901 エキシマレーザーによるセラミックグリーンシート加工

Line fabrication for ceramic green seat with Excimer Laser

○ 中垣 圭太 (山梨大・工)

正 管野 善則 (山梨大・工)

Keita NAKAGAKI, Yamanashi University, Takeda-4, Kofu, Yamanashi

Yoshinori KANNO, Yamanashi University

Key Words : excimer laser, laser ablation, ceramics, green sheet

1. はじめに

様々な製品の性能向上と共に、小型化・高密度化が進む現在において、微細加工は重要な技術の一つである。微細加工の手段としてはレーザー加工、切削・研削加工、放電加工、フォトリソ等いくつかの種類がある。

その中で、セラミックスはその組成により様々な特性を持たせることが出来る素材で、ハードディスクの磁気ヘッドスライダやフィルタ、多層基盤などが挙げられる。しかし、セラミックスは高強度で耐摩耗性が高い特徴をもつ反面、加工性が悪い素材でもある。

そこで、本研究ではセラミックスの微細加工手段の一つとして、KrF エキシマレーザーを用いたセラミックスグリーンシートへの微細加工条件を探ってみた。

現在、製品のトレンドとして小型化、高機能化が挙げられる。製品を構成する部品は、シリコン、樹脂、金属、セラミックスといった材料に微細な加工を施したものとなっている。セラミックスの適応例として多層配線基板、ハードディスクの磁気ヘッドやフィルタなどが挙げられる。しかし、セラミックスは微細加工が難しいことから、その適応が十分に進んでいないことが挙げられている。

そこで、本研究では、セラミックスの微細加工法の一つとして、KrF エキシマレーザーによるセラミックスの微細加工を試みた。

2. 実験方法

Fig.1 に本実験で使用したエキシマレーザー加工装置を示す。

Fig.1 Excimer Laser Machining System

エキシマレーザーシステムは、ラムダ社製 Compex205 で、KrF エキシマレーザーの波長 248nm、

パルス幅 25ns のものを用い、繰り返し周波数は 50Hz で加工を行った。

光学系はエキシマレーザーシステム側から順にアッテネータ、シリンダリカルレンズ、リレーレンズ系、可変口径マスク、集光レンズの順で通しワークピース上に集光させ、必要な箇所ミラーを用いて光路を屈曲させている。

本実験では、集光レンズに 30 分の 1 のものを用い、マスクを 8.1 mm × 1.8mm 又は 1.5mm × 1.5mm に設定し、ワークピース上でそれぞれ 270 μm × 60 μm 及び 50 μm × 50 μm となるようにした。

加工条件として、貫通溝加工に関しては大気中で行った。非貫通溝加工に関しては、大気中と、窒素ガスを吹きつけながらの加工を比較してみた。

フルエンスは貫通溝加工で 37J/cm、非貫通溝加工で 58.48J/cm として行った。

被加工材は、貫通溝加工では TiBaO 系のグリーンシート、非貫通溝加工では TiBaO 系と BaAlSiO 系の二種類のグリーンシートを用いた。

加工面は光学顕微鏡を用いて観察した。

3. TiBaO 系グリーンシートへの貫通溝加工

加工手順を Fig2 に示す。加工ステージ上に隙間をあけて 2 枚のガラス板を置き、その上にグリーンシートを乗せ、隙間からグリーンシートを真空チャックで吸引した。

Fig.2 Work sequence

この状態で、グリーンシートを、左側のガラス板上の部分からレーザー照射を開始し、スキャン速度毎分 0.1mm でワークピースを動かし、隙間の上を通り右側のガラス板上でレーザー照射を停止する条件で行った。

レーザーはグリーンシート上で $60\mu\text{m} \times 270\mu\text{m}$ の大きさに絞り、長手方向をグリーンシートの移動方向とし、幅 $60\mu\text{m}$ の貫通溝を作った。

加工後の結果を、Fig.3 Fig.4 Fig.5 に示す。

Fig.3 Optical microscope Image of Green Seet
On start side glass

Fig.3 は、レーザー照射を開始した側のグリーンシートを、加工面の裏側から光学顕微鏡で観察した画像である。透過光で観察したものを見ると、比較的大きな塊が溝に残っているのがわかる。

この塊は、加工途中に生じた突起が成長し、谷の部分だけ貫通し、山の部分が多く残ったものと考えられる。

(a)No blow

Fig.4 Optical microscope Image of Green Seet
On between glasses

Fig.4 は、ガラス板の隙間部分を加工した物で、グリーンシートの下に何も無い事に加え、真空チャックにより吸引している為に、加工部に生じた突起が除去されたものと考えられる。

Fig.5 Optical microscope Image of Green Seet
On end side glass

Fig.5 は、レーザー照射を停止した側で、グリーンシートがガラス板に乗った部分の写真である。下にガラス板のあるという点では Fig.3 と同じ条件であるが、Fig.4 の部分で貫通した穴部分から、真空チャックにより吸引されることにより生じた空気の流れと、既に加工が終了した側に突起等が残っていない為に、新たな突起が生成され、残りにくくなっていると考えられる。

しかし、反射光側で見ると溝の縁の乱れが Fig.4 よりも大きく、透過光で見ると溝の内部でも、ところどころに比較的大

きな突起物が残っている事がわかる。また、反射光での写真に見られる、加工部周辺の茶色いしみは、レーザーの過剰照射による熱影響による変性と思われる。

4. BaAlSiO の非貫通溝加工

BaAlSiO 系のグリーンシートは、BaTiO 系のグリーンシートに比べると、同一条件での加工性が高く、加工部に焦げが生じない特徴を持つ。反面、加工部周辺にダストが付着し、溝の内部にも数十 μm の溶けたガラス質と思われる粒子が生成されることがある。これらのダストや粒子を軽減する事を狙い、レーザー照射点に向け直径約 1mm のノズルを設置し、毎分 10L の流量で窒素ガスを吹き付けてみた。

N₂ ガスの吹き付けの有無を Fig.6 に示す。

(b)With N₂ blow

Optical microscope Image of Green seet

Fig.6 (a),(b)共に、左が幅 $50\mu\text{m}$ の溝である。(a)の窒素ガスの吹き付け無しで加工したものには、黒くみえるダストが多く、所々にガラス質と思われる透明な粒子が付着している。(b)の窒素ガスを吹き付けた物では、ダスト・粒子共に大幅に少なくなっている。

(b)の溝の中には粒子が写っているが、これはノズルとレーザー照射部の位置関係で、溝の内部にまで窒素ガスを吹き付けることが出来なかったからではないかと思われる。

5. まとめ

本研究では、セラミックグリーンシートへの加工手法として KrF エキシマレーザーを用い、貫通溝・非貫通溝の加工を行った。

そして、それぞれの加工について、レーザー照射部に対して空気・窒素ガスの流れを作ることにより、レーザー照射により発生したダスト・付着粒子・突起が大幅に軽減されることが分かった。

今後の方針として、非貫通溝加工時において溝の内部にガスを吹き付けることが出来るように、ノズルの位置関係を調節した上でガス流量を調節し、より効率的な加工条件を探る必要があると思われる。

参考資料

6. 参考文献

- 1) M. Mendes, et al: Applied Surface Science, 155(2000)29
- 2) 菊地 薫, P.W. グリーン, 前田 龍太郎: 機械技術研究所所報, 51, (1997), 11
- 3) 渡邊 望: 山梨講演会論文集, 273(2002)