

マイクロバブル・ナノバブルの SEM 中その場生成

～電子顕微鏡で水中に微細な泡を作り、そして見る～

高度産業科学技術研究所 材料・放射光工学専攻

たかはら こうじ すずき さとる
◎M1 高原光司、教授 鈴木 哲

キーワード

マイクロバブル, ナノバブル, ウルトラファインバブル,
走査電子顕微鏡, 接触角, ラプラス圧

研究概要

水の中の微細なバブルは、最近ではシャワーや洗濯機にも利用されています。しかし電子顕微鏡などの真空装置で液体を観察することは容易ではなく、光学顕微鏡では見えないほど微細なバブルになると、もはや観察すること自体が困難になります。今回我々は簡便な液体セルを用い、走査電子顕微鏡(SEM)内での水への電子照射によってナノバブルをその場で形成し、そのマイクロバブルへの成長過程を直接観察することができました(図1)。これらのバブルは、電子線透過窓に付着しているサーフェスバブルと呼ばれるものです。

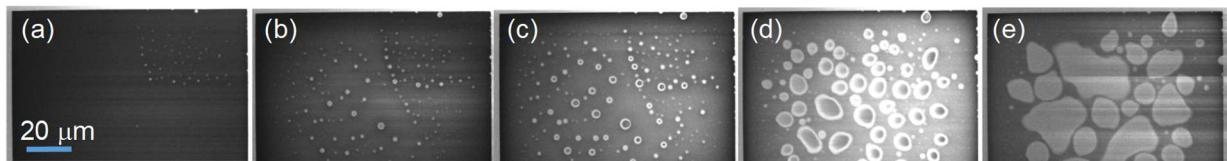


図1. 電子照射によるナノバブル形成およびマイクロバブルへ成長する過程の電子顕微鏡像。

また、図2のように電子線透過窓の端に形成されたサーフェスバブルの断面観察からバブルが半球状の形状を持つことを明らかにしました。サーフェスバブルの形状はこれまで主に液中 AFM により研究され、非常に平坦なパンケーキ型構造であると考えられてきました。本研究結果はこれを根本的に見直す必要があることを強く示唆しています。

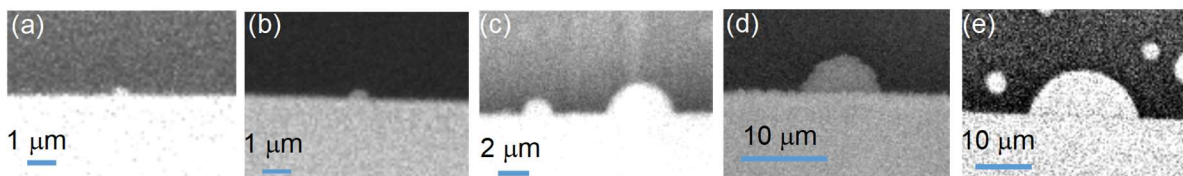


図2. 様々な大きさのナノバブル・マイクロバブルの断面電子顕微鏡像。

アピールポイント

本研究の主なポイントは以下の通りです。①SEM 中でのバブル形成は本研究が初めてです。SEM によるマイクロバブル・ナノバブルの観察も本研究が初めてです。②これまでの電子照射によるバブル形成の報告に比べ5-7桁小さい照射線量率でバブル形成に成功しました。これには液体セル内の圧力を低く保つことが重要であると考えられます。③サーフェスバブルの形状はこれまで考えられてきたパンケーキ型ではなく、半球型であることを明らかにしました。④半球型の形状はラプラス圧(表面張力による付加的圧力)を高めることからバブルの生存に不利であると考えられるのですが、3日の間に消滅したマイクロバブル・ナノバブルは観察されませんでした。

なお本研究成果は以下の学術雑誌に掲載されました。¹⁾

1) K. Takahara and S. Suzuki: *J. Appl. Phys.* **130**, 025302 (2021).