

【各種レーザー加工機の比較】

4M+S=29

	YAGレーザー加工機	ファイバーレーザー加工機	フェムト秒レーザー加工機
レーザー光源	YAG結晶レーザー	レーザー媒質をファイバーで構成	モードロックレーザー
加工方式	熱伝導加工： 表面で吸収されたレーザー熱が 深さ方向に伝播	キーホール加工： キーホール(集光部が蒸発した穴)の内部で レーザーが多重反射し深い加工ができる	非熱加工： レーザービームが集光された部分のみを 瞬時に蒸発させ、熱伝導の影響を抑制
溶接	◎ スポット溶接加工 (低価格で高い出力)	○ 高速で細く深い溶接が得意	× 基本的には対応不可
除去加工 (切断、穴あけ等)	× 基本的には対応不可	○ 大きな体積を一挙に除去する加工 (加工品質はやや低い場合あり)	◎ 小さな体積を逐次除去する加工 (時間はかかるが高品質加工が可能)
パルス幅	マイクロ秒～ミリ秒	マイクロ秒～連続波	フェムト秒～ピコ秒
出力	○ 高ピークパワー スポット(パルス)溶接	◎ 高出力連続加工可能	△ 高ピークパワーの超短パルス
ドロス等の付着物	(溶接のみ)	付着物有り、後処理での除去等が必要	付着物無し、粉塵は洗浄で除去可能
生産性	○	◎	△

【フェムト秒レーザー加工機の特徴】

4M+S=29

超短パルスレーザー加工	1フェムト秒(fs)は 10^{-15} 秒 ← 1000兆分の1秒 (1フェムト秒で光が直進する距離はおよそ $0.3\mu\text{m}$)
熱影響が極めて少ない	熱伝導の影響が抑制出来るため、加工部位周辺の熱変性領域が小さい ※金属だけではなく、樹脂材料も加工可能 ※熱的な影響を嫌う素材(融点が非常に低い材料等)にはフェムト秒レーザーが特に有効
加工精度が高い ※透明材料も加工可能 ※透明材料の内部加工が可能	超短パルス集光ビーム: 時間的・空間的に圧縮されたエネルギー → 電場強度が非常に高い ⇒ ビームが集光されたところのみに多光子吸収、多光子イオン化などの非線形作用が起きる
周辺部の損傷が少ない	チッピングやクラック(ひび)等が少ない 難加工材(セラミックスや複合材料)には、周辺部損傷が極小化できるフェムト秒レーザーが有効
多光子吸収により 高バンドギャップ材加工が可能	高バンドギャップ材料(ガラスや特殊ポリマー)に対しては、多光子吸収量が大きいフェムト秒レーザーが有効 透過性材料は底面から加工していき、透明度が高いほど加工性が良い。

【SUS304薄板穴あけサンプル】

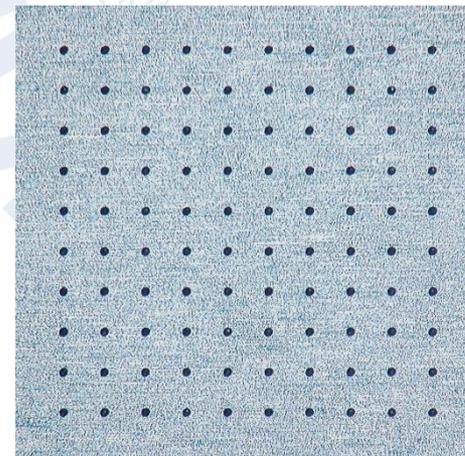
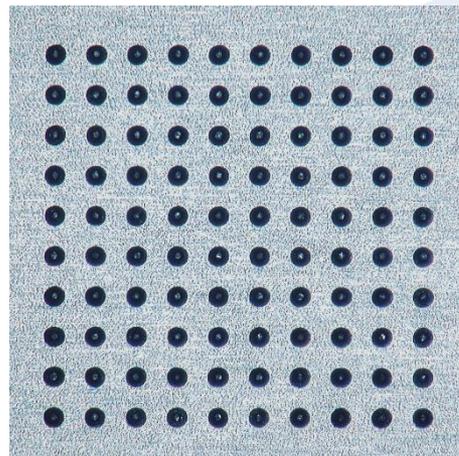
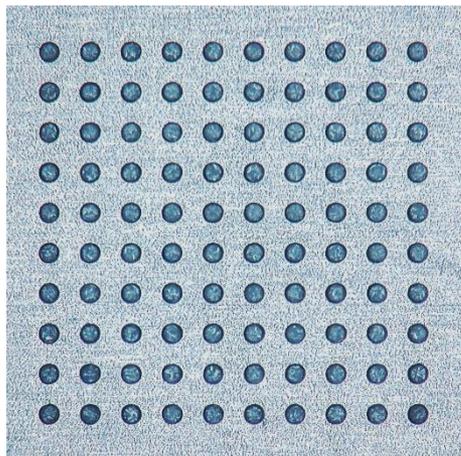
4M+S=29

Φ90 μmストレート形状狙い

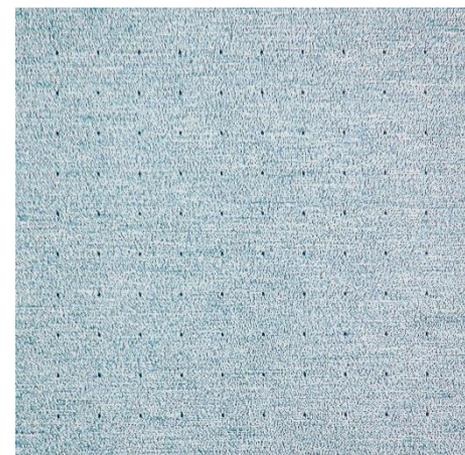
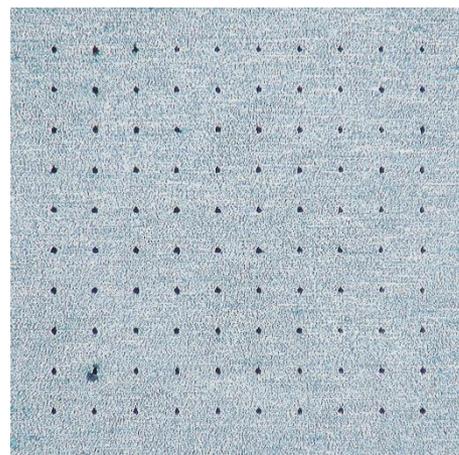
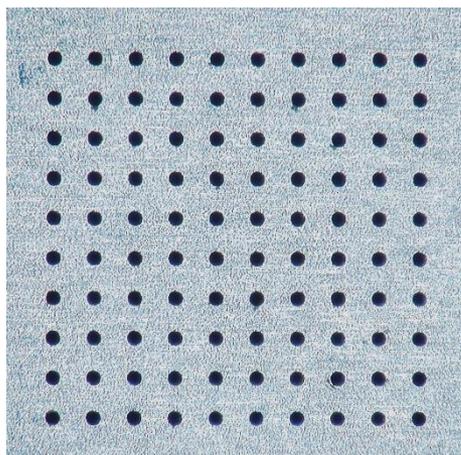
表側Φ90 μm、裏側Φ30 μm
のテーパ穴形状狙い

Φ30 μmストレート形状狙い

表側
(レーザー照射側)
顕微鏡画像



裏側
顕微鏡画像



50 μm厚・10mm角サンプルに合計300穴加工
3種100穴ずつ(縦横200 μm間隔で10×10配列)