投資予定もあるなど、液晶、半導体業界では、大型・薄型基材の把持方法に困っている。

また、真空中でのガラス基板把持において、

これまでの静電チャックは、絶縁体であるガラス基板把持に、高電圧 (± 2.0 KV 以上) を印加しなければならなかった。しかし、後述のようにこの高電圧の印加は TFT 基板に悪影響を与えると共に、液晶むらを起している。

このように、絶縁耐圧を下げずに、低電圧・高吸着力を発生する静電チャックは、市場に求められている。

2 把持力の発生原理

図 1 に従来把持手段として用いられてきた真空吸着パッド及びメカチャックと静電チャックの比較を示す。図示の様に、真空吸着パッド及びメカチャックは薄ワークに対して局所的な応力を与えると共にフラットに把持できない点、薄くて脆い対象ワークに利用できない。一方、静電チャックは全面吸着を実現できるため、薄物ワークに向く。

次に、当社静電チャックの動作原理を図 2 に基いて説明する。静電チャックは、吸着部(電極パターンと絶縁層から構成される)とコントローラ(不図示)から構成される。コントローラは V 1 と V 2 の極性 (+/-) の違う 2 電圧を出力し、2 グループの電極パターン群のそ

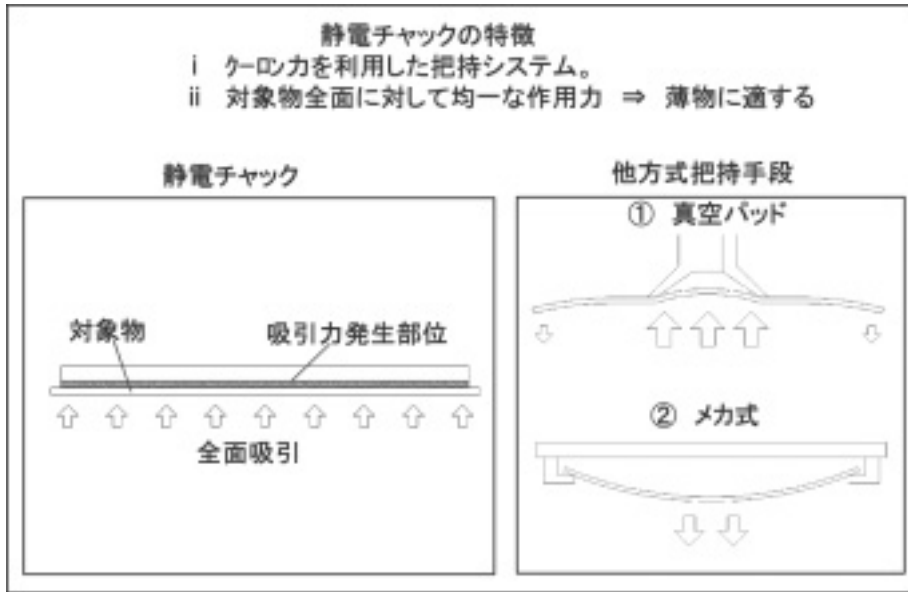


図1 静電チャックとは

れぞれに印加する。そこで、電極群と対象ワーク（被吸着物）との間に、絶縁層が形成されており、ワークへは電流は流さない。電圧印加前、ワーク表面は安定した状態にあるが、電極パターンに電圧を印加すると、ワークの表面（吸着面）には強い電界が形成され、ワーク表面が

分極する。故に、電極面とワークとの間に電位差が発生し、お互いを吸引するクーロン力が誘起され、ワークを吸着する。

リリースについては、逆に、電極への印加電圧を遮断すると、対象ワークの表面分極を拘束する電極パターンからの電界が消滅するため、

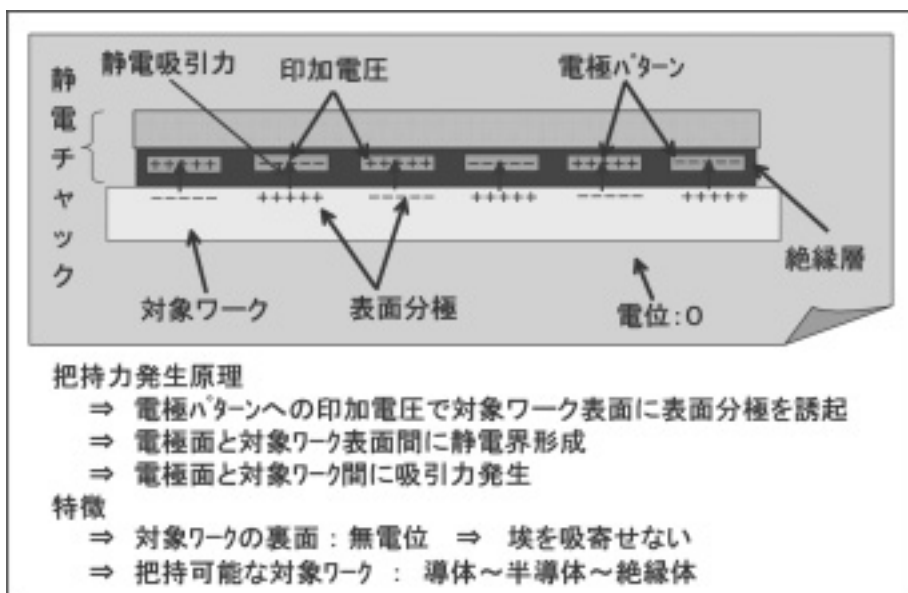


図2 把持力の発生原理

ワーク表面の分極も瞬時に無くなり、電極面とワーク表面との間に電位差が無くなり吸引力が消滅する。つまり、印加電圧を遮断するだけでワークをリリースできる。また、当社の静電チャックは電極の構成要素を最適化することによって、従来吸着不能とされる素ガラス基板のような高抵抗体でも、後述する様に従来静電チャックの5倍程度強く把持できる。

3 接触支持式静電チャック

図3に接触支持式静電チャックを示す。左側にあるのは、ハンディタイプの静電チャックで、内蔵したコントローラを電池で駆動する。吸着パッド部を把持対象ワークに当て把持を実現する。ウエハーや各種薄フィルムのハンドリングに用いる。図3右側にあるのは大面積型チャックで、ウエハー、LCD基板、各種フィルムの移載や加工ステージに用いる。

図4～図7にチャックの特性を示す。図4に導体や半導体向けに開発された従来型静電チャック（A社とB社）と当社チャックを用いて高抵抗体のLCD基板ガラスを把持する場合の比較データを示す。後の図5で述べるように、従来チャックは高抵抗体を直接分極できないので、TFT基板やCF（カラーフィルター）基板を把持する時、印加電圧を高くして、ガラス底面にある半導体膜（図5の黒い部分）を吸着する形式を取る。そこで、印加電圧として ± 2.0 KVを必要とする。一方、当社チャック

は低い印加電圧でガラス基板表面を分極できるので、電極面とガラス表面との間に電界を形成し把持を実現できる。基板の自重を把持するのに必要とする印加電圧は ± 0.5 KVであるが、生産現場の環境偏差を考慮して、 ± 0.8 KVで使用して頂いている。

次に、真空環境下に用いる静電チャックの一例について紹介する。LCD製造工程の一環で、TFT基板とCF基板の片方に液晶を滴下し、真空環境下で2基板を位置合わせし貼り合わせを行う工程がある。この真空環境下でのTFT基板及び／又はCF基板の把持に、静電チャックを用いる。図5に従来チャックと当社チャックを用いた場合の違いを説明する。既に述べたように、従来静電チャックは、高抵抗体であるガラス基板を分極し直接把持できないため、高電圧（ ± 2.0 KV以上）を印加して、ガラス底面にある半導体膜に電界を到達させ、半導体膜に対して把持を行う。この吸着方式は以下の2点の問題を引き起こす。①電界が半導体膜で構成されているTFTに到達しているため、TFTの電気特性に影響を及ぼす。②両基板の貼り合わせは真空環境下で行う必要があるため、環境を真空引きする必要があるが、かつ、生産TATを短くするために、真空引き速度を高くする必要がある。この高速な真空引きで、空気の摩擦帯電が発生するが、上記の様に基板の半導体膜に電界がかかっている場合、電荷が半導体膜と液晶間に蓄積する。これは、貼り合わ

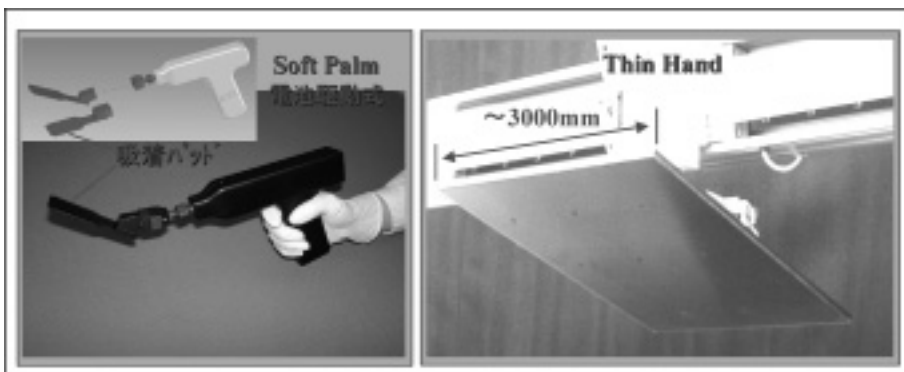


図3 接触支持式静電チャック

	当社	A社	B社
LCD基板保持の必要電圧	○ (±0.8kV)	× (±2.0kV)	× (±2.0kV)
水平保持力 (ガラスに対して) 印加電圧±1.0kVの場合	○ (10 gf/cm ²)	× (2 gf/cm ²)	× (1 gf/cm ²)
垂直保持力 (ガラスに対して) 印加電圧±1.0kVの場合	○ (40 gf/cm ²)	× (8 gf/cm ²)	× (4 gf/cm ²)
コスト	○ (1/4)	○ (1/4)	× (1)
基材	ポリイミド	ポリイミド	セラミック

図4 他社チャックとの比較

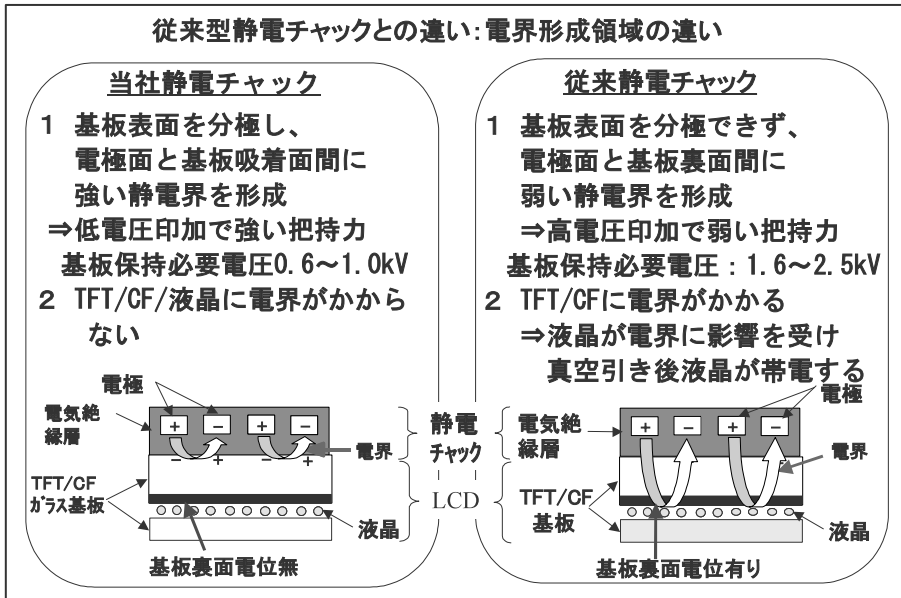


図5 LCD生産のODF工程に用いる静電チャック

せ後の液晶むらの一因となる。

一方、当社チャックは吸着面となるガラス基板の表面を分極して直接吸着把持しているため、電界がガラス底面の半導体膜に届かず、上記のような TFT の電気特性に影響を及ぼさない。また、電界が半導体膜に届かないため、真空引き時空気摩擦帯電の発生電荷が半導体膜と液晶間に蓄積することも無く、貼り合わせ後の液晶むらを起さない。

図6に静電チャックの利用で、把持対象ワーク周辺にある埃を吸寄せせる懸念事項について説明する。前述したように、対象ワークの裏面に電界がかからなく、裏面は無電位なため、周辺の埃の吸寄せは無い。図7に当チャックは把持対象ワークに対して、電荷のやり取りは無く、吸着把持後の残留電荷による悪影響の心配は無い。また、この裏面の電位がない事を利用して、積層されるワークを1枚のみ分離し、吸着する事が大きな特長となっている。

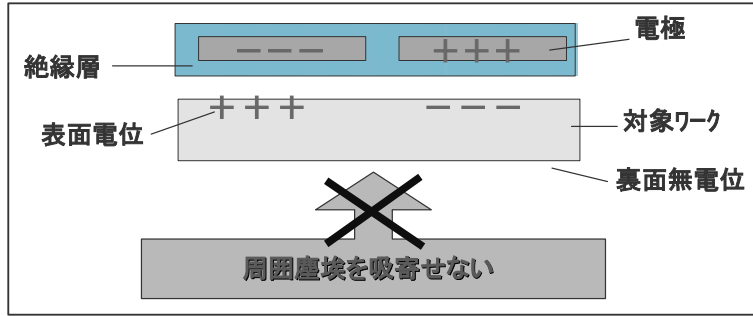


図6 周囲塵埃を吸寄せない

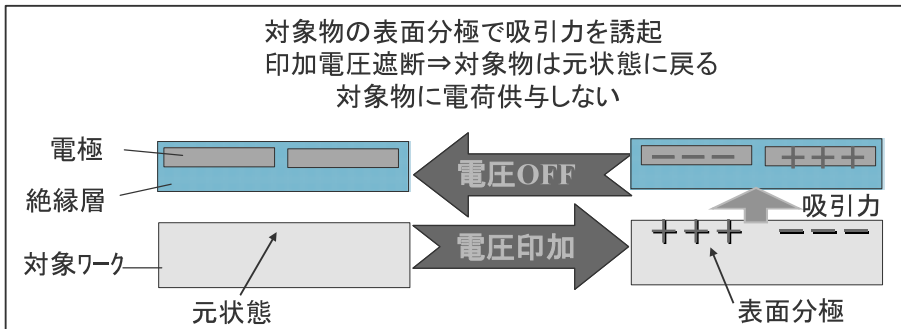


図7 基板上的 TFT 回路に無影響

4 非接触支持式静電チャック

図8に非接触把持式静電チャックの構成を示す。図示の様に、電極面に変位センサを設け、自重で落下しようとする把持対象ワークの位置情報を検知する。ワークと電極面間のギャップ情報をコントローラにフィードバックし、ギャップの変動に合わせて、実時間で印加電圧調整を行い吸引力を調整して、ギャップを一定値になるように自動制御する。つまり、静電吸引力とワーク自重の吊り合わせで非接触ハンドリン

グを実現する。

図8の左側にあるのはセミ非接触式静電チャックで、辺部の接触支持が許容されるワークに対して用いる。つまり、ウエハーのように、辺部のマージンに接触が許容できる場合、辺部はメカ的に接触支持するが、半導体パターンを形成される辺部以外の部分は、変位センサで前記ギャップを検知しながら非接触的にハンドリングし、薄物対象ワークに対して、全面的に把持し、局所支持に伴う集中応力の発生を防止する。

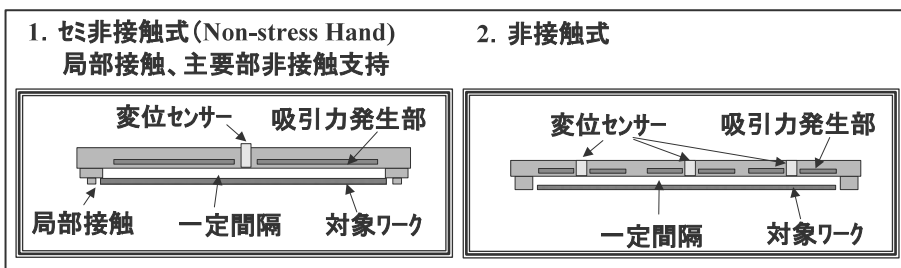


図8 非接触支持形式静電チャック

図 9 と図 10 に非接触支持式静電チャックの例を示す。図 9 は大型ガラス基板の面を触れずに横移動する装置の構成模式図を示す。基本構成モジュールは図 8 と同じであるが、制御の自由度を増やして、大型基板の面非接触支持

での移動を実現した。図 10 の右側にあるのは、図 9 の模式図のものと同じ構成で製作したシステムで、G4 の LCD 基板の横移動に用いる。図 10 の左側にあるのは、ウエハー向けのセミ非接触式静電チャックである。

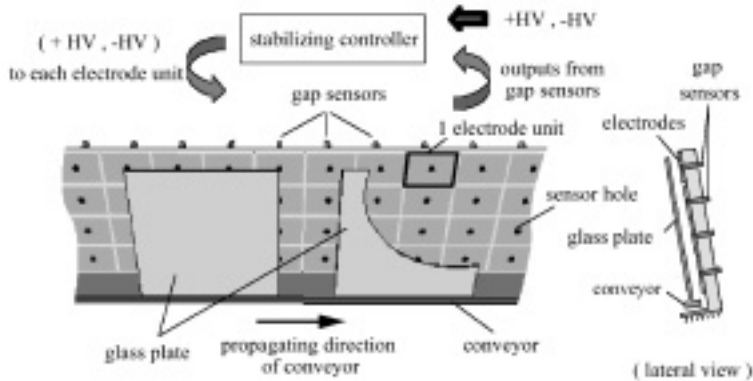
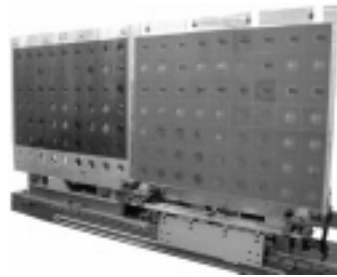


図 9 大型 (G 4 以上) LCD 硝子基板向け基板面非接触式 基板横移動装置 (模式図)



ウエハー向けセミ非接触式チャック



大型 (G4以上)LCD 硝子基板向け
基板面非接触式 基板横移動装置

図 10 非接触支持式静電チャック