

研究課題 (テーマ)		ワンプッシュソフトナノリソグラフィ技術の開発	
研究者	所属学科等	職	氏名
代表者	機械システム工学科	准教授	遠藤 洋史
	機械システム工学科 富山県産業技術開発センター 富山県産業技術開発センター (株)中村機械 (株)中村機械	教授 ものづくり基盤技術課長 主任研究員 設計開発課 課長 設計開発課	真田 和昭 水野 渡 寺田 堂彦 大門 和志 池口 太軌
研究結果の概要			
<p>本研究では新規自動長軸立体伸長装置を用いてエラストマー弾性体に『ワンプッシュプロセス』に基づく、微細リンクル構造(しわ)を構築し、その構造解析を行った。リンクル構造とは伸長状態のゴム表面をプラズマ処理等により硬化し、その後、伸長を解放することで、表層と内部との弾性率の違いに起因して自発的に表面に正弦波状の周期的な微細ナノ凹凸構造を作製する手法である。</p> <p>具体的には PDMS フィルムを新たに開発した自動長軸(軸長:40 mm, 軸径:6 mm)立体伸張装置に固定し、所定の高さにて突き上げ、その状態を維持してプラズマ処理を 3~10 min 行った。この時、表面にはシリカ-like の硬化層が形成される。その後、伸張を一定速度(0.50mm/s)で解放しストライプ型リンクル構造を誘起した。</p> <p>立体伸張法の特徴には、伸長治具の軸に接していたフィルム中央部と非接触のサイド部分とは異なる波長・振幅のリンクル構造を同時に得られることが挙げられる。この違いは両部分において異なる伸長状態にあることに起因する。そのためリンクルフィルムの外観は両部分で構造色の色合いが異なっていた。このリンクルフィルム表面を AFM・レーザー顕微鏡観察した結果、長軸と平行にストライプ状にリンクル構造が形成していた。また従来の 1 軸伸長法ではストライプ方向と直交して多数のクラックが確認されたが、本フィルムにおいてはそれが劇的に減少していた。フィルム四方を固定することにより、1 軸伸長の際のポアソン効果を抑制できたものと考えられる。</p> <p>処理時間が経過するにつれ、波長・振幅共に大きくなる傾向を示した。Winkler model から導出されるリンクル形成の基礎式において、波長・振幅の大きさは共に硬化層の膜厚に比例することが分かっている。したがって、プラズマ照射時間が長いほど架橋密度が増し、硬化層の膜厚も増大したことが要因として考えられる。また同一処理時間において、突き上げ高さ(すなわち伸長率)が増加するにつれ波長は小さくなり、振幅は大きくなる傾向にあった。伸長率の増加に伴い、圧縮応力も増加したことが要因として考えられる。</p>			
今後の展開			
<p>微細加工技術はエンジニアリング分野において高性能な部材開発を行う上で重要な要素技術であり、これまでトップダウン型のフォトリソグラフィやナノインプリント技術が用いられてきた。成熟した技術である反面、多段階・高コストプロセスといった課題も併せもっている。本成果は汎用性・簡便性・コスト面においても次世代技術として発展できる可能性を秘めており、多様な応用展開を今後行う予定である。</p>			