

形状可変直線偏光 (LSV) 光学系
 レーザ表面改質用光学系に関する研究 (第2報)

大阪大学工学部 丸尾 大、○宮本 勇、山田 雅則

Linear-Polarized Shape Variable (LSV) Optics
 Study on Optics for Surface Modification (Rept.2)

by Hiroshi Maruo, Isamu Miyamoto and Masanori Yamada

1. はじめに

レーザー焼入れなどの表面改質ではビームの形状・サイズが可変で、効率が低い光学系が望ましいが、このような光学系は開発されていない。また金属はCO₂レーザービーム吸収率が低いので、表面皮膜形成が不可欠であった。本研究ではこのような問題解決するために、形状・寸法が可変で、シェイピングならびに材料加熱時に効率の高い新たな光学系(LSV)を開発したので報告する。

2. LSV光学系の原理

形状可変: Fig.1に示すように本光学系は2枚のシリンダリカルレンズ(C1,C2)、2枚の平行平面鏡(P1,P2)、結像レンズ(S)から構成される。不均一分布ビームはC1によりx-z面内で集光され、P1,P2間で多重反射することによりx方向の分布が均一化される。C2はy-z面内で集光して平面鏡出口付近に焦点を結ばせる。C2の位置を調整するとy方向の幅を変化することができる。このように平行平面鏡出口ではx方向に均一で、y方向にガウス状の分布をなす矩形-ガウスビームを形成できる。またC2位置の調節により、x方向の幅と均一度に影響を与えずにy方向のビーム幅を変化することができる。結像レンズ(S)は任意の倍率で試料上に結像する。

高効率: 直線偏光を用いて平面鏡にはS偏光、被加熱材にはP偏光となるよう配置すると(Fig.2)、光学系の効率・材料の吸収率を同時に向上することができる。

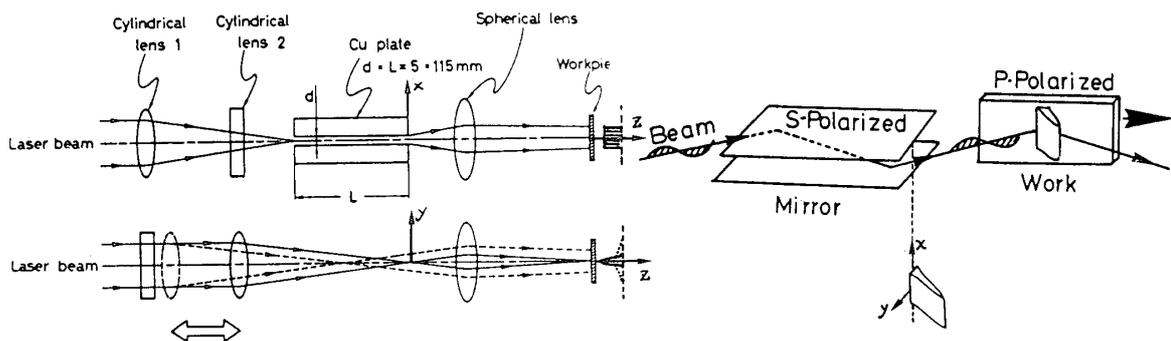


Fig.1 Arrangement of LSV

Fig.2 Plane polarized beam within flat mirrors and at work.

3. 結果と考察

Fig.3はランダム偏光ビームに対するCu鏡(ダイヤモンド研削)の吸収率の入射角度変化(S,P偏光の平均値)を示す。通常カライドスコープでは入射角度は85度以上と大きい¹⁾ため、構造上1回の反射毎に10%以上の吸収損失は避けられない。しかしS偏光であれば吸収率損失は1%以下にできるため、反射回数を3としても(レンズの吸収

損失<1%/枚)、光学系の全損失は90~95%の高い値となる。実際、試作したLSV光学系で90%以上の高い効率が実測された。

Fig.4に直線偏光ビームを用いたときの、焼入れ時の軟鋼(無皮膜材とカーボン皮膜材)に対する入射角度と定状吸収率の関係を示す。入射角度の増加につれて無皮膜材の吸収率は増大し、最大で約50%に達する。この値はカーボン被覆鋼材の垂直入射時の吸収率に相当する。カーボン被覆材の吸収率もブリュースタ角(約70度)で80%まで上昇している。

ビーム形状が一定のとき移動速度が小さいほど硬化深さ D_h が増大するが、同時に表面温度 T_s も上昇するので、 D_h と T_s を独立に変えることはできない。しかし速度に応じてビーム形状を変えることができれば、両者を独立に変化でき、材料の熱的・冶金的性質に応じた適正加熱ならびに加熱条件の拡大が可能となる。所定の硬化深さに対し、表面温度が一定(1450℃)となるようにビーム形状・移動速度を選んだときの温度分布(計算値)²⁾と硬化パターンのトレースをFig.5に示す。

参考文献 1) 丸尾,宮本ら; 溶接学会全国大会講演概要集, 第40集,(1987),76-77

2) H.Maruo,I.Miyamoto et al; "Effect of Heating Condition in Laser Hardening Carbon Steel", International Laser Processing Conference (1981)(Anaheim)

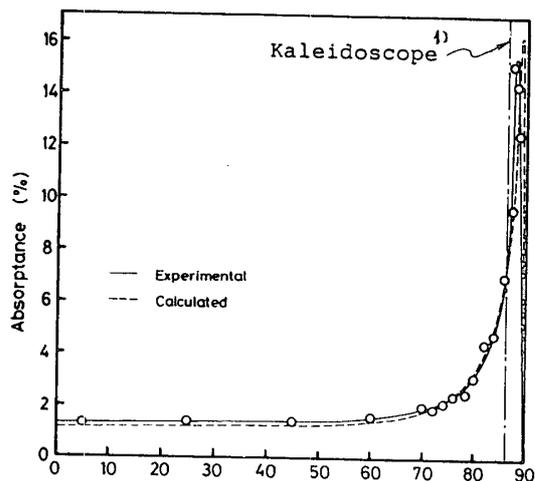


Fig.3 Relationship between incident angle and absorptance for random polarized CO₂ laser beam.

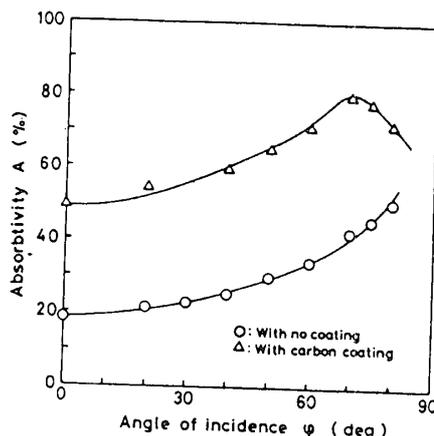


Fig.4 Incident angle vs absorptance of non-coated and carbon coated steel during CO₂ laser hardening.

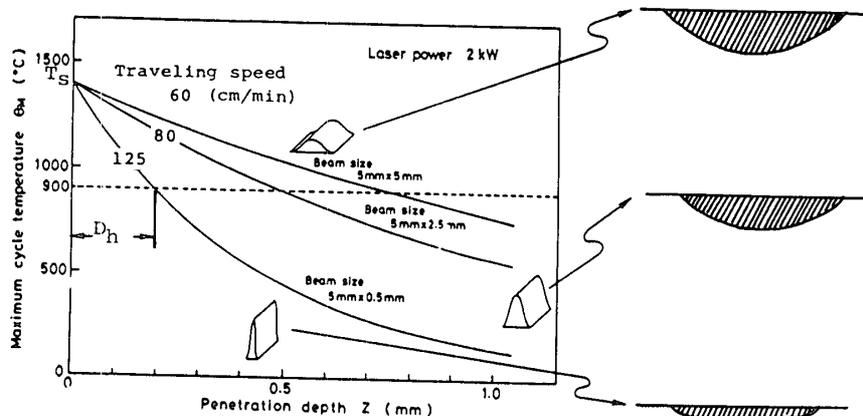


Fig.5 Maximum cyclic temperature vs depth at a fixed surface temperature using PVS optics.