

北見工業大学 二俣 正美 ○(院) 清水 宏 韓 希壮

The Measurement of Plume Sound on YAG laser Processing

- A Study of the plume Phenomenon Occurred in Laser Processing (Report 5)-

by Masami Futamata, Hiroshi Shimizu, and Xizhuang Han

1. 緒言

高出力レーザービームによる熱加工において発生するプルームには音の発生を伴う。以下プルーム噴出音と称するこの音は加工プロセスを評価する上での一つのパラメーターになると考えられる。本報告では、プルーム噴出音の音圧レベル (SPL) 及び周波数領域での解析を行いレーザー照射条件、ターゲット材質及びプルーム反力との関係について検討を行っている。

2. 実験装置及び実験方法

Fig.1 に実験装置の概略を示す。Nd-YAGレーザー (NEC, SL117C) は最大出力300Wで、連続 (CW) 発振とQスイッチ発振 (パルス周波数1~99kHz) が可能である。噴出音については、1インチ型マイクロホン (UC-11A) 付き精密騒音計で測定し、FFTアナライザーによって周波数スペクトル分析を行った。ターゲット材料には#800耐水ペーパーで研磨した各種金属を用い、レーザー照射条件は、雰囲気ガスを空気、アルゴン、窒素、照射時間 $t=3\text{sec}$ とし、レーザー出力及び発振周波数を変化させた。

3. 実験結果及び考察

(1) レーザ出力の影響 Fig.2 にSPL とレーザー出力の関係を示す。SPL はCW発振の場合、約100Wまでは出力の増加に伴って上昇し、それ以上の高出力域では飽和する傾向を示す。Qスイッチ発振 (発振周波数5kHz) では約80W 以上で飽和傾向が認められ、CW発振に比べ常に大きい値を示している。これらの傾向は他のターゲット材料についても同様であり、SPL が出力の増加に伴い大きくなるのはターゲット材の蒸発と気化が著しくなるためであり、高出力域で飽和するのは激しく発生するスパッタによりエネルギーの一部が持ち去られプルームの速度が低下するためと考えられる。また、Qスイッチ発振では瞬時出力が大きくプルームの噴出速度がCW発振の場合より大きくなるためにSPL も大きくなると推定される。

(2) レーザ発振周波数の影響 Fig.3 にSPL とQスイッチ発振周波数の関係を示す。SPL は、発振周波数5kHzを中心としてそれ以上でもそれ以下でも順次低下する傾向が認められる。これは5kHzでエネルギー密度が最も大きくなり、プルームの噴出速度も大きくなるためと考えられる。

(3) ターゲット材料による影響 Fig.4 はTable 1 に示す材料について測定した例である。SPL は最大、最小を示すAgとNiの間で約8dB の差があり材料に依存している。Ag、

Al、Cuでは熱伝導率、Ti、Fe、Niは密度が影響していると推察される。

(4) SPL とブルーム反力の関係 Fig.5 に示すSPL とブルーム反力は、両者ともに出力の上昇に伴い大きくなり、強い相関が認められる。

4. 結言

YAGレーザ熱加工において発生するブルーム噴出音とレーザ照射条件、ターゲット材質、ブルーム反力などとの関係についての知見を得た。

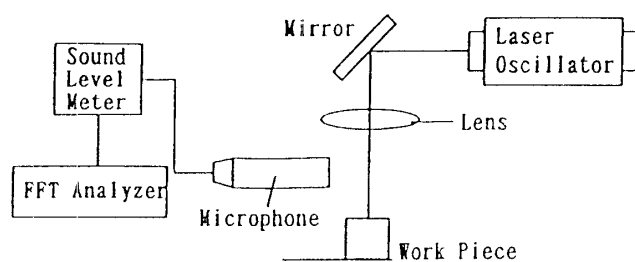


Fig.1 Schematic illustration of measurement system

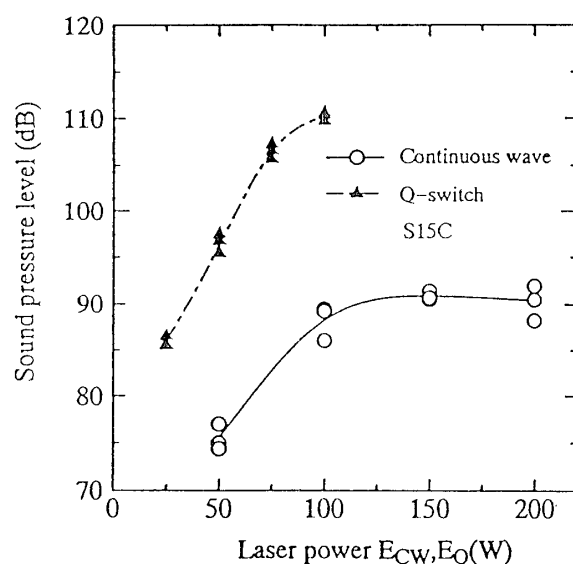


Fig.2 Influence of laser power on sound pressure level

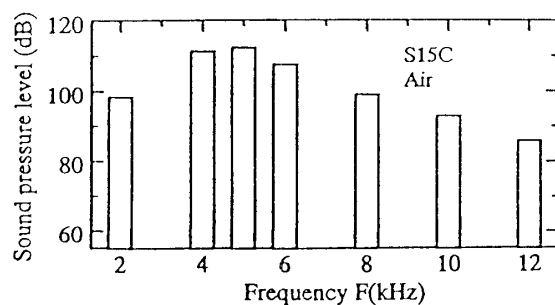


Fig.3 Influence of pulse repetition on sound pressure level

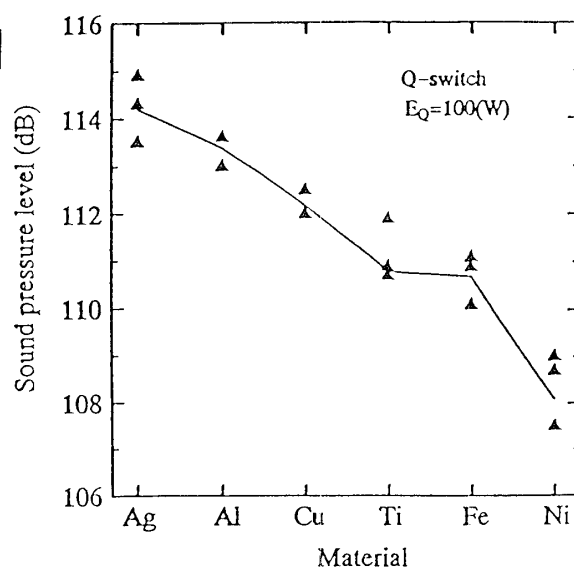


Fig.4 Influence of target materials on sound pressure level

Table 1 Material properties

	Ag	Al	Cu	Ti	Fe	Ni
Thermal conductivity ($W/m \cdot K$)	427	237	398	21.9	80.3	90.5
Density (kg/m^3)	10496	2688	8880	4506	7870	8899

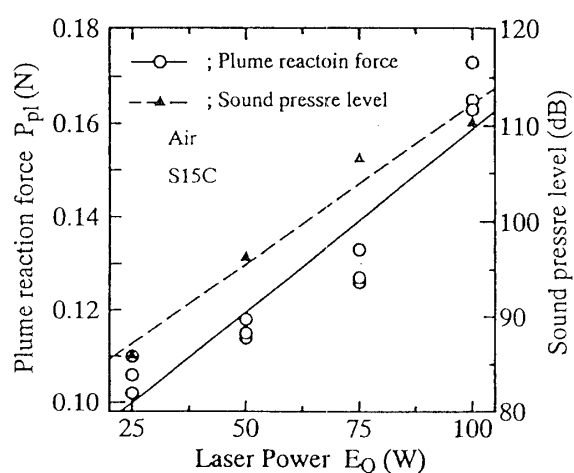


Fig.5 Relationship between plume reaction force and sound pressure level