

フェムト秒レーザーによる氷内部マーキング

レーザー計測制御プロジェクトスタッフ 松田 稔
 有限会社大信製作所 近藤信昭

Laser Marking inside a Block of Ice by Use of Femtosecond Laser Processing

Minoru Matsuda and Nobuaki Kondoh

1. はじめに

共同研究相手先である(有)大信製作所は、氷塊を溶解して様々な形に成型する機器「アイスモールド」(図1、特許第3588775)を開発・販売している。この機器を利用して、氷を球形に成型した例を図2に示す。近年、機器を導入・利用している飲食業界が、成型した氷にさらなる商品価値を付加するために、氷内部へ任意の文字や像を直接描画することを要望している。現状では機器(図1)の型の内面に、あらかじめ文字や模様を作成しておくことにより、氷の表面を凹ませて文字や模様を入れている。しかし、あらかじめ型に作られた文字だけしか描画できない、さらに、氷は表面から溶けるので、彫り込んだ文字の持続時間が短い、という弱点がある。

一方、我々が取り組んでいるフェムト秒レーザー加工は、レーザー光照射条件を制御することにより、加工部周辺への熱的な影響を非常に少なくし、透明材料の内部に微細な三次元構造を形成できるという特徴を持つ¹⁾。

そこで、我々は、氷内部へ任意の文字や図形を直接描くことを目的として、フェムト秒レーザー光とビーム走査技術を用いて、氷内部に視認性の高い三次元像を描画することを試みた。



図1 氷溶解型成型器



図2 氷の成型例(球形)

2. 実験方法

実験装置の概略を図3に示す。波長805nm、パルス幅約80fs、パルス繰返周波数1kHz、平均出力約300mWのフェムト秒レーザー再生増幅器光を、ND(Neutral density)フィルタで光量を制御後、対物レンズで氷内部に集光する。XYZ電動位置決めステージを用いて、氷を速度4mm/secで移動することにより、氷内部にピラミッド状の立体を描画した。レーザーを入射する面は、あらかじめ平面に整えた。氷が透明体であること、表面からできるだけ深い位置への描画が望まれていることを考慮して、集光用レンズには、開口数0.26、作動距離30.5mmの対物レンズを使用した。

また、描画痕の視認性を高めるために、レーザービームを、高速回転(5,000r.p.m)するウェッジプリズムを通過させた後に集光した。集光点はステージによる氷塊の動きとは独立して円を描くため、直線移動中に描画する幅が拡大する²⁾。

3. 実験結果

加工結果を図4に示す。大きさ約40×50×40mmの氷塊内部中央に、大きさの異なる正方形6層で構成されたピラミッド状の三次元像(大きさ約20×20

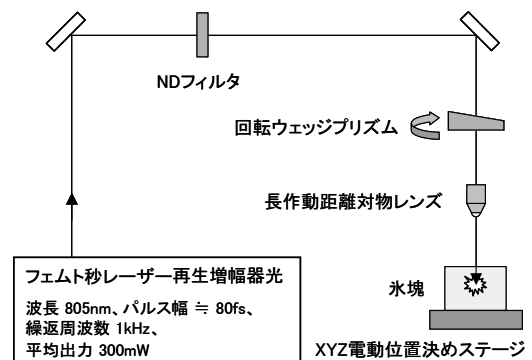
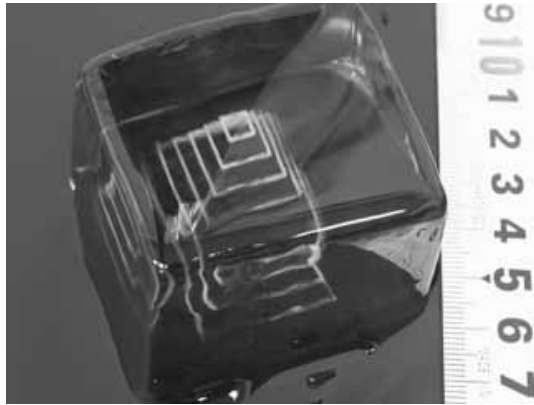
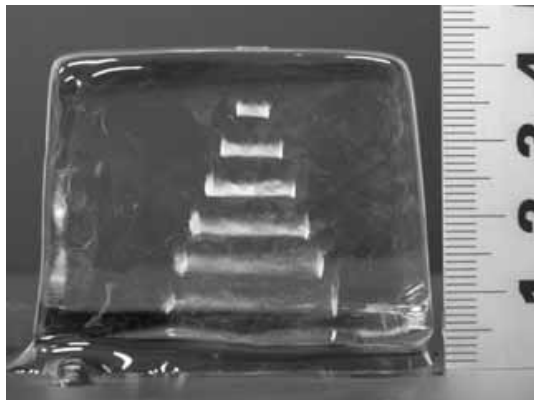


図3 実験装置の概略



(a)斜め上方から見た図



(b)横から見た図

図4 氷塊内部への三次元描画結果

×30mm)を描画できた。上方(図4(a))及び横(図4(b))からの観察における描画像の視認性は、回転ウェッジプリズムを用いたビーム走査を併用したことによって実用に耐えるレベルに達した。

次に、氷内部への三次元加工技術を、飲食業界で応用することを実証するための製品例を作成した。結果を図5に示す。氷の内部に、「☆」と「fs-LASER」を、各々異なる深さに描画した後に、前述の氷溶解型成型器「アイスモールド」(図1)を使用して、氷を球形に成型した。数値制御電動ステージを利用して、任意の図形や文字を描いているので、多品種少量生産に対応可能な柔軟性の高い描画加工を行う事ができる。

4. まとめ

フェムト秒レーザー加工の飲食業界における応用の一つとして、氷の内部に視認性の高い三次元像を描画した。

共同研究相手先の製品を使って、飲食業界向けの



(a)氷内部マーキング後に成型



(b)実際に使用される状態

図5 飲食業界で応用するための実証サンプルの例

実証加工品を製作し、本方法が実用レベルに達していることを確認した。

今後は、本成果の実用化に向けて、自由度の高い描画を行うための移動ステージの高機能化、描画像の視認性持続時間の延長方法、装置の製作費用等について検討する。

参考文献

- 1) 緑川克美: フェムト秒レーザー加工, 0 plus E, 21-9, (1999), 1130.
- 2) 松田稔, 土屋裕: フェムト秒レーザー加工における加工効率の向上, 浜松工業技術センター研究報告, 16, (2006), 77.