

超音波ナノインプリントにおける脱着可能なモールド固定法

Detachable Mold Fixing Methods in Ultrasonic Nanoimprinting

産総研¹, 分子研²

○銘苅 春隆¹, 矢野 隆行²

AIST¹, IMS²

○Harutaka Mekar¹, Takayuki Yano²

E-mail: h-mekaru@aist.go.jp

はじめに: 一般的なナノインプリントでは、テンプレートやモールドは成形材料に接触するため、洗浄や取り替えのためにナノインプリント装置から脱着できる必要がある。一方、超音波溶接機のヘッドは、超音波振動が非常に強力であるために銀蝨付けによって超音波ホーンに固定されている。銀蝨付けされたヘッドを剥離する場合には 600°C 以上に加熱しなければならず、洗浄な表面を再現することは難しい。そこで我々は、超音波ナノインプリントに対応した、脱着可能なモールドの固定方法を探索している。

実験: 実験配置図を図 1 に示す。周波数 16kHz と最大振幅 10nm の超音波加工機 UM-500DA (日本電子工業) を用い、4 つの固定方法 (両面テープ Y-4180 (3M)、接着剤 Scotch-Weld IG40H (3M)、ネジ止め、冷やしばめ) で無酸素銅製ダミーモールドをチタン製超音波ホーンに固定し、振動エネルギーの伝達効率を比較した。摩擦熱によるエネルギー損失を可視化するために、超音波ホーンとダミーモールドの間の接触面を赤外線サーモグラフィ R300 (日本アビオニクス) で観察し、レーザードップラー振動計 AT0023+AT3700 (Graphtec) を用いて、ダミーモールド端面での超音波振動の周期と振幅を計測した。

結果: 図 2 は其々の固定方法において、振幅 ±1nm の超音波振動を 10 分間印加した後に、側面から観察した熱像を示している。発熱が確認された固定方法は両面テープと冷やしばめであった。両面テープには振動エネルギーを吸収してしまうアクリルフィルムが存在するために、超音波ホーンとダミーモールド間で位相のずれによる叩き合いが発生した。また、冷やしばめによる固定方法では、ダミーモールドの一部が超音波ホーンの端面から浮いた状態にあるので、超音波振動によって両者が叩き合い、摩擦熱が発生したと考えられる。一方、最も温度上昇が抑制できたのは、接着剤とネジ止めによって固定した場合であった。しかし、レーザードップラー振動計による測定結果から、ネジ止めによって固定した際には形状の一部が歪な正弦波が測定され、ネジ材料 (SUS304) の高い剛性率の影響が見受けられた。

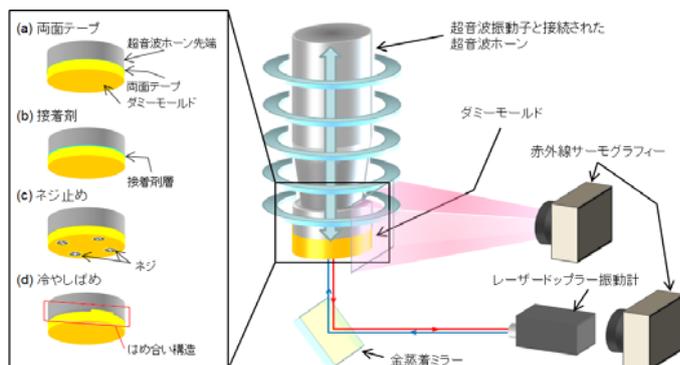


図 1 実験配置図と 4 種類のダミーモールドの固定法

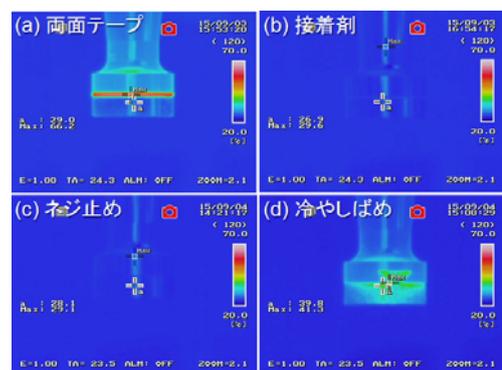


図 2 超音波振動印加時の側面の熱像