

White Paper： ナノインプリント装置 RubiQ®

—R&D からパイロット生産までをカバーするナノインプリントのエントリー機—

Executive Summary

ナノインプリントの応用分野の多くは、先端的な研究要素を含むと同時に、早期に製品を市場に提供するため、開発からパイロット生産へのシームレスな移行も要求されます。

不確実性の高い研究開発のためには、技術的選択肢の広い自由度の高い装置を使いたい、一方、開発成果がそのまま製品の製造に直結できるような完成度の高い装置であって欲しい。

このような技術開発に携わるお客様の悩みにお答えして研究開発からパイロット生産までをカバーできる装置として開発されたナノインプリント装置 RubiQ®を紹介いたします。

1. Introduction

図1に示すように SCIVAX は基礎研究用のマニュアル装置から本格的量産機まで各種のナノインプリント装置を提供しています。その中で RubiQ®は、限られた期間内に先端製品を開発し事業化することを要求される企業の研究部門、開発部門のお客様、製品プロトタイプのパフォーマンスを早期に示すことが求められるスタートアップ企業や企業との共同研究を進めようとしている大学、研究機関のお客様を対象とした装置です。

RubiQ®は、上記のお客様の要望を実現するため、用途や製品コンセプトによって様々な選択肢が選べるシステムを用意しました。複雑な R&D の課題に答えるため、ナノインプリント樹脂の硬化方式、成型のための圧力印加方式において様々な仕様を自由に選べる極めて柔軟性の高いプラットフォームを有するとともに、パイロット生産で要求される高いスループットとコンパクトなフットプリントによる経済性、安定した品質を担保するクリーン対策やトレーサビリティ対応、使いやすさを重視した直観的インターフェースデザインを実現した装置です。

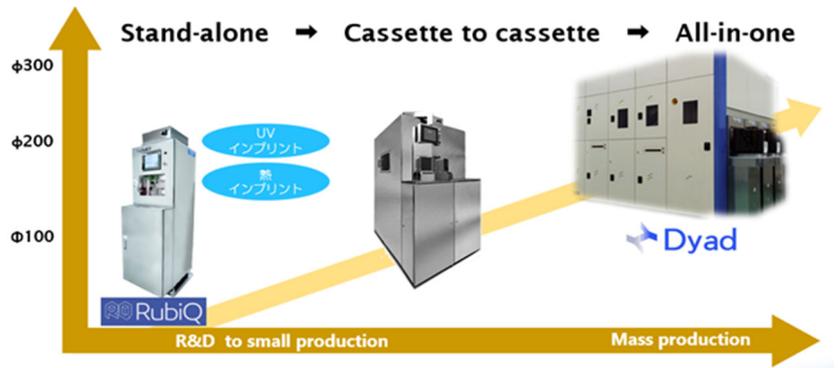


図1 SCIVAXナノインプリント装置のラインナップ

2. Flexibility

RubiQ®は、図2と図3に示すように多様なナノインプリントプロセスに対応して樹脂硬化方式、加圧方式等の装置仕様をモジュール設計により柔軟に構成することが可能です。

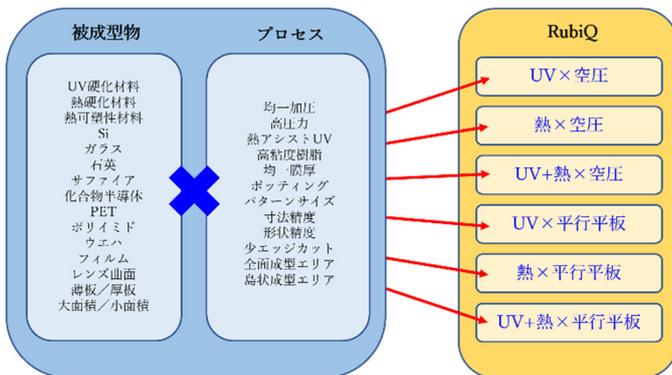


図2 多様な材料、プロセスに対応する RubiQ®のナノインプリント方式

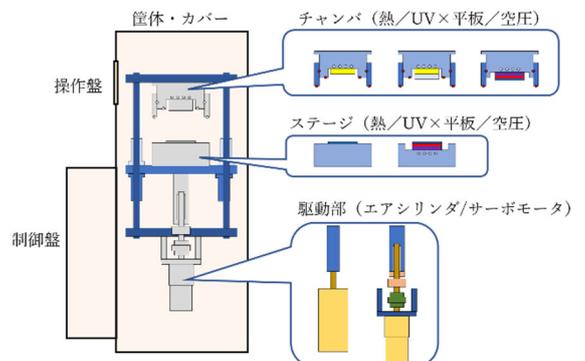


図3 モジュール化したRubiQ®装置構成

(成型方式) ナノインプリントは、微細パターンが形成されたモールドを成型対象の樹脂に押し当て加圧した状態で光や熱により樹脂を硬化した後、モールドを成型物から剥離させる工程よりなります。

RubiQ[®]は加圧の方式としてFLAN方式(空圧方式)と平行平板方式、樹脂硬化方式としてはUV硬化方式と熱硬化方式を選択できます。図4 FLAN方式(空圧方式)と平行平板方式の装置構成を示します。FLAN方式(空圧方式)は、フレキシブルモールドが空圧によってワークに沿って変形するため、ワークの傾き、うねりに対して影響を受けにくい方式です。ウエハなどの大エリアの成型に適し、曲面の成型も条件により可能です。平行平板方式はポッティングなど樹脂の塗布均一性が悪くても強制的にレベリング成型ができます。樹脂の硬化方式としてUV硬化方式は波長365nmのUV-LEDの照射によって樹脂を硬化する方式です。常温での硬化が可能のためパターンの再現精度が高いことが特長です。熱硬化方式は加熱により軟化する材料であれば直接加工することが可能です。特に感光性物質による自家蛍光を嫌うバイオデバイスなどで用いられることが多い方式です。

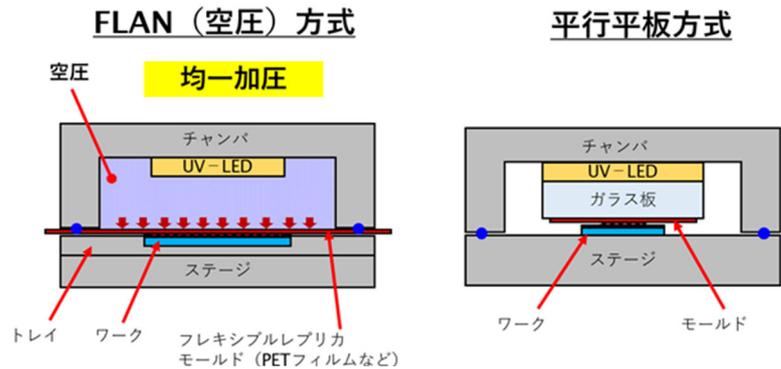


図4 RubiQ[®]で選択可能なナノインプリントの加圧方式

(駆動方式) 成型時加圧時の可動部の駆動方式としては、エアシリンダー方式とサーボモータ方式が選択できます。エアシリンダーは機構がシンプルで標準的に用いられますが、平行平板の加圧方式をとる構成で高い精度の加圧を行うためにサーボモータによる駆動方式を選択できます。

(拡張性) 開発方針の変更などで、プロセスが変更になった場合、納入後でも装置構成、システム構成を変更可能です。

3. Cost effectiveness

(高スループット) 真空回路の最適化により配管損失を最小化により真空到達時間を短縮、高輝度LEDの採用によるUV照度アップによりUV照射時間を短縮、真空度50Pa、UV積算光量8J/cm²の条件で120s/Shotのスループットを実現しました。図5に当社従来機との比較を示します。

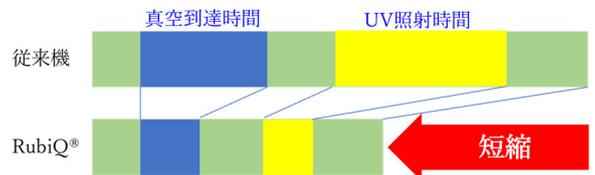
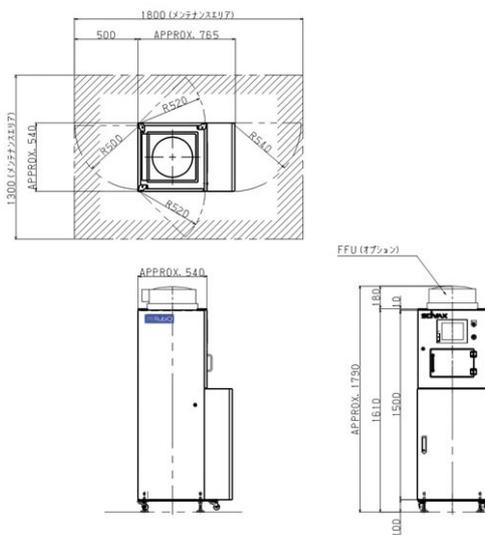


図5 RubiQ[®]と従来機とのスループット比較

(省フットプリント) モジュール設計により図6のように機構、制御機器スペースを最小化しました。



項目	内容	備考外形
外形寸法	W540×D765×H1610mm	オプションを除く
重量	約300kg	オプションを除く

図6 RubiQ[®] RD-100の外形寸法

4. Usability

(直観的なインターフェース) レシピを直接入力することによりプロセス設定が柔軟に行えます。オペレーションガイド機能により、スムーズな操作性を可能にしました。スキップ処理、ステップ動作なども可能です。

(自動運転) 起動ボタン押下により、設定されたプロセスステップを連続で行い完了します。モールドフレームをワーク上部で保持し上下するモールドピンナップ機構との組み合わせで自動離型動作もオプションとして設定可能です。

5. Defect Reduction and Traceability

(クリーン対策) パーティクル低減のため成型部分からは、配線、配管を排除し、発塵を抑制し、清掃を容易にしています。SUS 磨き材カバーによりパーティクル付着を抑制しています。

標準オプションとして HEPA フィルターにより清浄化した空気を供給するとともに、イオナイザーにより成型部近傍を除電します。またイオナイザーはシリコン電極を用いてクリーン&メンテナンスを実現します。

(ボイド対策) モールドをワークに貼り合わせる際、チャンバ内を減圧しモールドピンナップ機構を下降することにより真空貼り合わせを行います。その後に空圧加圧を行い、ボイドの発生を抑制します。

(トレーサビリティ) 成型時のデータは、Event log、Process log としてメモリーに自動保存し、必要に応じて CSV 形式で取り出すことができます。

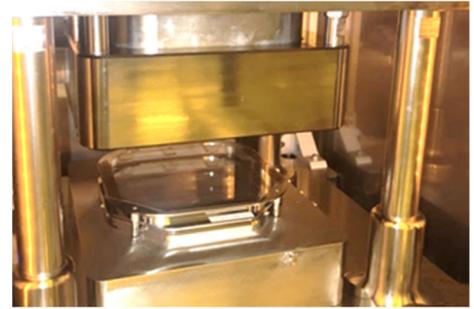


図7 RubiQ® RD-100 の成型部

6. Examples of patterns molded with RubiQ® RD-100

RubiQ® RD-100 で成型した微細パターンの例について図9～11に示します。(UV-FLAN 方式の成型例)

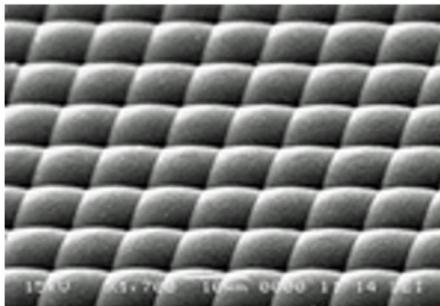


図8 マイクロレンズアレイ

ワーク : □75×0.4mm ガラス
 モールド : フレキシブルモールド
 成型樹脂 : PDMS
 レンズサイズ : 30×25 μm 高さ 16 μm

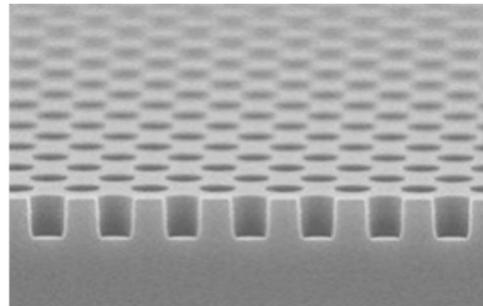


図9 HOLE 形状

ワーク : φ100×0.52mm Si
 モールド : フレキシブルモールド
 成型樹脂 : UVレジスト
 パターン : φ230nm ピッチ 460nm 深さ 200nm

(熱-平行平板方式の成型例)

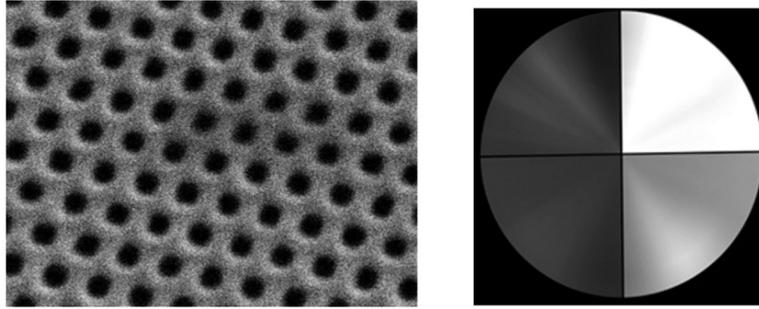


図 10 HOLE 形状

ワーク	:	熱可塑性フィルム	□120mm	t=100 μm	
モールド	:	φ 100mm	Si		
パターン	:	□100nm	ピッチ 200nm	深さ 150nm	
		□150nm	ピッチ 300nm	深さ 150nm	
		□200nm	ピッチ 400nm	深さ 150nm	
		□250nm	ピッチ 500nm	深さ 150nm	4 種混合

7. Customer Support

SCIVAX では、ツールご購入者様に、弊社の技術専門家によるオンライン技術サポート（時間限定）を受けられる特典をご用意しております。1,000 件以上の受託で培った長年の経験とノウハウを基に、ナノインプリント関連のご質問に対応いたします。

またマスターモールド、レプリカモールド、樹脂などの消耗品の供給をご希望の方はご相談ください。

8. Line up

現在、φ 100mm タイプの RD-100 を発売しております。φ 200mm タイプの RD-200 について現在設計中となりますが、詳細についてはお問い合わせください。