

・その他

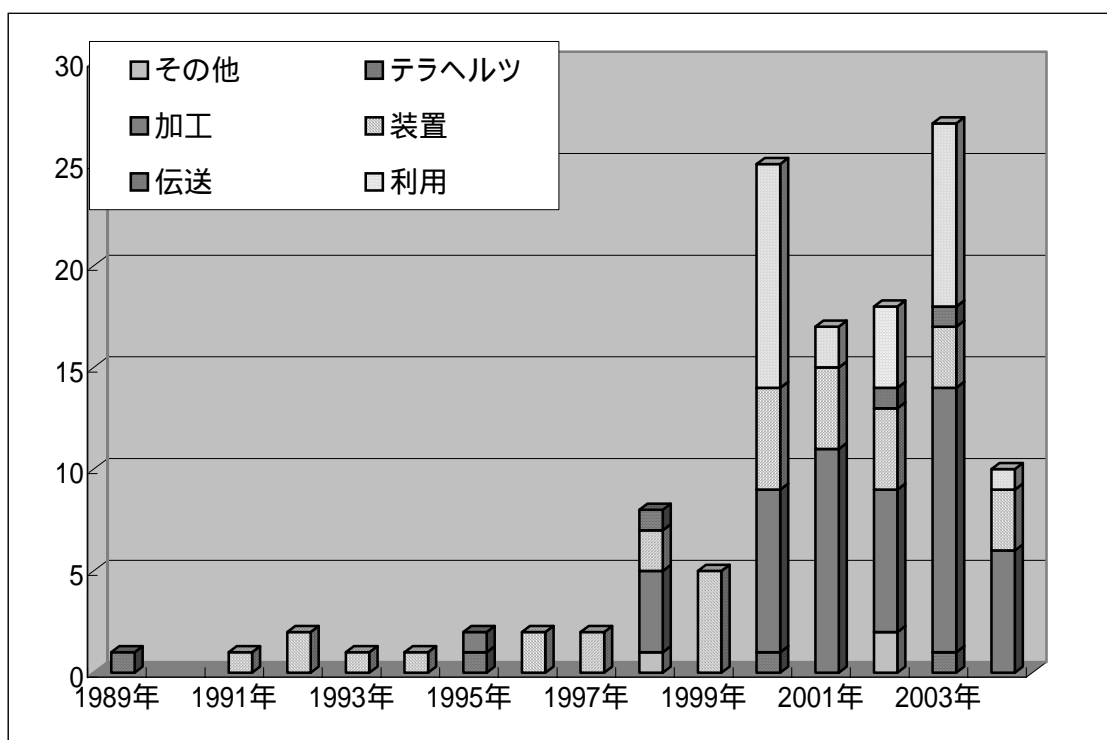
1. 周辺技術動向、パテントマップ

本事業では、高密度フォトンの発生・利用の基盤技術を構築するという目的で研究開発が進められてきた。その結果、多くの成果が得られたが、そのうち特に注力した「フェムト秒レーザーに関する技術」の成果について調査した。

(1) 周辺技術動向

「フェムト秒レーザー」に関する周辺技術の動向について調査した(図・表1)。レーザー装置及びレーザー加工の分野で「フェムト秒」をキーワードとして公開特許(1986年～)を検索したところ、122件の特許を抽出することができた。

出願年	その他	テラヘルツ	加工	装置	伝送	利用	総計
1989年		1					1
1990年							
1991年				1			1
1992年				2			2
1993年				1			1
1994年				1			1
1995年		1	1				2
1996年				2			2
1997年				2			2
1998年	1		4	2	1		8
1999年				5			5
2000年		1	8	5		11	25
2001年			11	4		2	17
2002年	2		7	4	1	4	18
2003年		1	13	3	1	9	27
2004年			6	3		1	10
総計	3	4	50	35	3	27	122



図・表1 フェムト秒レーザーの利用(加工等)に関する特許

検索条件式は、[(Fターム：4E068 or 5F072) and (キーワード：フェムト)]である。

Fターム 4E068：レーザ光を用いた加工（主に溶接、切断、穴あけ）に関するもの

5F072：レーザ（誘導放出を利用した光の増幅あるいは発振）のうち、半導体レーザ以外のレーザ全般に関する技術

この分野では、本事業のはじまった2000年（平成12年）より出願件数が大きく増加しており、特に「加工方法に関する発明」、「特定の用途に利用することを目的とした発明」の増加が顕著である。これらの特許出願に対し、発明の特徴点についてまとめた（表2）。

発明の特徴点に注目してみると、加工方法に関する発明においては「精度の向上」を目的とするもの、「透明体の加工」を目的とするもの、「微細加工」を目的とするものが多く出願されている。また、特定の用途に利用することを目的とした発明においては、「プリンタ」を対象としたものが多く出願されている。

表2 フェムト秒レーザーの利用（加工等）に関する特許（特徴点）

加工	計 50	装置	計 35	利用	計 27
ダイヤモンド等	1	パルス特性	7	ガラス	2
マーキング	1	パルス幅	5	プリンタ	9
マスクパターン	1	ビーム形状	3	ホログラム	1
医療	1	モードロック	3	マーキング	1
下層の加工方法	1	簡易化	1	マイクロマシン	1
加工位置精度	1	吸収体	1	レンズ	1
加工異常の低減	1	繰り返し	1	印刷	1
加工時間短縮	1	高繰返	1	金属密着面処理	2
加工状態の監視	1	高出力安定化	1	蛍光分析	1
加工精度	9	小型化	3	顕微鏡	1
各種基板の加工	2	装置簡単化	1	光ファイバ	1
簡略化	1	帯域制御	2	光伝送路	1
屈折率変化	1	波形整形	1	光導波材料	1
高速加工	1	発光特性	1	光導波部品	1
合成樹脂	1	複数スポット	1	光導波路	1
三次元加工	1	複数波長	1	接合	1
磁性体	1	和周波分光装置	1	導波路作成	1
深部加工	1	自由電子レーザー	1		
精密加工	1	伝送(合計)	3	伝送	計 3
透明材料の加工	1	光特性	1	光特性	1
透明体の加工	6	ファイバ	2	ファイバ	2
透明体の処理	1				
内部加工	3	テラヘルツ	計 4	その他	計 3
汎用加工	2	テラヘルツ波特性	1	ロッド	1
微細加工	6	簡略化、和周波安定化	1	通信信頼性	1
微細加工/高速加工	1	高効率化	1	光路	1
微小パンプ等	1	接着の確認	1		
付着物など	1				

図・表1 フェムト秒レーザーの利用（加工等）に関する特許

フェムト秒レーザーを用いて加工等を行う技術として、特許第 3283265 号「レーザー誘起破壊及び切断形状を制御する方法」(ミシガン大)が基本特許として知られている。この特許について対処する必要がある。最近の情報では、この特許についてはアイシン精機株式会社のグループ会社である IMRA AMERICA INC. に包括的にライセンスされていると報告されており、アイシン精機、IMRA からフェムト秒レーザー装置がリリースされている。

フェムト秒レーザー加工等を行う場合には、現状では、アイシン精機あるいは IMRA からフェムト秒レーザーを購入する、あるいはミシガン大からライセンスを受ける等の方法が考えられる。

本事業では、現状ラインアップされているフェムト秒レーザーの製品群が限定的であること、加工対象を限定するなどすればこれから有効な知見が見つかる可能性があること、フェムト秒レーザー装置にしても取扱いの容易化、低価格化等開発要素は多数あると考えられたこと、等の課題に対して有効な特許出願行ってきた。特にフェムト秒レーザーを用いる加工のような高速現象を測定する技術を有効に活用することにより特許出願に結びつく成果を得ることができた。

分類すると、レーザー装置に関する特許、レーザー光の計測・制御に関する特許、レーザー加工装置の制御等に関する特許、テラヘルツ波に関する特許、物質改変に関する特許などである。これらの特許には、フェムト秒レーザーを用いた加工を行う際に有効はレーザー光の制御方法あるいは、フェムト秒レーザーの計測方法等事業化の際に特に必要となる特許も含まれている。今後、本事業を基に事業化を図る者は、事業化のための更なる研究開発が必要となるが、本事業で得た特許を活用することにより、ミシガン大の特許に対応する戦略を構築することができるものと思われる。

(2) パテントマップ

特許出願及びその先行技術に関する一覧

< レーザー装置に関する特許成果 >

・固体レーザー装置(ロッド水冷方式/励起方式)

整理番号	出願番号	発明の名称	先行技術
6	特願2003-027293	固体レーザー装置	特開平9-83045 特開2001-185785
7	特願2003-42977	固体レーザー装置	特開2002-9372

・レーザー加工装置(レーザー光の伝播技術)

整理番号	出願番号	発明の名称	先行技術
14	特願2003-137611	パルスレーザー加工装置	特開平8-206869
23	特願2004-196086	パルス光伝送装置及びパルス光伝送調整方	特開平8-167754
24	特願2004-196087	パルス光照射装置及びパルス光照射方法	特開平11-14869
35	特願2005-346143	出射集光ユニット	特開平6-277227

< レーザー光の計測/制御に関する技術 >

整理番号	出願番号	発明の名称	先行技術
3	特願2003-6342	光増幅装置	非特許文献
12	特願2003-111881	光変調装置	特開2001-42275
10	特願2003-86352	光ビーム計測装置	非特許文献
18	特願2003-299237	光反応制御装置	非特許文献
20	特願2003-325079	光反応装置及び光反応制御方法	特開平10-223959
外2	PCT/JP2004/013238	光反応装置及び光反応制御方法	-

< レーザー加工装置に関し、その制御等に関する特許成果 >

整理番号	出願番号	発明の名称	先行技術
11	特願2003-104253	加工モニター付きパルスレーザー加工装置	特開平6-99292
31	特願2005-134519	レーザー加工装置及びレーザー加工方法	特開2004-291026
32	特願2005-150132	レーザー加工装置	特開2002-1555
33	特願2005-160577	レーザー加工装置	特開2003-293562

< テラヘルツ波に関する特許成果 >

整理番号	出願番号	発明の名称	先行技術
9	特願2003-74260	遠赤外光発生装置	非特許文献
19	特願2003-299239	テラヘルツ波発生装置	非特許文献
22	特願2004-131924	テラヘルツ波発生装置及びそれを用いた計測装置	特開2000-235203 特開2000-352558

< 物質変化に関する特許成果 >

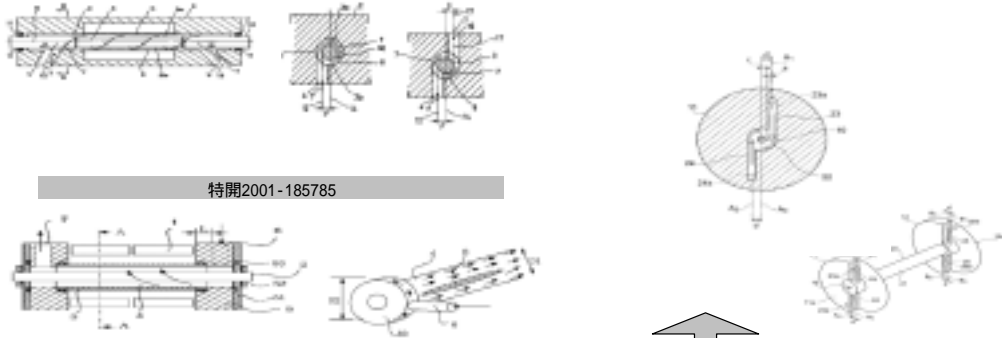
整理番号	出願番号	発明の名称	先行技術
13	特願2003-119029	高速量子発生装置	非特許文献
外1	PCT/JP2004/005828	高速量子発生装置	-
25	特願2005-39685	放射性同位体生成装置	特開2001-56394 特開2004-212181 非特許文献
28	特願2005-89925	放射光生成装置	特開2001-133600
36	特願2005-353493	イオン分析装置	非特許文献

特許出願とその先行技術との比較

<レーザー装置に関する特許成果>

・固体レーザー装置(ロッド水冷方式 / 励起方式)

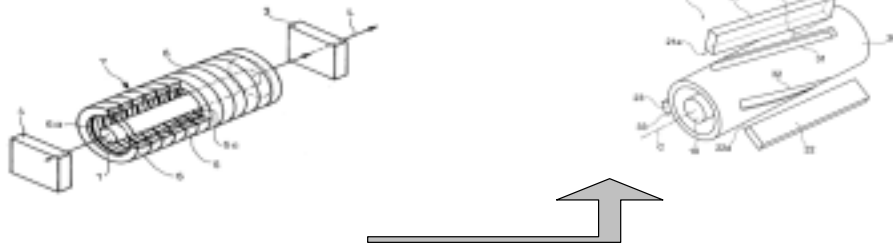
整理番号	先行技術	出願番号
6	特開平9-83045	特願2003-027293 固体レーザー装置



特開2001-185785

<冷却水がロッドに衝突する従来の問題を解消>

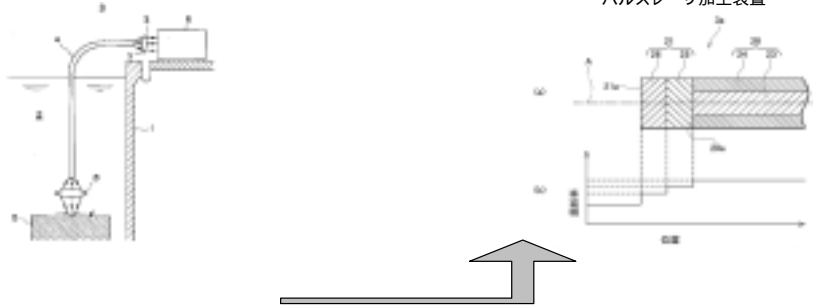
整理番号	先行技術	出願番号
7	特開2002-9372	特願2003-42977 固体レーザー装置



<製造の困難さを解消するとともに、励起分布の不均一性を低減>

・レーザー加工装置(レーザー光の伝送技術)


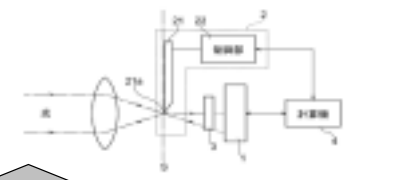
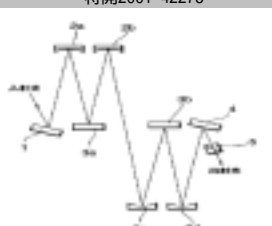
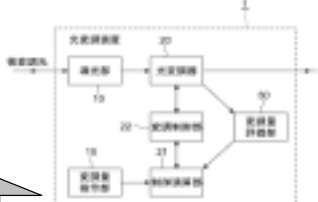
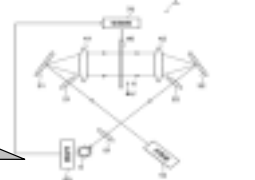
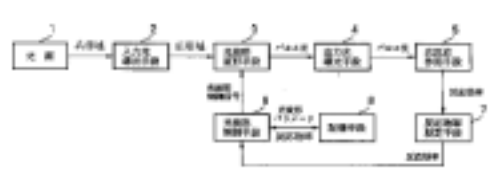
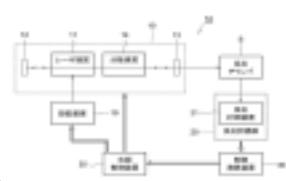
整理番号	先行技術	出願番号
14	特開平8-206869	特願2003-137611 パルスレーザー加工装置



<光伝送媒体の損傷を防止する>

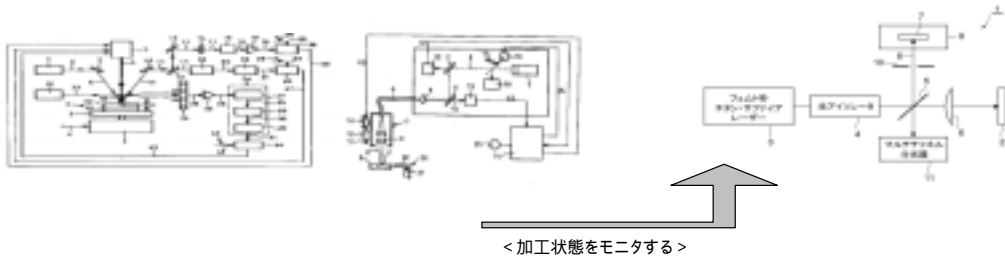
23	特開平8-167754	特願2004-196086
24	特開平11-14869	特願2004-196087
35	特開平6-277227	特願2005-346143

< レーザ光の計測 / 制御に関する技術 >

整理番号	先行技術	出願番号
3	<p>非特許文献</p> <p>J. Klebniczki et al., "Generation of tunable femtosecond pulses in a traveling-wave amplifier", Opt. Lett. Vol.15 No.23 (1990), p.1368-1370.</p> <p>T. Miura et al., "Timing jitter in a kilohertz regenerative amplifier of a femtosecond-pulse Ti:Al2O3 laser", Opt. Lett. Vol.25 No.24 (2000), p.1795-1797.</p>	<p>特願2003-6342</p> <p>光増幅装置</p> 
<p>等</p> <p>< 高強度の戻光の影響を確実に低減させることができる ></p>		
10	<p>非特許文献</p> <p>「最新・レーザ技術資料集 - 3 - レーザ計測」、初版、株式会社経営システム研究所、昭和60年12月16日、p.46 - 48</p> <p>「第11回レーザ安全スクール(テキスト) §3レーザ応用機器の安全」、財団法人 光産業技術振興協会、平成8年10月21日、p.28 - 35</p>	<p>特願2003-86352</p> <p>光ビーム計測装置</p> 
<p>< 光の強度に関わらず集光状態を確実に計測 ></p>		
12	<p>特開2001-42275</p> 	<p>特願2003-111881</p> <p>光変調装置</p> 
<p>< 被変調光として入射される光の光学パラメータを正確に変調することが可能な光変調装置を提供 ></p>		
18	<p>非特許文献</p> <p>J. C. Vaughan, et al., "Automated two-dimensional femtosecond pulse shaping", J.Opt.Soc.Am.B, Vol.19, No.10, pp.2489-2495 (2002)</p>	<p>特願2003-299237</p> <p>光反応制御装置</p> 
<p>< 小型化が容易で光損失低減が可能な光反応制御装置 ></p>		
20	<p>特開平10-223959</p> 	<p>特願2003-325079</p> <p>光反応装置及び光反応制御方法</p> 
<p>< パルス波形整形でなく、共振器内での位相速度 / 群速度に基づく制御技術 ></p>		
外2		<p>PCT/J P2004/013238</p>

< レーザ加工装置に関し、その制御等に関する特許成果 >

整理番号	先行技術	出願番号
11	特開平6-99292 特開2002-1555	特願2003-104253 加工モニター付きパルスレーザ加工装置

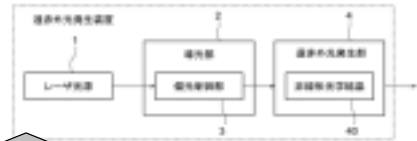


31	特開2004-291026	特願2005-134519
33	特開2003-293562	特願2005-160577
32	特願2003-104253	特願2005-150132

< テラヘルツ波に関する特許成果 >

整理番号	先行技術	出願番号
9	非特許文献	特願2003-74260 遠赤外光発生装置

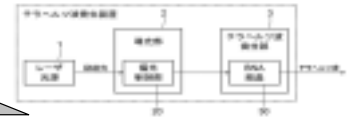
R.A.Kaindl et al., "Femtosecond infrared pulses tunable from 9 to 18 μm at an 88-MHz repetition rate", Optics Letters Vol.23, pp.861-863 (1998).



< 遠赤外光の波長スペクトルを容易に制御することが可能な遠赤外光発生装置 >

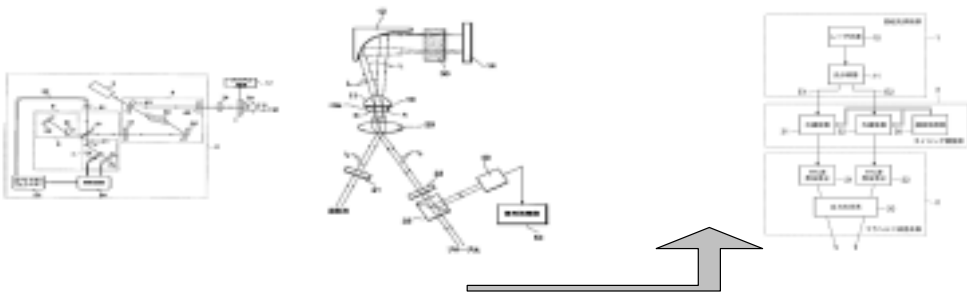
19	非特許文献	特願2003-299239 テラヘルツ波発生装置
----	-------	-----------------------------

橋本秀樹 他、「p - ニトロアニリン型分子を用いた有機非線形光学結晶の開発」、固体物理 Vol.35 No.6, p.417 (2000)



< テラヘルツ波を効率的に発生させる >

22	特開2000-235203 特開2000-352558	特願2004-131924 テラヘルツ波発生装置及びそれを用いた計測装置
----	--------------------------------	---



< 物質変化に関する特許成果 >

整理番号	先行技術	出願番号
13	非特許文献	特願2003-119029 高速粒子発生装置
	<p>A.Maksimchuk, S.Gu, K.Flippo, and D.Umstadter, "Forward Ion Acceleration in Thin Films Driven by a High-Intensity Laser", Phys.Rev.Lett. Vol.84, pp.4108-4111 (2000).</p> <p>I.Spencer et al., "Laser generation of proton beams for the production of short-lived positron emitting radioisotopes", Nucl. Inst. and Meth. in Phys. Res. B Vol.183, pp.449-458 (2001).</p>	
外1	< 高速粒子の発生状態をモニターすることにより、効率よく高速粒子を発生させることが可能な高速粒子発生装置 >	PCT/J P2004/005828
25	特開2001-56394 特開2004-212181 非特許文献	特願2005-39685
28	特開2001-133600	特願2005-89925
36	非特許文献	特願2005-353493