

申請者	学科名	情報通信工学科	職名	准教授	氏名	岸原 充佳
調査研究課題	透明なポスト壁導波路を用いたチップサイズマイクロ波照射構造の試作検討					
調査研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	岸原 充佳	情報通信・准教授	マイクロ波工学	研究の実施と総括	
	分担者					
調査研究実績の概要	<p>近年、マイクロ波がクリーンで高効率なエネルギー源として注目され、工業・医療・科学などの新しい分野へ応用する研究が進められている。マイクロ波には設定温度までの到達時間を短縮し、均一加熱を実現するという特長があり、これにより新材料の合成、化学反応の高速化、製鉄、セラミックスの高速焼結などといったことが試みられている。</p> <p>ところで、以前にポスト壁導波路の金属柱間に流路を設けた構造を提案し、23年度独創的研究でも24GHz帯を利用したチップサイズのマイクロ波照射構造の最適化設計を行った。この照射構造は、数マイクロリットルの溶媒を1~2ワット程度のマイクロ波で迅速加熱することができ、オンチップマイクロ波励起化学等への応用研究が進められている。このとき、照射構造は、マイクロ空間における流体、液滴の挙動や、化学反応の状態を確認できることが望ましい。本調査研究では、透明な材料アクリルおよびアクリルに蒸着させたITO導電膜を用いてポスト壁導波路型マイクロ波照射構造を試作し、水の昇温特性を調査することで透明なチップサイズマイクロ波照射構造の有効性を検証することを目的として、次に述べる試作・実験を行った。透明なチップサイズマイクロ波照射構造により、照射構造内部の可視化や、他のマイクロリアクタとの組み合わせが可能になると考える。</p> <p>本調査研究課題では、図1で示されるような透明なポスト壁導波路を用いたチップサイズマイクロ波照射構造を設計した。ポスト壁導波路は、誘電体材料に金属ピン(ポスト壁)を配置し、上下を金属板で挟むことで作られる構造である。今回、マイクロ波による加熱・</p>					

調査研究実績  
の概要

反応状態を視認できるよう透明な誘電体材料であるアクリルを使用した。また、上下に置く金属板としては、これまで真鍮シートなどを用いていたが、新たにITO透明電極を採用することとした。ITO透明電極は、通常は直流かそれに近い電流を想定しており、マイクロ波に対して同様に金属として振る舞うかどうかのデータは無かったが、24GHz帯でも十分金属としての遮蔽効果があることを確認している。本調査研究課題では、アクリル板(1.5mm)にITO膜が直接スパッタ蒸着されたものを購入し、これに加工を加えてポスト壁導波路と内部のマイクロ流路を作製した。ITO膜のシート抵抗は $25\Omega/\text{sq}$ 、膜厚200nmで、24GHz帯マイクロ波に対し約99%の遮蔽効果がある。

ポスト壁導波路およびマイクロ流路の寸法は、既知の設計値を使用した。2枚のアクリル板に流路(幅1mm、深さ0.5mm)を加工し、接着剤で貼り合わせることで、図2(a)のように内部に流路をもつ構造を得た。そして、予めアクリル板2枚分の厚さ(3mm)に加工した金属ピンをポスト壁として打ち込んだ。

次に、貼り合わせた構造にマイクロ波入出力用コネクタを取り付ける必要がある。今回、ITO膜との接触面での導電性を確保するため、図2(b)のようにコネクタは簡易的に差し込む状態に留めた。

試作した透明なポスト壁導波路を用いたチップサイズマイクロ波照射構造で、水とエチレングリコールを使った昇温実験を行った。24.15GHzの発振器に1.2Wのパワーアンプを接続し、アイソレータを通して得られたマイクロ波を試作構造に入力し、その時の水ないしエチレングリコールの温度変化を熱電対温度センサで測定した。その結果、水に対しては、水温28°Cから約78°Cまで100秒程度で上昇することが確認できた。また、エチレングリコールに対しては、230秒程度の時間がかかったが、初期温度30°Cから約75°Cまで温度上昇することが確認できた。これにより、透明な材料で試作した場合でも、チップサイズのマイクロ波照射構造として機能することが確かめられた。

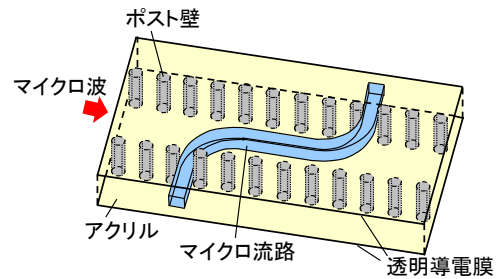
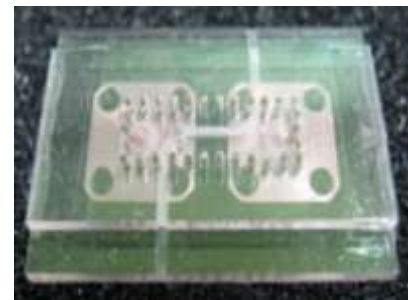


図1 ポスト壁導波路を用いたマイクロ波照射構造



(a) ITOフィルムとポスト壁導波路



(b) 入力コネクタ側の構造

図2 試作したマイクロ波照射構造

成果資料目録

[1] M. Kishihara, Y. Minamiyama, A. Yamaguchi, Y. Utsumi, "Fundamental study of a microwave irradiation structure using transparent post-wall waveguide," The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015 (Pacifichem 2015), 685, Dec. 2015.