

L120 マイクロ波加熱ポリオール法合成銀ナノ-self-wetting 流体の界面・熱物性に及ぼす銀ナノ粒子形態の影響

(宇都宮大院工)○(正)佐藤正秀*・鈴木智裕・三橋国直・飯村兼一・(産総研)(正)阿部宜之・(九大院工) 新本康久・大田治彦・(SOHKi)深萱正人・(宇都宮大院工) (正) 古澤毅・(正) 鈴木昇

【緒言】 炭素鎖長4以上の長鎖アルコール類やある種の界面活性剤の希薄水溶液では、その表面張力がある温度で最小値をとり、それ以上では温度とともに増加する特異な性質を持つことが知られている[1]。このいわゆる self-wetting 流体の特異な性質を使用した、ヒートパイプ熱輸送流体などへの応用が検討されている[2]。我々は液相還元で合成した銀ナノ粒子希薄分散液に 1-butanol を少量添加することで、より低温からベース流体の 1-butanol 水溶液に比べ非常に大きな正の表面張力温度依存性が発現すること、この流体を作動液とする nano-self-wetting 流体ヒートパイプが非常に高いドライアウト耐性をもつことを既に示した[3]。本研究では熱物性と界面物性の観点から nano-self-wetting 流体の設計指針を明らかにすることを目標に、1-butanol または 1-hexanol を少量添加した、種々の平均分子量をもつ polyvinylpyrrolidone (PVP) で被覆した液相還元 Ag ナノ流体の滴重法による表面張力測定と、非定常加熱細線加熱法による熱伝導率測定をそれぞれ行った。さらに Ag ナノ粒子の形状測定やゼータ電位測定を行い、熱伝導率や表面張力温度依存性と Ag ナノ粒子の構造の相関について考察した。

【実験】 銀ナノ粒子の調製は前報[3]と同様であり、AgNO₃ を出発原料とするマイクロ波-ポリオール法により調製した。得られたポリビニルピロリドン(PVP)で保護された Ag ナノ粒子/エチレングリコール分散液を適宜超純水で希釈したものに、1-butanol を 5wt.%、または 1-hexanol を 0.46wt.% となるように添加した。この銀ナノ流体の表面張力温度依存性を、恒温槽に接続したガラス製 2 重ジャケット管内に設置したガラス製キャピラリー管へ被測定溶液を滴下したときの滴下液量から滴重法により決定した。熱伝導率の測定は非定常細線加熱法により行った。

【結果と考察】 Ag ナノ流体の性状を Fig. 1 に、5wt.% 1-butanol-Ag-ナノ流体の表面張力の温度依存性を Fig. 2 それぞれ示す。5wt.% 1-butanol-Ag-ナノ流体では PVP8k, 10k, 360k, 1300k で被覆された場合、ベース流体の 5wt.% butanol 水溶液に比べより低温の約 60°C 付近から 2 倍以上の温度に対する正の表面張力勾配の増大が見られた。一方、PVP40k 被覆 5wt.% 1-butanol-Ag ナノ流体では、ベース流体とほぼ同様の表面張力特性を示し、0.46wt.% 1-hexanol-Ag-ナノ流体では、全ての場合

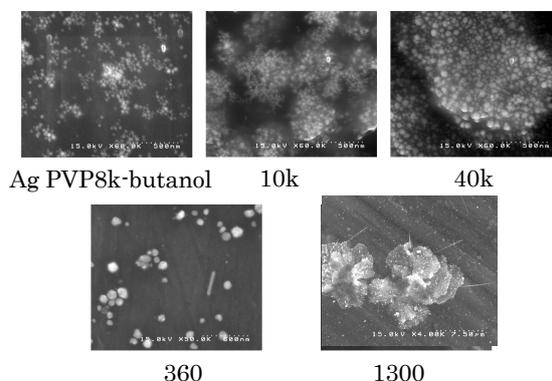


Fig. 1 SEM photographs of Ag nanofluids with 5 wt.% 1-butanol.

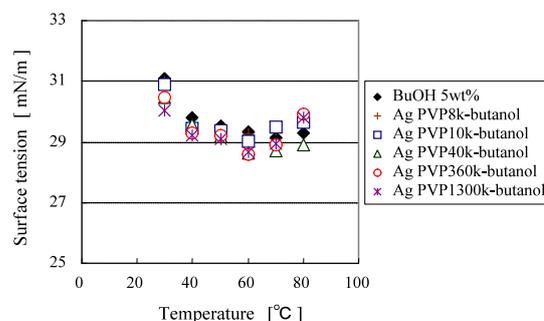


Fig. 2 Surface tension as a function of temperature for Ag nanofluids containing 5wt.% 1-butanol.

でベース流体とほぼ同様の表面張力特性を示した。各種流体のゼータ電位測定等より、表面張力温度依存性の増大が見られるナノ流体では、Ag ナノ粒子と 1-butanol 間に水素結合等が生じるのに対して、表面張力特性が変化しないナノ流体では、Ag ナノ粒子と 1-hexanol 間に相互作用がなく、この差がナノ流体の表面張力特性の違いとなることがわかった。

一方、非定常細線加熱法により得られた各種 Ag ナノ流体の熱伝導率は、水とほぼ等しくなった。現状では熱伝導率の増大効果が期待出来る Ag ナノワイヤ含有率は最大で 10% 程度であるため、Ag ナノワイヤ含有率を高める合成手法の確立が必要である。

【謝辞】 本研究は NEDO グリーン IT プロジェクトテーマの一環として実施していることを記し、関係各位に謝意を表す。

【参考文献】 [1] R. Vochten, G. Petre; *J. Colloid and Interface Sci.* 42(1973), 320-327.[2] Y. Abe; *Thermal Sci. Eng.*, 12(2004), 9-18.[3] Y. Urita et al. *Proc. 45th Heat Transfer Symp. Japan*, Tsukuba (2008) C1513.

*masa@chem.utsunomiya-u.ac.jp