

レーザー光による微細加工技術

レインボーカラーレーザーマーカ

システム技術部 光応用計測グループ 永田伍雄 TEL 0725-51-2609

キーワード：レーザー加工、干渉加工、虹色発色、回折格子

概要

冷たい感じの金属製品表面に虹色発色パターンが加工できるレインボーカラーレーザーマーカを開発した。

開発したレインボーカラーレーザーマーカは、虹色発色を演出する回折格子の溝を、集光したレーザー光で1本1本加工するのでなく、発振波長 $1.06\mu\text{m}$ のYAGレーザー光を空气中で金属表面に照射し、照射スポット内に微細構造として1mm当たり約1000本の溝（回折格子）を形成する装置である。

回折格子による発色は酸化皮膜による干渉色に比べて色鮮やかで、見る方向で異なる発色を演出し、電鍍すれば複製品を作製することができる。市販のレーザーマーカと同じように、CADで作成したパターンまたはイメージスキャナで取り込んだパターンを金属製品表面に虹色発色パターンとして描画でき、しかも発色の方向を決定する溝の方向をも自由にコントロールできる。したがって、本マーカは今までにないレーザー加工分野を広げる画期的な装置である。

解説

本加工は光の干渉現象を利用し、特定条件下でのみ可能なため、対応可能な金属も限られる。現状では、NiかCrが含まれていなければならない。

例えば、ステンレス鋼表面にシングルモードの単一YAGレーザービームを繰り返し照射したときの回折格子の形成過程を図1に示す。レーザー光が金属表面に垂直に照射されたとき、加工金属表面に波長と同じ間隔の溝が形成されるためには、金属表面が波長と同じ間隔でストライプ状に急速加熱、急速冷却しなければならない。波長のレーザー光が加工対象物

に対して垂直に照射される場合、干渉縞の間隔は $x = \lambda \sin \theta$ であたえられ、 θ は最大 90° であるから $x = \lambda$ となる。したがって、波長と同じ間隔の干渉縞を形成するためには、金属表面に垂直にレーザー光が照射されたとき、もう一方のレーザー光は金属表面に平行に入射される必要がある。平行に入射されるレーザー光として、照射パルスレーザー光によって形成された酸化皮膜（図1-1）を導波路として進むレーザー光がその役割をなす。導波路へは初期のパルスレーザー光照射により形成された結晶粒界または表面の凹凸（図1-2）からレーザー光が進入し、照射レーザーと干渉して、干渉パターン状にステンレス表面を溶融する（図1-3）。レーザービームを移動させながら回折格子形成を行う場合（図1

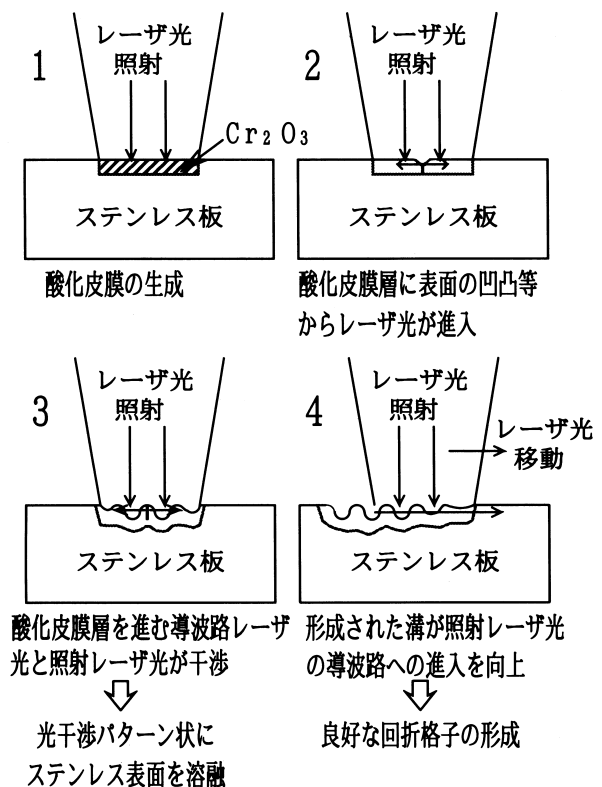


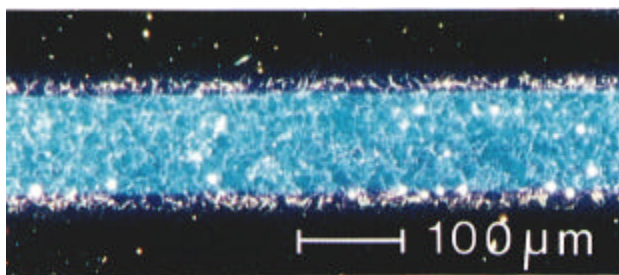
図1 ステンレス表面への単一YAGレーザービーム繰り返し照射による回折格子形成過程

- 4) 照射パルスレーザースポットの前半の部分で酸化皮膜が形成され、後半の部分で溝が形成される。既に形成された回折格子が回折格子結合器の役割をするため、レーザービームスポット後半部分の光が効率よく前の導波路へ導かれる。したがって、回折格子結合器が導波路への光の位相関係を保つため、溝の間隔を一定に保つ加工が可能になると考えられ、実際の加工でも、レーザービームを止めて照射したときより、移動しながらレーザー光を照射したときの方が良好な回折格子が形成できる。しかも、本装置は発色の方向を決定する溝の方向を自由にコントロールしながらCADで描かれた色々なパターン(文字を含む)をステンレス表面に描画できる。図2にレーザー加工部(a)加工部のSEM写真(b)を示す。図3は加工サンプルを示す。なお、加工に用いる金属製品表面の面精度は短周期

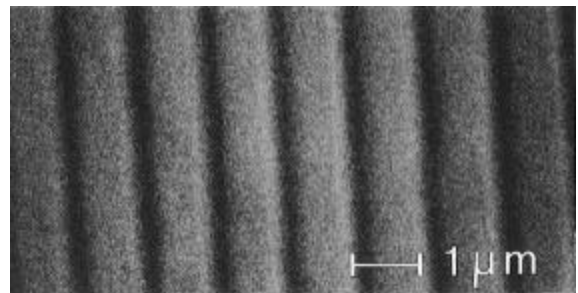
(1 μm)の凹凸は加工品質に影響するが、うねり等の長周期の凹凸は影響しない。

おわりに

金属表面への虹色発色加工は特定条件下のみ可能であるため、簡単に回折格子形成条件等をコントロール出来るレインボーカラーレーザーマーカを某企業と共同で開発し、販売している。現在、金属表面の装飾用以外に、加工品を金型にして、プラスチックフィルムに熱転写可能で、かつ情報を回折格子の溝方向に変換して書き込める特長を持つため、プリペイドカードへの偽造防止応用等、用途拡大に向けて研究している。加工可能材料の拡大についても検討中である。試してみたい材料および応用製品がありましたら、お知らせください。



(a)



(b)

図2 レーザ加工部の写真



図3 加工サンプル写真 (注、加工サンプルは見る方向で発色が異なる虹色である。)

