

自己評価報告書

平成 23年 4月 26日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2008 ~ 2011

課題番号：20360101

研究課題名 (和文) ライデンフロスト温度以上の高温面急速冷却中の自発核生成と濡れ開始について

研究課題名 (英文) Homogeneous nucleation generation and stable wetting during quenching high temperature surface higher than Leidenfrost temperature

研究代表者

門出 政則 (MONDE MASANORI)

佐賀大学・海洋エネルギー研究センター・教授

研究者番号：80109222

研究分野：熱工学

科研費の分科・細目：機械工学・熱工学

キーワード：(1)Quench (2) High Temperature (3) Homogeneous Nucleation (4) Jet cooling (5) Spray cooling (6) Heat Transfer (7) Phase Change

1. 研究計画の概要

ライデンフロスト温度以上の高温面を液体で急冷するときの冷却特性を固液の連成問題という視点から再構築する。特に、固液の安定な接触開始温度と熱流束の関係、更には冷却中の最大熱流束を支配するパラメーターの確立を目指す。また高温の固体面に液が接触した瞬間に生成される蒸気に対して、従来熱平衡の視点から提案されていた均一自発核生成と非定常的に生じる核生成との関連について検討する。実験は、固体側の熱物性として、3種類（銅、黄銅、炭素鋼）、液側の熱物性として水とアルコールを用いて高温面の急速冷却を行う。

2. 研究の進捗状況

予定通り進んでおり、研究成果も順調に公表している。具体的には、ライデンフロスト温度以上の高温面を液体(水あるいはアルコール)で急冷するときの冷却特性を固液の連成問題という視点から再構築することを目的とした研究で、固液接触時間と激しい相変化に伴う固液の非接触時間を測定するための温度センサーの開発および提案した均一自発核生成に対する新たなモデルを高温面の固液に適用し、固液の接触時間や固液の安定な接触が可能となる下限温度の存在について新たな知見を得た。推定された下限温度は、衝突噴流沸騰系で得られた均一自発核生成が終

了する温度に近いことが確認された。

開発しようとした温度センサー応答時間は 10^{-6} 秒を目指したものであったが、実験での応答時間は 10^{-4} 秒で、さらなる改良が必要なことがこれまでの研究で分かった。

一方、モデルから推定された高温面上での固液の接触時間とその時の熱流束および再接触時間を基に高温面の冷却曲線を検討した結果、測定された冷却曲線がかなり高い精度で推定されることが分かった。

下限温度以上の高温面と液体が接触するときの接触時間の長さや接触中の蒸発熱流束の大きさを接触時の高温面温度で整理することが出来た。特に、均一自発核生成については新しいモデルを提案し、従来の実験結果を十分説明可能なことを検証した。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

1. 均一自発核生成に対する新たなモデルを構築し、従来の実験結果の説明に成功しているという新たな知見を得た。

2. 均一自発核生成モデルから得られた知見を基に、非定常急速冷却曲線の特性の検討を実験的に進めている。

3. 冷却曲線の全般的な理解と把握がより正確になされる可能性が期待される。

4. 今後の研究の推進方策

最終年度である 2011 年度は、濡れ開始の解析と濡れが広がる条件について検討する予定である。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

1. Mohammad Nasim Hasan, Masanori Monde, and Yuichi Mitsutake, “Model for Boiling Explosion during Rapid Liquid Heating”, (in print), *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 査読有

2. Mohammad Nasim Hasan, Masanori Monde, and Yuichi Mitsutake, “Homogeneous Nucleation Boiling during Jet Impingement Quench of Hot Surfaces above Thermodynamic Limiting Temperature”, (in print), *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 査読有

3. Mohammad Nasim Hasan, Masanori Monde, and Yuichi Mitsutake, “Lower Limit of Homogeneous Nucleation Boiling Explosion in Water”, Accepted for publication in the *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 査読有

4. 門出政則, Mohammad Nasim HASAN, 光武雄一, 均一自発核生成モデルの高温面の噴流急速冷却への適用, 日本機械学会論文集, Vol.77. No.776B(2011), pp.1158-1164. 査読有

5. 門出政則, Mohammad Nasim HASAN, 光武雄一, 均一自発核生成過程の伝熱モデル(高速加熱の場合について), 日本機械学会論文集, vol.76, No.770B(2010), pp.1594-1600. 査読有

6. 門出政則, Mohammad Nasim HASAN, 光武雄一, 均一自発核生成の下限界温度について, 日本機械学会論文集, Vol.76. No.772B(2010), pp.2196-2202. 査読有

7. 光武雄一, 門出政則, 日高真一郎, スプレー冷却中の高温面のぬれ開始温度特性 (第1報, 高温面全体を均一にスプレー冷却した場合), 日本機械学会論文集, vol.75, No.760B(2009), pp. 1917-1924. 査読有

8. 光武雄一, 門出政則, 高木英斗, スプレー冷却中の高温面のぬれ開始温度特性 (第2報, 高温面の一部をスプレー冷却した場合), 日本機械学会論文集, vol.75, No.760B(2009),

pp. 1925-1931. 査読有

[学会発表] (計 6 件)

1. Mohammad Nasim Hasan, Masanori Monde and Yuichi Mitsutake, “Lower Limit of Homogeneous Nucleation Boiling Explosion in Water during Linear Boundary Heating and Contact with High Temperature Surface”, Proceedings of the ASME/JSME 8th Thermal Engineering Joint Conference, AJTEC2011-44051, March 13-17, 2011, Honolulu, Hawaii, U.S.A.

2. Mohammad Nasim Hasan, 門出政則, 光武雄一, 高温面接触時の均一自発核生成発生の下限界温度, 日本機械学会 2010 年度年次大会, (2010.9.7) 名古屋工業大学.

3. Yuichi Mitsutake, Masanori Monde, Characteristics of Wetting Temperature and Maximum Heat Flux during Spray Cooling of Hot Surface, 14th International Heat Transfer Conference, (August 11, 2010), Washington, U.S.A.

4. Mohammad Nasim Hasan, Masanori Monde, and Yuichi Mitsutake, Homogeneous Nucleation Boiling During Jet Impingement Quench of Hot Surfaces, 14th International Heat Transfer Conference, (August 11, 2010), Washington, U.S.A.

5. Mohammad Nasim Hasan, 門出政則, 光武雄一, 高温面の急速冷却で発生する均一自発核生成について, 第 47 回日本伝熱シンポジウム, (2010.5.27) 札幌市.

6. Masanori Monde (Keynote Speaker) and Yuichi Mitsutake, Characteristics of Heat Transfer During Quenching High Temperature Material, 7th ECI International Conference on Boiling Heat Transfer, May. 3-7, 2009, Florianopolis-SC, Brazil.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]