

<p>サブテーマ名： 高輝度光ビーム加工技術に関する研究  小テーマ名： ナノ秒パルスYb:YAGレーザによるフォトンマシニングセンタの開発（フェーズ ）  Yb:YAGレーザによるフォトンマシニングセンタの開発（フェーズ ）</p>
<p>サブテマリーダー： (株)松浦機械製作所 シニアチーフ 富田誠一  研究従事者： (株)松浦機械製作所 開発研究部シニアチーフ 富田誠一 / (株)松浦機械製作所 開発研究部  田中隆三 / (株)松浦機械製作所 開発研究部 市村誠 / 福井大学 工学部機械工学科教授  岩井善郎 / 福井大学 工学部機械工学科教授 竹下晋正</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>研究の概要</p> <p>従来には無い新しいコンセプトの多機能フォトンマシニングセンタの開発を目的とし、各種レーザによる加工技術の研究を実施し、その加工技術を応用した3機種の多機能フォトンマシニングセンタ（金属光造形複合加工機，精密フラットパネル材料ドライエッチング加工装置，超短パルスレーザ援用光ナノ加工・改質装置）を開発した。</p> <p>研究の独自性・新規性</p> <p>開発した3機種の多機能フォトンマシニングセンタは、全て新しい概念・機能を有するものである。金属光造形複合加工機は光造形に高速切削を融合するという新しい加工法であり、複雑な形状のものを高精度に製作することができる。精密フラットパネル材料ドライエッチング加工装置においては、形状可変形ミラーを用いたビーム強度の均一化と偏光制御を用いた周期構造の低減により高品位加工を実現する。超短パルスレーザ援用光ナノ加工・改質装置は他グループで開発された表面ナノ加工・改質法を実用化するものである。</p> <p>研究の目標</p> <p>フェーズ ： ナノ秒パルス固体レーザによる多機能フォトンマシニングセンタの設計・試作  （波長 1,064 nm, 355 nm, 266 nm, パルス幅 1～10 ns, ビーム径 10 μm, 加工精度 1 μm 以下）</p> <p>フェーズ ： CW型Yb:YAGレーザによる多機能フォトンマシニングセンタ  超短パルスYb:YAGレーザによる多機能フォトンマシニングセンタの設計・試作。  （パルス幅 数100 fs, 波長 1,030 nm, 343 nm, 257 nm, ビーム径 10 μm, 加工精度 1 μm 以下）</p> <p>フェーズ ： 金属光造形複合加工試験機の実用化  フェムト秒レーザ援用光ナノ加工・改質実験装置の実用化</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）</p> <p>フェーズ</p> <p>ナノ秒パルス固体レーザによる多機能フォトンマシニングセンタの設計・試作としては ITO 薄膜加工に焦点を絞り、ビーム整形技術の開発・加工雰囲気による加工特性・ITO 薄膜の波長による加工特性などの開発評価を実施した。また当初の目標以外にも金属光造形複合加工機の開発と超短パルスレーザを用いた各種加工アプリケーションの特性評価を実施した。</p> <p>フェーズ</p> <p>フェーズ で実施したナノ秒パルス固体レーザによる多機能フォトンマシニングセンタの設計・試作は実用化の目途がついたため、地域新生コンソーシアム研究開発事業に展開した。</p> <p>フェーズ の目標であるCW型Yb:YAGレーザによる多機能フォトンマシニングセンタの設計・試作においては、Aグループで開発したCW型Yb:YAGレーザを金属光造形複合加工機へ搭載し、従来使用していたNd:YAGレーザとの比較評価を実施し、金属光造形複合加工法のバイオマテリアルへの適用に関する研究を行った。</p> <p>また超短パルスYb:YAGレーザによる多機能フォトンマシニングセンタの設計・試作においても、Aグループで開発したMOPA型Yb:YAG超短パルスレーザを搭載し、Cグループで開発した表面ナノ加工・改質法を実用化を目指し、超短パルスレーザ援用光ナノ加工・改質装置の開発を実施した。</p> <p>フェーズ</p> <p>フェーズ では金属光造形複合加工機のさらなる実用化を目指し、金型やバイオマテリアルなど多くのアプリケーションへの適用に関して研究開発を進める。</p> <p>また超短パルスレーザ加工装置についても、ドライエッチング加工や表面ナノ加工といったアプリケーションへの適用に関してさらに研究開発を進め実用化を目指す。</p>

主な成果

金属光造形複合加工機  
 使用レーザ CW型 Nd:YAG 300W/Yb:YAG 180W , 最大ワークサイズ 250mm × 250mm × 150mm  
 精密フラットパネル材料ドライエッチング加工装置  
 使用レーザ ピコ秒パルスレーザ Nd:YVO4 10W , 最大ワークサイズ 300mm × 300mm  
 フェムト秒レーザ援用光ナノ加工・改質実験装置  
 使用レーザ フェムト秒パルスレーザ Yb:YAG 3W , 最大ワークサイズ 150mm × 150mm

特許件数：3      論文数：4      口頭発表件数：5

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

金属光造形複合加工機  
 金型製作においては従来の製作コストの1/3を実現可能。  
 精密フラットパネル材料ドライエッチング加工装置  
 偏光制御により従来の短パルスレーザドライエッチング法で発生する微細周期構造の低減し高品位な加工が可能。  
 フェムト秒レーザ援用光ナノ加工・改質実験装置  
 従来に無い新しい加工法であり、微細な周期構造の生成において効率化が図れる。

2 実用化に向けた波及効果

金属光造形複合加工機  
 金属光造形複合加工機は既に一部商品化されて、金型製作などに導入されている。さらに金型以外でもバイオマテリアルなどへの応用展開が図れる。  
 精密フラットパネル材料ドライエッチング加工装置  
 紫外域固体レーザによるドライエッチング加工法について、環境負荷低減を取り組む液晶パネルメーカーなどが関心を示している。  
 フェムト秒レーザ援用光ナノ加工・改質実験装置  
 表面ナノ加工・改質という新しい加工法が、機械部品の摩擦低減や電極・触媒などの効率化に繋がる。

残された課題と対応方針について

金属光造形複合加工機については、金型以外の応用展開と金属粉末材料の開発が必要である。  
 精密フラットパネル材料ドライエッチング加工装置については、加工時間の短縮や加工材料に適した波長の選択などについて研究が必要である。  
 フェムト秒レーザ援用光ナノ加工・改質実験装置は早期実用化を目指し問題点の洗出しが必要である。

	J S T 負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合 計
	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	小計	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	小計	
人件費	1,752	9,593	8,696	12,323	12,360	11,159	55,883	0	0	0	0	0	0	0	55,883
設備費	42,144	74,364	23,145	10,605	39,329	29,060	218,647	0	0	0	0	0	0	0	218,647
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	1,381	5,171	14,796	15,727	14,830	19,394	71,299	0	0	0	0	0	0	0	71,299
旅費	236	719	1,489	900	563	447	4,354	0	0	0	0	0	0	0	4,354
その他	5	646	642	1,101	755	801	3,950	0	0	0	0	0	0	0	3,950
小 計	45,518	90,493	48,768	40,656	67,837	60,861	354,133	0	0	0	0	0	0	0	354,133

代表的な設備名と仕様 [ 既存 ( 事業開始前 ) の設備含む ]

J S T 負担による設備：レーザ加工ヘッド、レーザパワーメータ、変調器、3次元精密造形用 Y A G レーザ、Y A G レーザ用アクセサリ、Nd : Y L F レーザ、リニアモータテーブルシステム、ヒータブロック、光学テーブル、ビームプロファイラ、ビーム計測用アッテネータ、C A D / C A M システム、リニアモータ4軸制御装置、複合金属造形試験機、フェムト秒レーザ発振器システム、ナノ加工表面改質装置

地域負担による設備：なし

複数の研究課題に共通した経費については按分する。