

# レーザー加工技術の紹介

レーザー加工部

貝原 誠一

山口 友宏

# レーザーとは

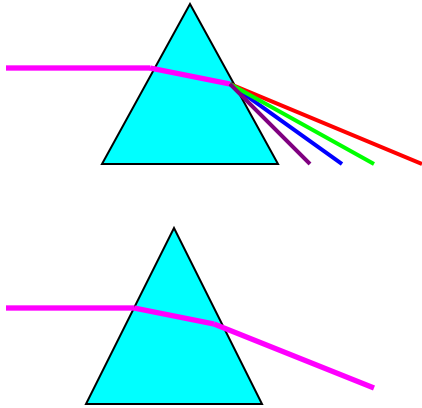
## Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

誘導放出された放射光の増幅光  
(物質と光の相互作用を利用)

# レーザーの3つの特徴

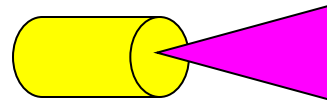
## 1) 単色性

単一波長の光

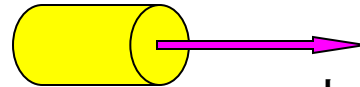


## 2) 高指向性

細いビーム



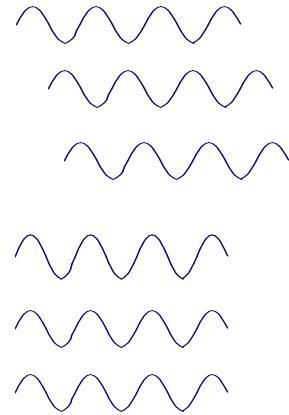
自然光



レーザー

## 3) コヒーレント

同一位相の波



エネルギーが光軸に集中した  
細いビームの位相の揃った単色光

# レーザー加工とは

1. 光エネルギー（レーザー）の投入により  
被加工物を除去・改質するもの

## 2. 用途

1) 切断

4) 熔接

2) 穿孔

5) 焼入

3) 彫塑

6) 医療

# 主なレーザー

	レーザー媒質	波 長	励起方法	特 徴
気 体 レーザー	CO <sub>2</sub> He-Ne エキシマ	10.6 μ m 633 nm 150-350 nm	アーク放電	高出力 高コヒーレント
固 体 レーザー	Nd・YAG ルビー Ti・サファイヤ	1064 nm 694 nm 0.7-1.1 μ m	光ポンピング	高出力 短パルス (波長可変)
半導体 レーザー	AlGaAs InGaAsP GaP GaN	赤 橙-黄 緑 青	電子注入	小型 低電圧駆動

# レーザー保有設備

## UV-YAG加工機

9台

—	esi	#5330	4台
—	esi	#5310	4台
—	esi	#5220 (RtoR)	1台

## CO<sub>2</sub>加工機

7台

—	Hitachi	LC-2L252/2C	1台
—	Hitachi	LC-2K212/2C	3台
—	Hitachi	LC-2G212/2C	1台
—	Hitachi	LC-2F21B/1C	1台
—	Hitachi	LC-2E21B/1C	1台

# CO2レーザーによるCuダイレクト加工について

ウインドウエッチング不要のプロセス簡略化によるコストメリットが期待できる事から、近年Cuダイレクト加工(CO2レーザー)による試作・量産案件が増加している

## 実験の目的

- 1) レーザ加工技術向上により、多様化する顧客要求への対応
- 2) 安定した加工条件の設定による加工条件起因不良0への挑戦

# 1. CO2レーザーによるCuダイレクト加工のメリット

## Initial cost

**エッチングプロセスが不要となる為、コスト低減**

## Running costs

### **デザイン変更が容易**

- ・ フィルム作成が不要、ドリルデータの変更のみで対応できる
- ・ レーザ加工費の低減(加工ショット数減=加工タクトの向上)  
弊社一例 コンフォーマル法⇒ダイレクト加工 レーザ加工費-30%
- ・ パターン工程を省略できる為、工程日数の短縮

## Quality

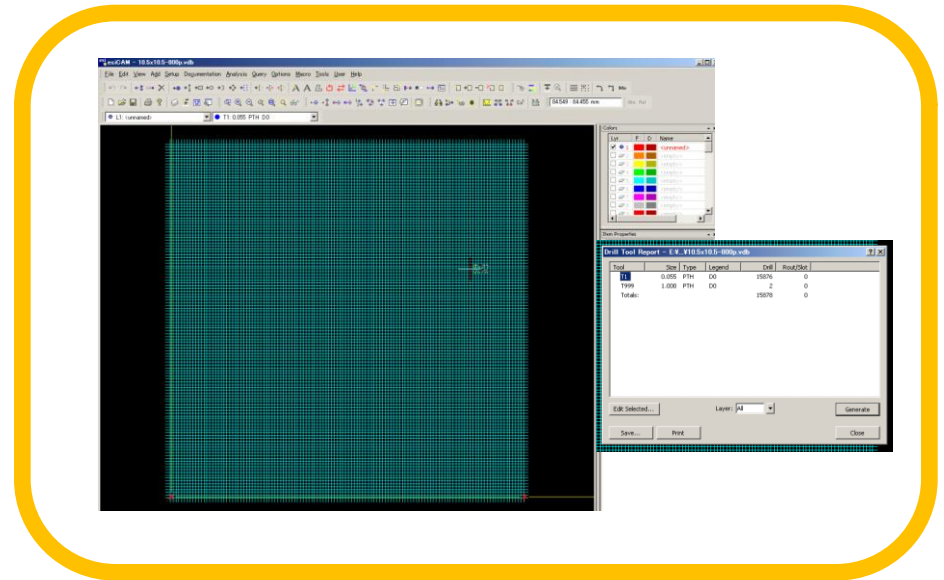
**内層アライメントによる加工で、層間の合いが良い**

- ・ 内層パッドに対する穴位置ずれ=機械精度( $\pm 12.5 \mu\text{m}$ 程度)

# 実験内容 1

## 1. 加工データ作成

- 加工範囲：105×105mm
- 穴ピッチ：0.8mm (X, Y)
- Hole数：15876穴/条件



## 2. 実験用基板概略

- 品番：MCL-BE-67G (0.40t/ハダゲソリ-FR-4)
- 銅箔厚み：9 $\mu$ m (外層), 18 $\mu$ m (内層)
- 層構成：4層 (0.2t/コア, 0.06t/PP)
- 外形寸法：340×510mm

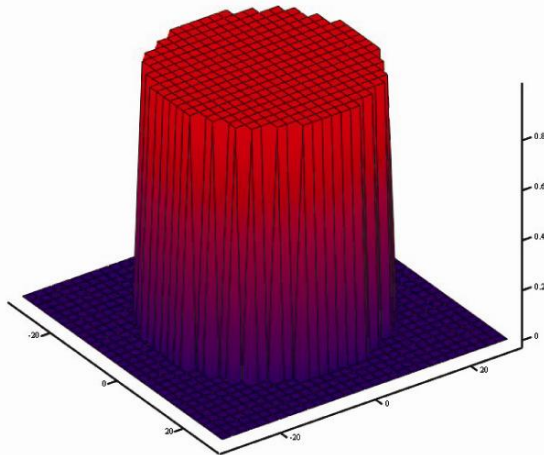


### 3. 加工パラメータ変更（通常）

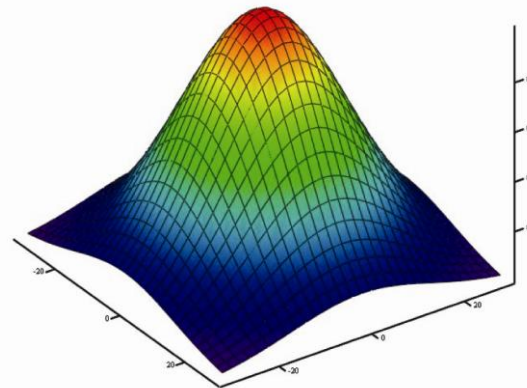
- パルス幅 . . . レーザショットのパルス幅（持続時間）
- ショット数 . . . 1穴あたりのレーザショットパルス数
- 加工焦点 . . . 焦点位置の補正量

### 4. 加工パラメータ変更（特殊）

- ビーム形状（トップハット・ガウシアン）



トップハット



ガウシアン

## 5. ズーム比

- ・ ズーム比の変更による加工性の違い

同加工条件にて3水準のズーム比で加工を実施し、加工性を検証  
(-10%・デフォルト・+10%)

○理論上は+側調整でビームが拡散し  
-側調整でビームが収束する

アパーチャNo.	ズーム比(%)	調整量(0)
00	75	0
01	50	0
02	50	0
03	45	0
04	50	0
05	50	0
06	75	0
07	50	0
08	65	0
09	75	0
10	55	0
11	75	0
12	50	0

ズーム比設定画面

## 使用加工機



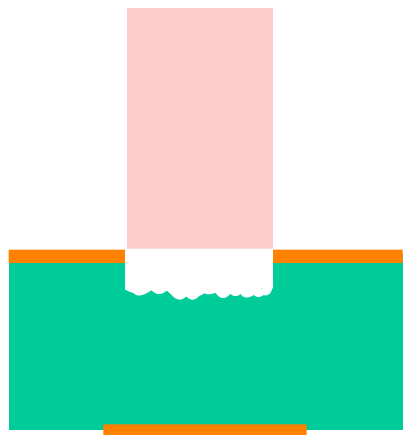
HITACHI LC-2K212/2C

レーザ波長: 9400nm  
ガルバノ速度: 1200point/sec  
加工精度:  $\pm 0.0125$ mm  
ワークサイズ: 560 × 620mm

# CO2レーザーによるCuダイレクト加工プロセス

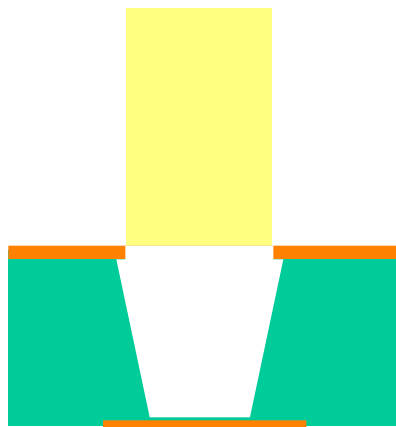
STEP1

銅箔加工



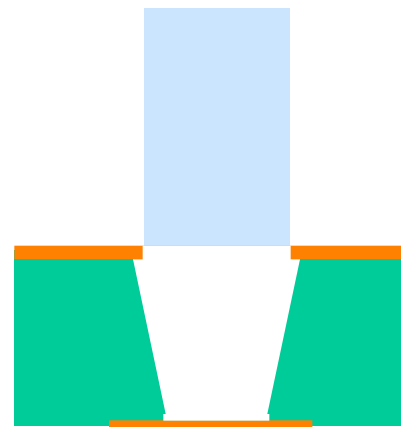
STEP2

樹脂加工



STEP3

(仕上加工)

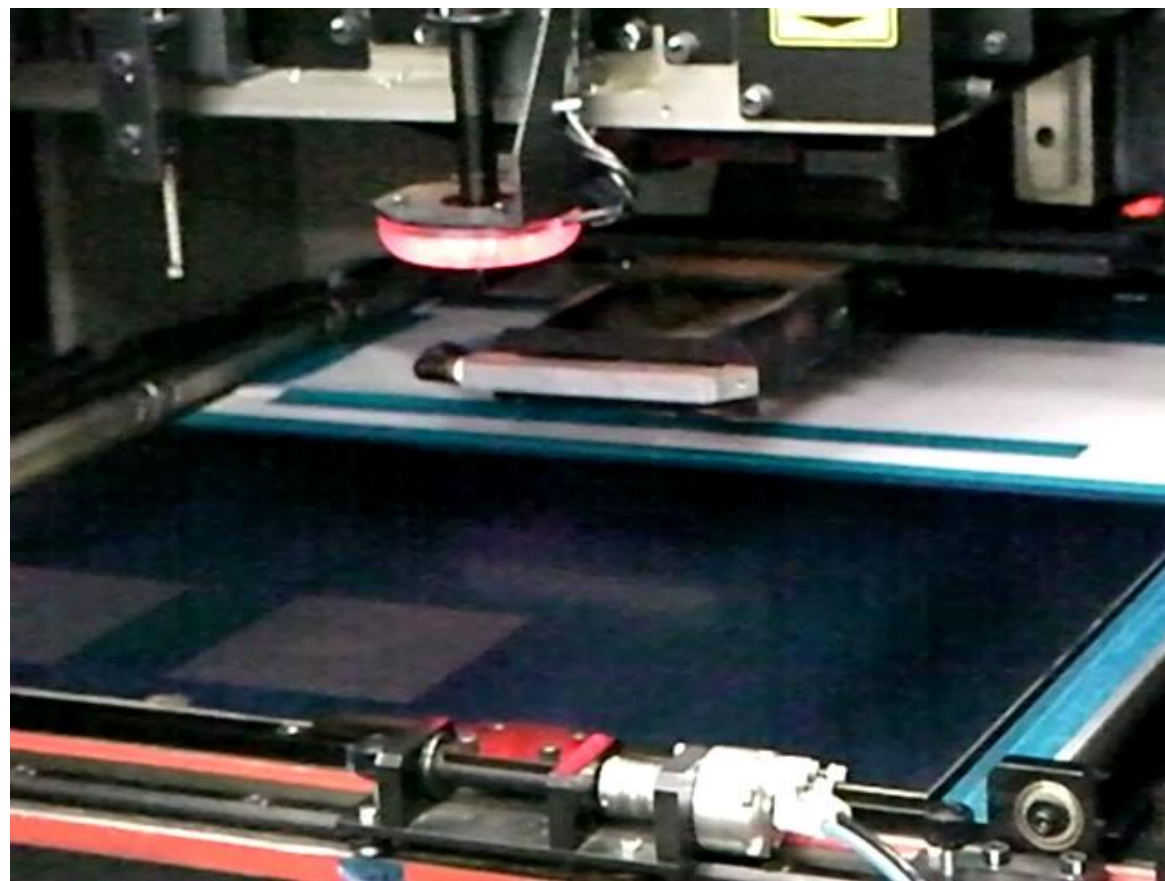


STEP1 : Cu加工に適したパワーを適用

STEP2以降は絶縁材料加工に適したパワーに切り替える

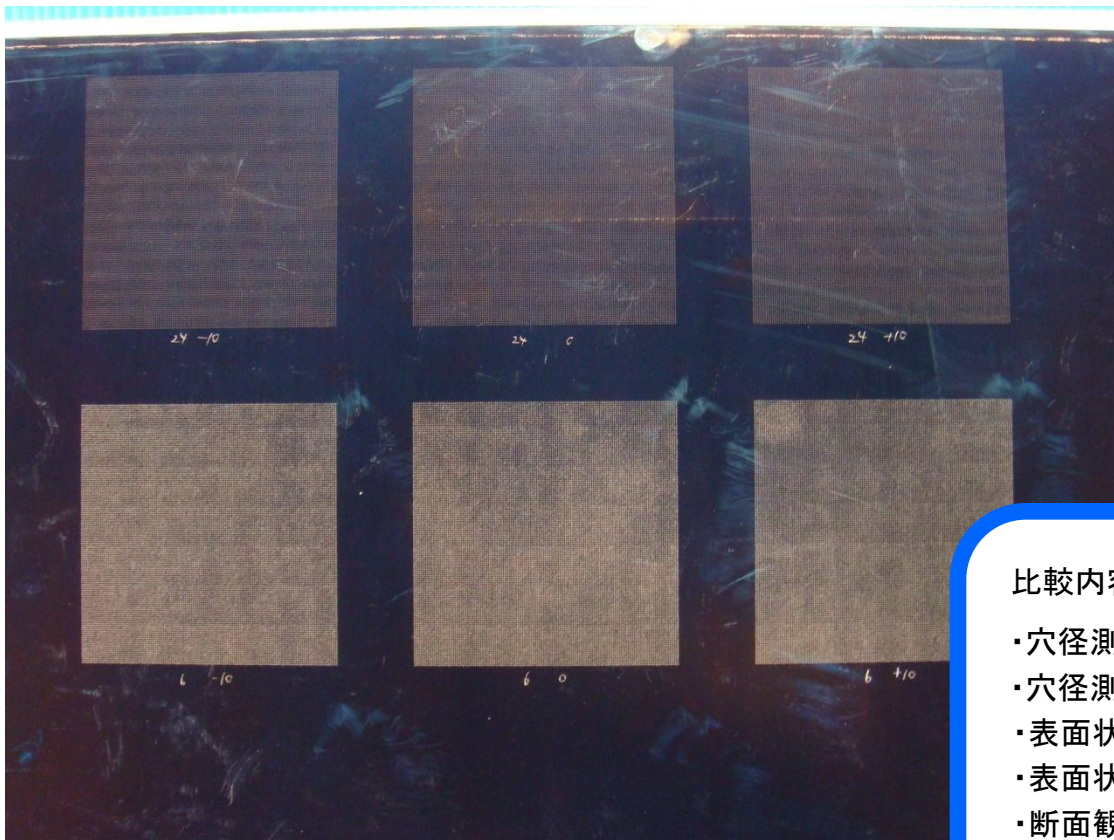
## 実験内容

### レーザー加工



# 実験内容

## 加工後全体写真



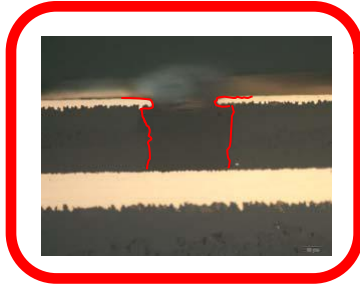
### 比較内容

- ・穴径測定(表面)
- ・穴径測定(底面)
- ・表面状態(穴バリ、焼け等)
- ・表面状態(樹脂残渣、ダメージ等)
- ・断面観察(GC突き出し、断面形状等)

# 実験結果一例 1

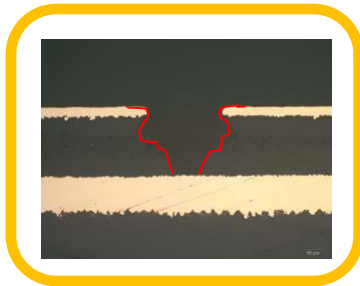
## パルス幅変更による加工形状変化

### STEP1条件の検討



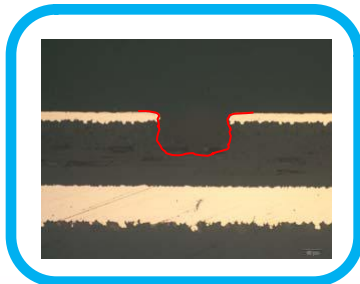
STEP1のみで底面銅箔が露出した場合

加工熱量が過剰な為、表面銅箔が底状に残る



STEP1のみで底面銅箔微小に露出した場合

加工熱量が適正に近い値であっても、底面銅が露出した加工穴には底状の銅箔残りが見られる



STEP1で底面銅箔が露出していない場合

底状の銅箔残りの発生は見られない

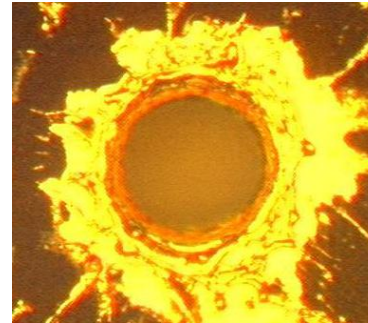
## 実験結果一例 2

### ビーム形状による比較

#### ・ トップハットビーム

バリ (Cu飛び散り) の高さ - 低い

バリ (Cu飛び散り) の範囲 - 広い



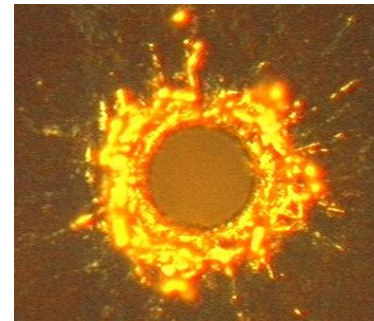
バリの高さ  
Ave.  $5.2 \mu\text{m}$

バリの範囲  
Ave.  $36.7 \mu\text{m}$   
(n=20)

#### ・ ガウシアンビーム

バリ (Cu飛び散り) の高さ - 高い

バリ (Cu飛び散り) の範囲 - 狭い



バリの高さ  
Ave.  $10.0 \mu\text{m}$

バリの範囲  
Ave.  $22.6 \mu\text{m}$   
(n=20)

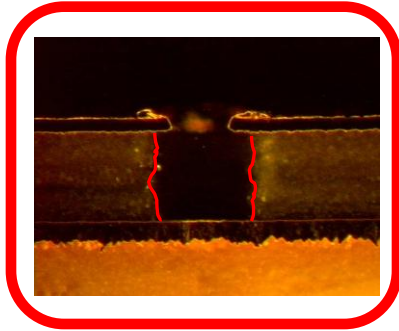
#### ・ 同加工条件での比較

開口径：ガウシアン < トップハット

開口率 (TOP径/BOTTOM径)：ガウシアン > トップハット

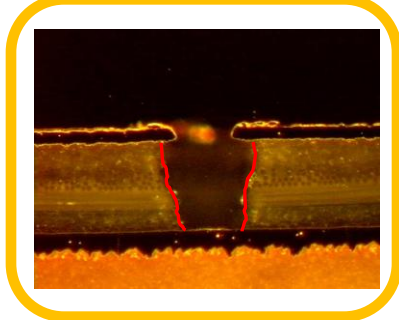
## 実験結果一例 3

### ズーム比変更による加工性の違い



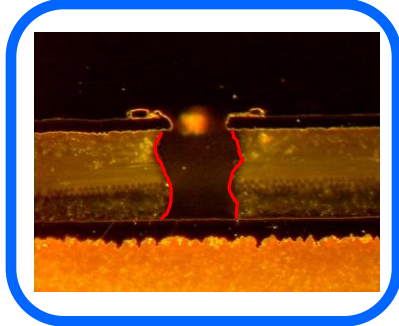
調整量: -10%

エネルギー密度が高くなる為ストレート形状



調整量: ±0%

標準的なテーパ形状



調整量: +10%

エネルギー密度が低くなる為ガラスクロス  
の加工に難あり (くびれの発生)

## 『未来品質』の創造

—私たちQualtecは、  
ゼロ思想に基づいたトータル・クオリティ・ソリューション活動を通じ、  
不良ゼロの工場、故障ゼロの製品＝絶対的品質を追求しています。  
そして、これからは環境に負担をかけない工場、  
自然を再生する製品＝『未来品質』へとその活動を進化発展させます。

—街の中を走る車・・・  
よく見ると街の汚れた空気を走行しながら清浄化しています。  
携帯電話で通話中・・・  
よく見ると携帯がその人の健康状態を調べ、電波で身体が癒されています。  
電話をかければ、ますます健康になる携帯電話です。  
この夢が、もうすぐ実現することでしょう。

ご清聴ありがとうございました。