

省動力動作で高温が得られる薄膜型マイクロヒータの開発

利用者：矢崎総業株式会社 石原 裕己, 石居 真, 砂山 竜男

研究支援者：豊田工業大学 佐々木 実, 梶原 建

【研究目的】

赤外線は分子振動に相当するエネルギーを持ち、分子情報を提供する。このエネルギーは比較的小さく、室温による熱揺らぎのため、発光ダイオードのような半導体型の光源素子を実現することは困難である。現在も白熱電球など、黒体放射を原理とする光源が主流である。スペクトルはブロードで、例えばCO₂ガスが吸収する波長4.2-4.3 μm のエネルギーは赤外線エネルギー全体の3%に留まり、ガスセンサとしてエネルギー効率の悪いものになってしまう。センサの中で、光源が最もパワーを消費する。効率を上げるにはガス吸収波長を選択的に出射する光源が求められる。黒体光源を近接配置して、対面の金格子表面を表面プラズモンとして伝搬できる赤外光のみを外部に放射する原理により、特定波長の赤外線を選択的に放射する、新光源を目指してきた。黒体光源については任意である。赤外線出射能力は温度で決まるので、低パワーで高温領域が形成できるほど光源は高効率となる。省動力動作で高温が得られる薄膜型マイクロヒータを試作した。

【成果】

図1はマイクロヒータ模式図と写真である。電気コンロのヒータ線のように、Cr薄膜がジグザグ形状を描きながら、中心でドーナツ状になっている。この領域が高温となる。この外側が薄膜で、基板間との熱絶縁を高めている。中心は直径1mmの開口であり、赤外線出射口となる。図2はマイクロヒータ動作時のサーモグラフィ像である。出射口から、表面プラズモン経由の赤外線が出射されている。薄膜とリング構造により、中心部が高温で、熱絶縁がよく得られている。図3は出射スペクトルである。ヒータ下にピッチ4.3 μm 、溝深さ0.25 μm の格子を配置した。入力パワーと共に出射ピークが顕著になっている。波長4.3 μm に幅400nm程度のピークがあり、波長選択的の出射が得られている。このピーク中にCO₂による吸収が含まれており、赤外吸収型のCO₂ガスセンサに有効であることも確認できた。

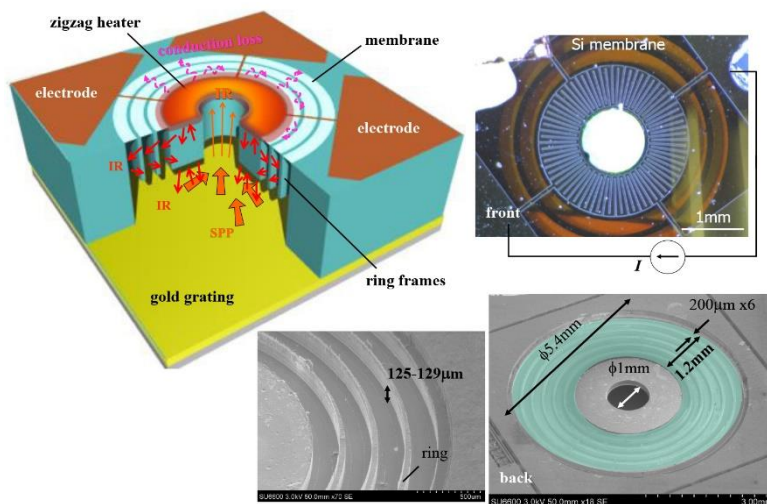


図1 マイクロヒータ模式図と写真。

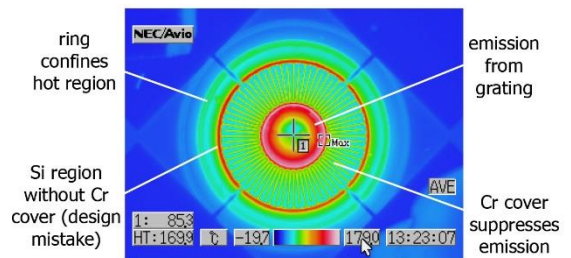


図2 マイクロヒータ動作時のサーモグラフィ像。

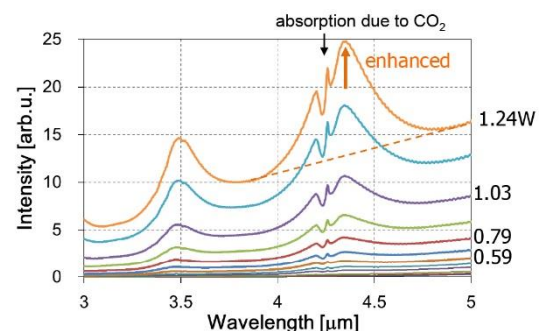


図3 出射スペクトル。点線は黒体放射ベースライン。

【支援実施機関からのコメント】

ドーナツ形の薄膜部（2 μm ）外径は5.4mmと、MEMSデバイスとしても薄く広い構造の実現に挑戦した。一つ前のバージョンではSiN膜を利用したところ、高温時に割れた。薄膜材料をSiにすることで安定化した。マイクロヒータは改良の余地があり、更にエネルギー効率を高める見込みがある。

【参考文献等】

[1] H. Ishihara, K. Masuno, M. Ishii, S. Kumagai, M. Sasaki, The 18th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems, T1B.003 (2015. 6. 21-25, Alaska, USA) pp.200-203.