

K122

基板加熱型超臨界製膜装置の数値流体シミュレーション

(みずほ情報総研/BEANSプロジェクト 3D BEANSセンター) 岩崎拓也*・小野耕平・鈴木幸人
 (BEANSプロジェクト) 入江康郎・(BEANSプロジェクト 3D BEANSセンター) (正) 山田英雄
 (東大生研/BEANSプロジェクト 3D BEANSセンター) (正) 百瀬健 (デンソー) 浅海一志
 (東大院工/BEANSプロジェクト 3D BEANSセンター) (正) 霜垣幸浩・(正) ○杉山正和

1. 緒言

近年、半導体やMEMSなどの製造プロセスの微細化に伴い、超臨界二酸化炭素を溶媒として使用する超臨界製膜技術が提案されており、金属やSiO₂の製膜が報告されている[1、2]。一方、超臨界製膜において超臨界流体の温度勾配(密度差)による対流が製膜に影響していることが懸念されており、製膜条件の最適化のためにもその原因の究明が喫緊の課題となっている。

そこで本研究では、超臨界流体の数値シミュレーションを実施し、基板表面における自然対流の状況を確認した。

2. シミュレーション条件

図1に製膜チャンパーおよび解析領域の略図を示す。基板はチャンパー内に設置されたヒータにより加熱される。超臨界二酸化炭素は基板を通じて加熱され、生じた浮力により基板表面には速度および温度境界層が形成される。この基板表面の境界層近傍を解析対象とし、流動場が製膜に与える影響を検討した。計算条件は①圧力:8MPa、ヒータ温度400℃、②圧力:15MPa、ヒータ温度200℃の2ケースとし、十分に流れ場が発達するまでの非定常計算を行った。

3. 結果・考察

図2に圧力を8MPa、ヒータ温度を400℃とした場合の温度分布を示す。加熱された超臨界二酸化炭素が浮力により上昇し、基板表面に安定な境界層を形成していることがわかる。本条件では基板表面に時間変動を伴う乱れは生じず、層流となっている。一方、圧力が15MPa、ヒータ温度200℃の場合(図3)には、基板下部では層流状態であるものの、基板上部においては流れが乱流状態となっており、時間的・空間的に温度・流速が変動していた。このように、超臨界流体においては圧力・温度条件により基板表面での流況が大きく異なることがわかった。実験においても15MPa、200℃の条件においては基板上部で不均一製膜が見られており、浮力に起因する乱流が製膜に影響を及ぼしていることが予想される。講演においてはシミュレーションと実験との比較や、製膜チャンパー全体における流動シミュレーション結果についても報告する予定である。

この成果(の一部)は、独立行政法人新エネルギー・産業技

術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものです。

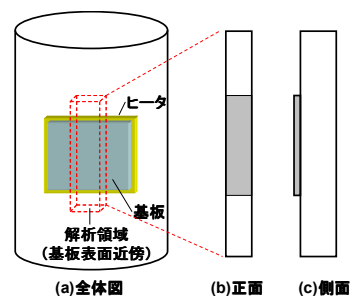
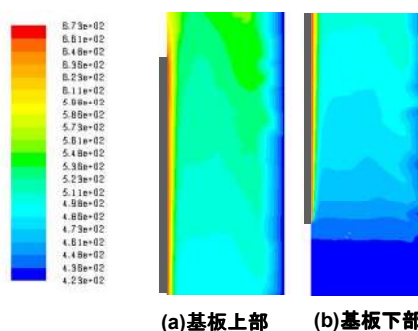
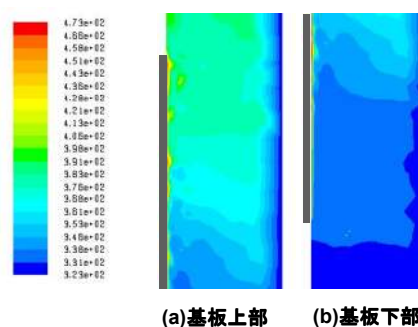


図1 製膜チャンパー及び解析領域



(a)基板上部 (b)基板下部

図2 温度分布(8MPa、ヒータ400℃)



(a)基板上部 (b)基板下部

図3 温度分布(15MPa、ヒータ200℃)

[1] 百瀬, 杉山, 霜垣; 化学工学会第39回秋季大会講演要旨集(2007) L319.

[2] 山田, 百瀬, 和戸, 竹内, 川原, 杉山, 霜垣; 化学工学会第74回年会講演要旨集(2009) K317.

*e-mail:takuya.iwasaki@mizuho-ir.co.jp