

超高速レーザーCavity ソリューション

ハンス新レーザー製品センター

お問い合わせ：



〒114-001東京都北区東十条6番地5丁目21号

丹波貿易本社ビル

Tel: 03-3901-6333

Email: tamba@tamba-trading.com

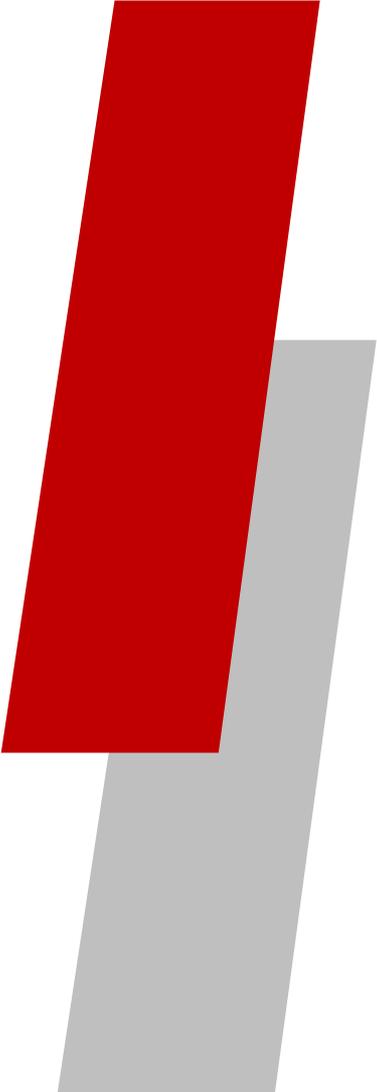


CONTENT

01 基本概念および原理の概要

02 超高速レーザー穴明シリーズの概要

03 超高速レーザー成形シリーズの概要

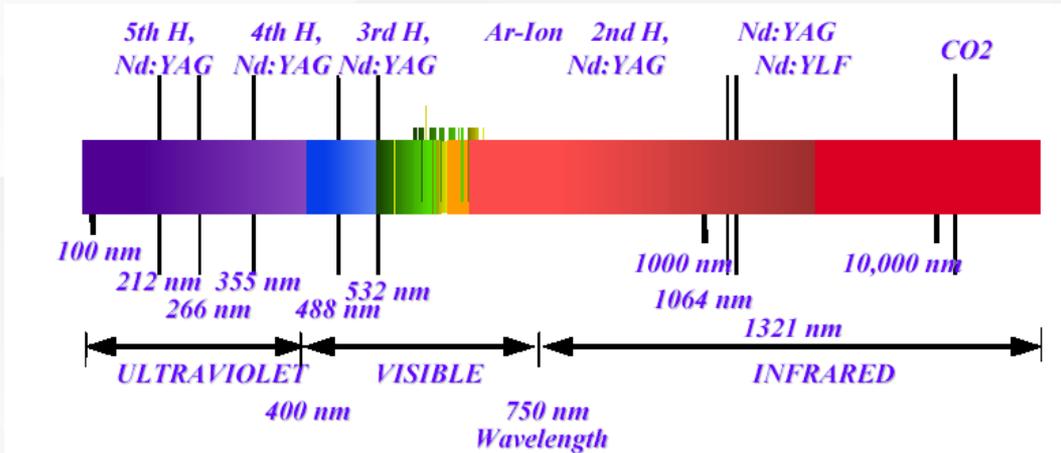


1

PART 01



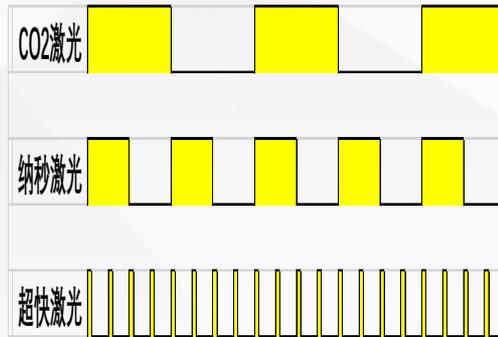
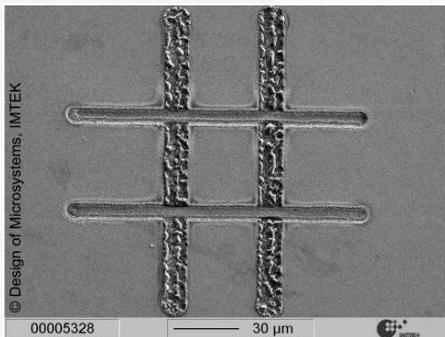
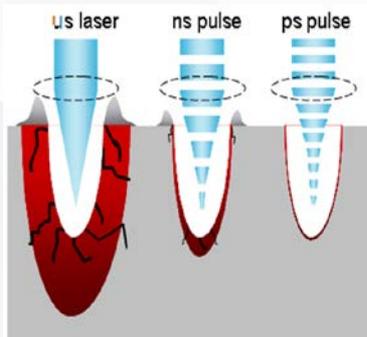
基本概念および原理の概要



化学鍵	键能 (kJ/mol)	键能 (eV)
C-C	332	3.45
C-H	414	4.31
C=C	611	6.35
C-O	326	3.39
C=O	728	7.57
C-N	305	3.17
C-S	272	2.83

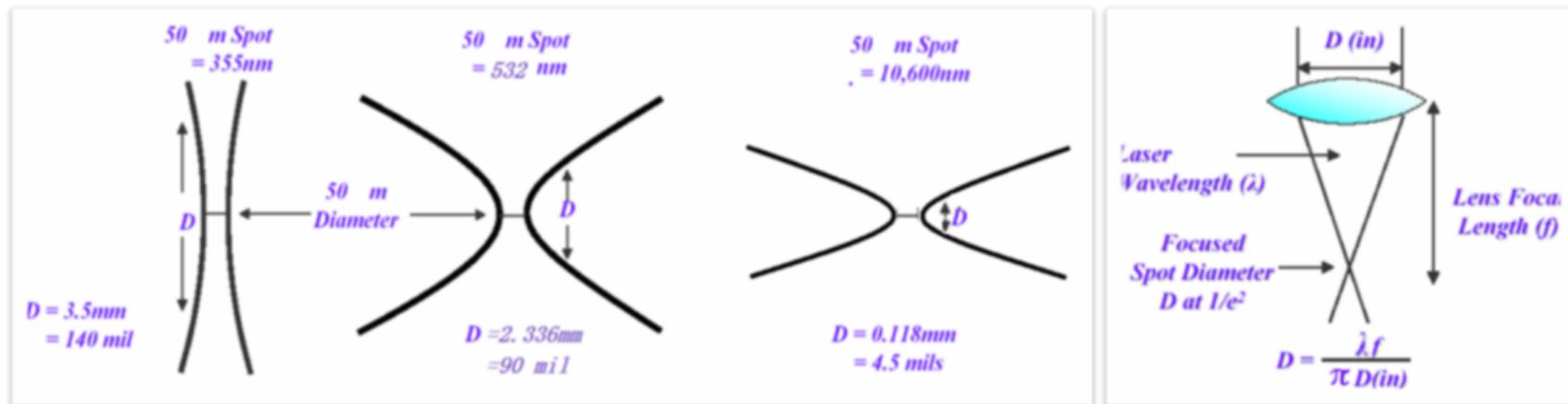
激光种类		激光波长	光子能量 (eV)
远红外	CO2	9400nm	0.12
近红外	IR	1064nm	1.16
绿光	Green	532nm	2.34
紫外	UV	355nm	3.51
深紫外	DUV	266nm	4.68

波長が短くなるほど、光子のエネルギーが大きくなり、直接切断できる分子結合が増え、加工材料への熱影響が少なくなります。



超高速レーザーは、そのパルス幅が短いため、レーザーパルスが材料と相互作用する時間が非常に短く、加工過程で発生する熱が拡散する前に作業が完了します。その結果、**熱影響を受ける領域が極めて小さい**です。また、レーザーパルスのピークパワーが非常に高いため、材料分子間の化学結合が容易に破壊され、材料が直接気化します。これにより、銅を含む材料の加工において、**スプラッシュ(溶けた材料の飛散)や残留銅**の問題が効果的に改善されます。

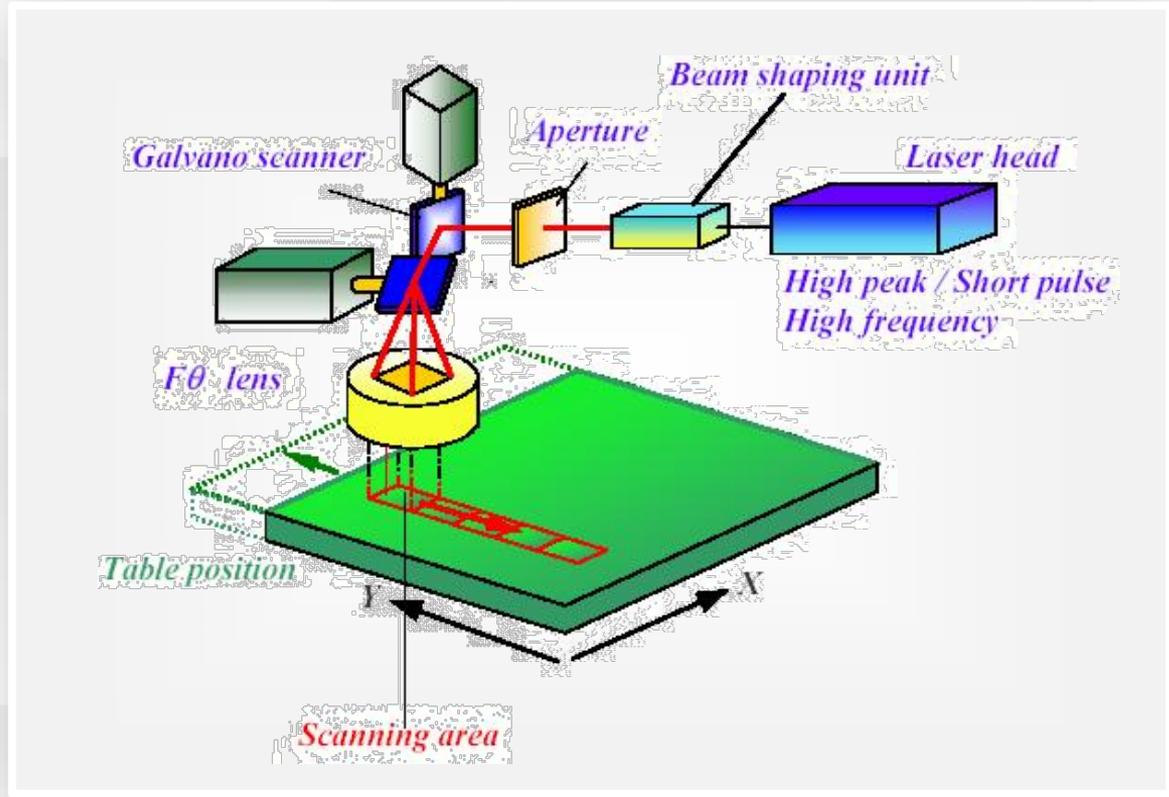
CO2レーザーのパルス幅は比較的広いため、レーザーパルスが材料と相互作用する時間が長く、**加工中に発生する熱が外部へ拡散し、一定の熱影響領域が形成されます**。また、CO2レーザーのパルスピークパワーには限界があるため、レーザーによるアブレーションは**気化と熱的アブレーション**の二重作用によって達成されます。したがって、銅を含む材料の加工時には、**エッジにスプラッシュが発生しやすく、熱が銅層に蓄積して誘電体が収縮し、残留銅が発生することがあります**。



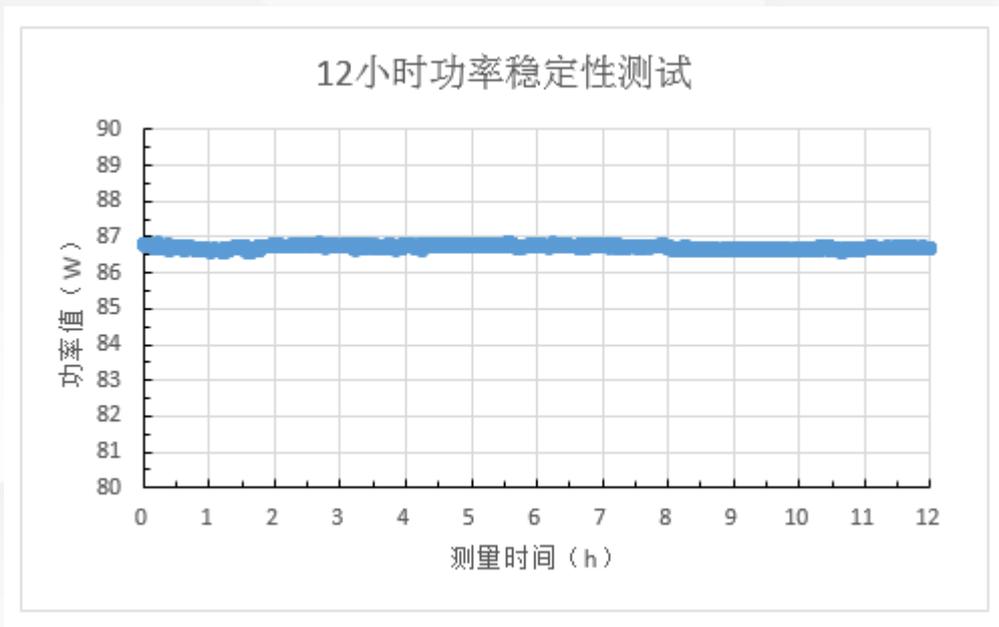
同じ集光スポットを得るには、波長が短い程フォーカス長が長くなる

D は f が同じ条件であれば波長が短い程 D が小さい

入射ビームのスポットサイズと集光レンズの物理焦点距離 f が等しい場合、波長が短くなるほど集光スポットは小さくなります。したがって、一般的には、短波長は小さな穴の加工に使用されます。一方、長波長は f を調整する（短焦点レンズに交換する）ことである程度の小孔加工が可能です。焦点深度が短いため、材料加工の適応性は低くなります。

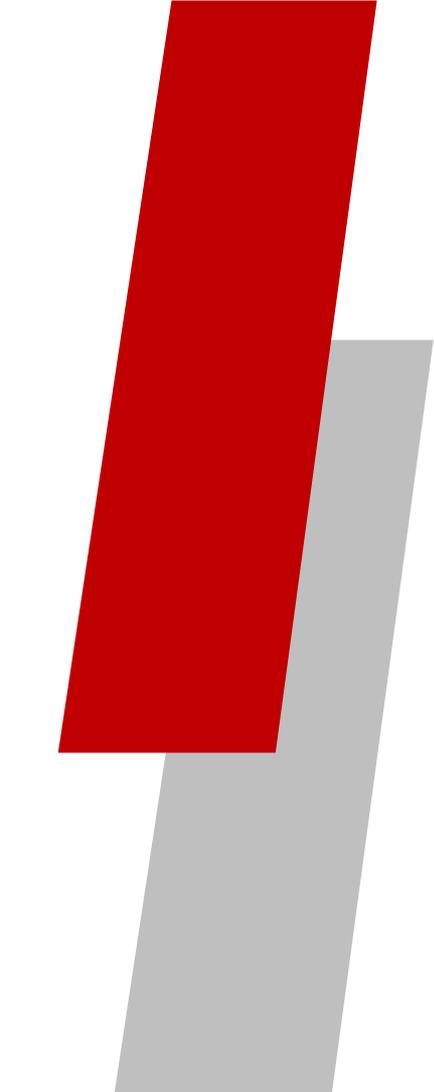


90Wレーザー発振器を用い、レーザー発振器が12時間連続して発光するテストを行ったところ、その**均一性は0.298%**であり、これは従来の**CO2レーザーヘッドの±6%（典型値）**よりも優れていました。結果として、レーザー発振器の出力安定性が非常に良好であり、ドリル加工プロセス中にエネルギーの安定性を実現し、加工効果の一貫性を保証するのに寄与することが示されました。



テスト結果

MAX	86.849
MIN	86.591
Range	0.258
AVERAGE	86.716
均匀性	0.298%



2

PART 02



超高速レーザー穴明シリーズの概要



DRD3060III & DRD4080II
シリーズ

設備の用途：

PP、ABF、SRなどの材料の穴あけ、ブラインドスロット加工など

加工可能な穴の種類：

- ・貫通孔（FR4/FR5、ガラスセラミック）
- ・ビルドアップブラインドホール（BT、ABF）

主な穴径範囲：

- ・30-60 μm および 40-80 μm

➡ 繊維材料の小孔加工における不安定性を突破し、従来のCO2レーザーの特性による制約を打破（小孔の公差が厳格で、より小さな孔径公差を求められる）。

➡ 従来のCO2レーザーでの銅含有材料加工時に必要とされる黒化/褐化処理の制限を排除。

➡ レーザー穿孔による銅のスプラッシュを低減し、後処理の負担を軽減。

➡ 浮遊銅や銅皮の剥離処理、および電解メッキの問題を軽減。

➡ 多様化する高周波・高速材料に対応し、レーザーによる吸収率低下や残留樹脂の処理問題を解決。

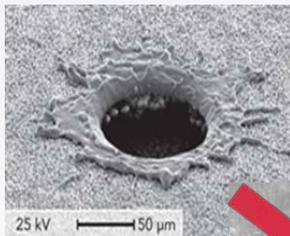
➡ ABFのより低い稜線に対応し、樹脂除去を完全に表面状態に特化し、残留樹脂を考慮する必要がない。

➡ 従来のプロセスにおけるプラズマ混合処理や、銅基板の再微食などの信頼性保証処理を回避。

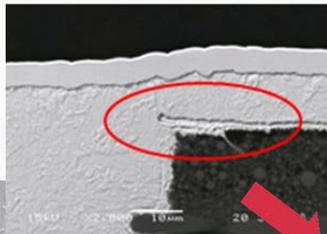
➡ エネルギー消費の削減、炭素排出量の削減、製造プロセスの短縮、コスト削減を実現。

- 従来CO₂レーザーでは、銅の吸収率が低いため、黒化または粗化処理を組み合わせる加工が必要があり、その後の除去が求められます。
- 熱影響が大きく、スプラッシュ、残留銅、残留樹脂が発生しやすく、後続の樹脂除去やメッキに負担を与える。

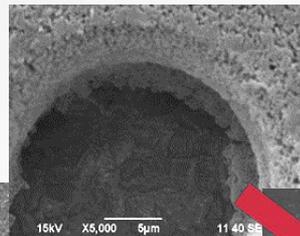
CO₂レーザー



スプラッシュ

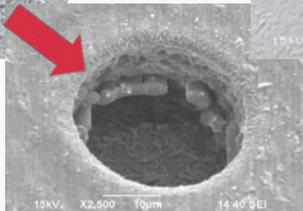


銅の剥がれる

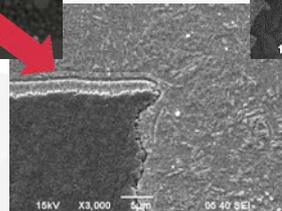


明らかな残留樹脂

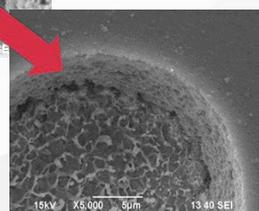
超高速レーザー



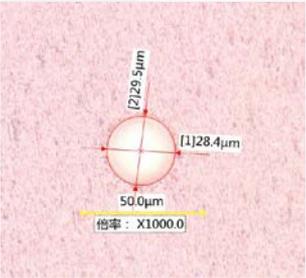
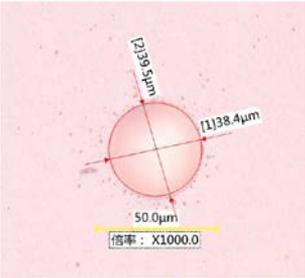
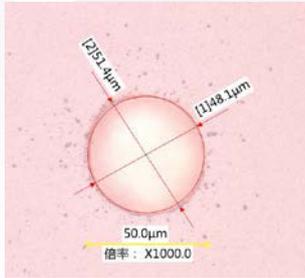
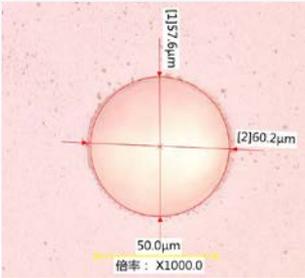
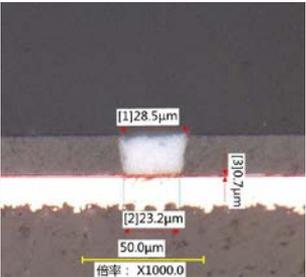
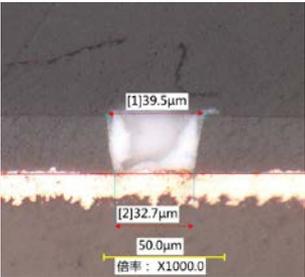
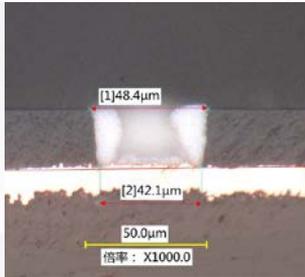
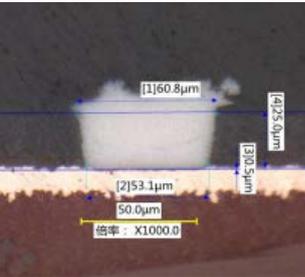
ほぼスプラッシュなし

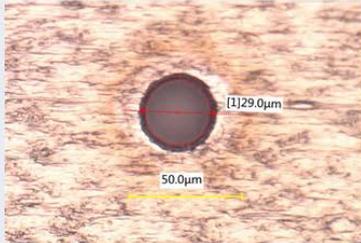
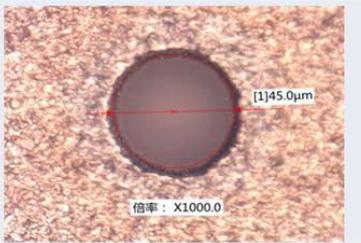
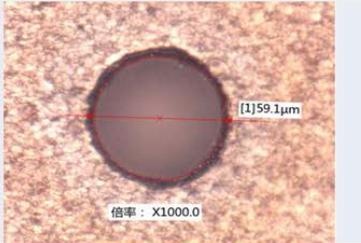
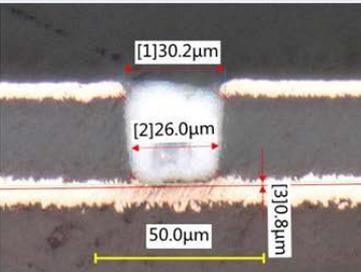
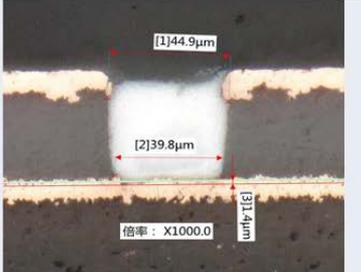
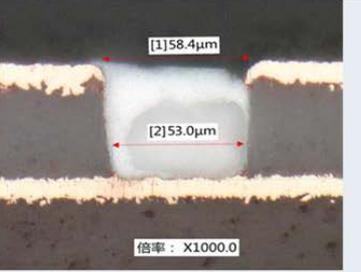


銅の剥離なし

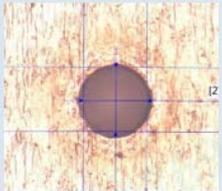
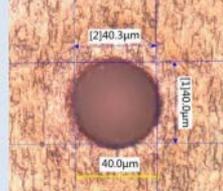
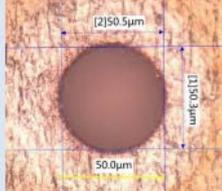
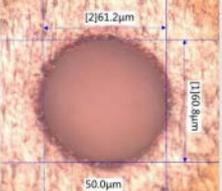
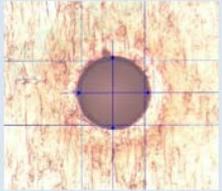
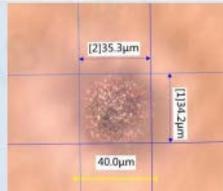
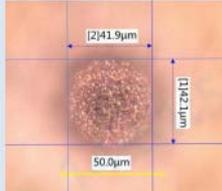
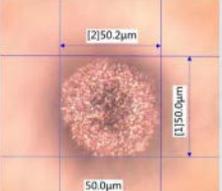
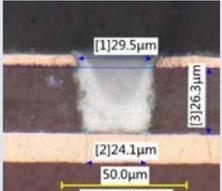
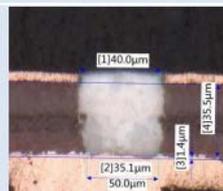
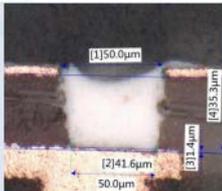
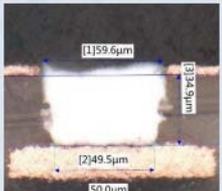


エッジが清潔で、底銅が見える

Aperture	30um		40um		50um		60um	
	Top aperture(um)	Roundness (%)	Top aperture(um)	Roundness(%)	Top aperture(um)	Roundness (%)	Top aperture(um)	Roundness(%)
	28.95	96.3	38.95	97.2	49.75	93.5	58.9	95.7
Top View								
	Top/bottom aperture(um)	Taper(%)	Top/bottom aperture(um)	Taper(%)	Top/bottom aperture(um)	Taper(%)	Top/bottom aperture(um)	Taper(%)
	28.5 / 23.2	81.4	39.5 / 32.7	82.8	48.4 / 42.1	86.9	60.8 / 53.1	87.3
X-section								

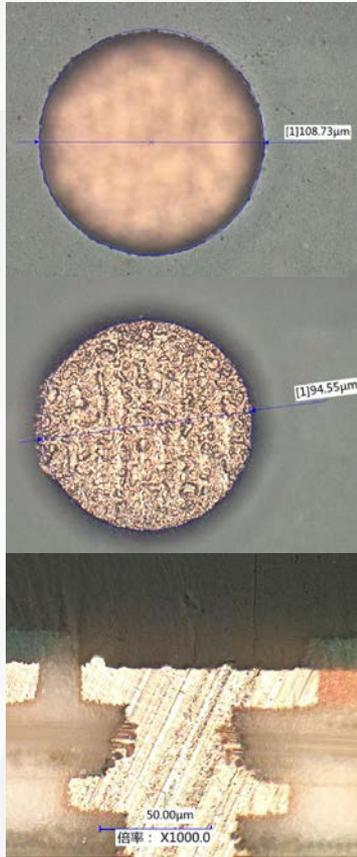
Aperture	30 μ m		45 μ m		60 μ m	
	Top aperture(μ m)	Roundness(%)	Top aperture(μ m)	Roundness(%)	Top aperture(μ m)	Roundness(%)
Top View	29	100	45	100	59.1	100
						
	Top/bottom aperture(μ m)	Taper(%)	Top/bottom aperture(μ m)	Taper(%)	Top/bottom aperture(μ m)	Taper(%)
X-section	30.2/26	86.1	44.8/39.8	88.8	58.4/53	90.8
						

銅の表面を直接加工し、粗化や黒化処理は不要。残留銅なし、穴底に残留樹脂なし

	上/下孔(um)	Taper(%)	上/下孔(um)	Taper(%)	上/下孔(um)	Taper(%)	上/下孔(um)	Taper(%)
	32 / 26	81.1	40.1 / 34.7	86.5	50.4 / 42	83.3	61 / 50.1	82.1
Top View								
								
X-section								

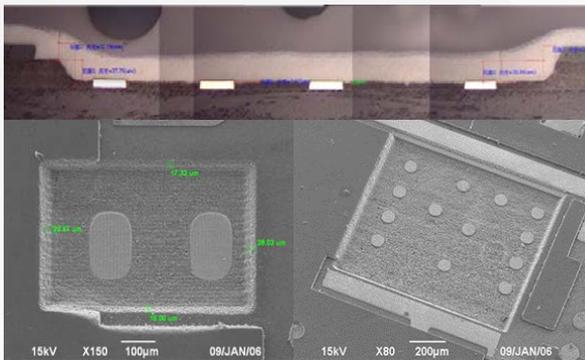
銅の表面を直接加工し、粗化や黒化処理は不要。残留銅なし、穴底に残留樹脂なし

	上/下孔(um)	切片Taper(%)	上/下孔(um)	切片Taper(%)
	40.3 / 34.8	86.3	38.9 / 32.5	83.5
Top View				
X-section				

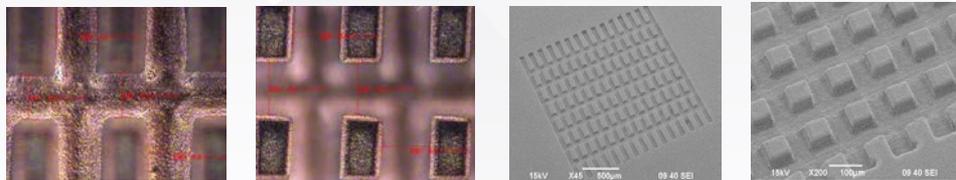


半埋め込み、全埋め込み、放熱立体構造のトレンド

パッケージ厚の圧縮、立体構造、半貫通および全貫通のスタックを組み合わせて使用。材料除去では、溝の品質、精度、形状の調整が必要。パッケージの高密度化により、部品のエネルギー密度が向上し、放熱要求が必然的に増加。立体構造に必要な特徴形状を実現するためには、レーザー補正が最適な選択肢です。



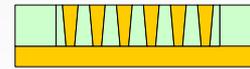
溝加工 - 立体構造の応用



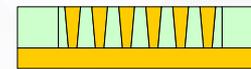
放熱チャネルの応用 (図形はメーカーの要求に応じて随時調整可能)



放熱面積 ~100%



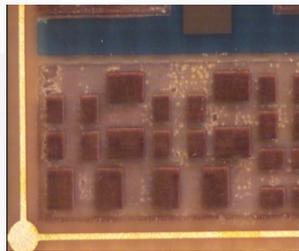
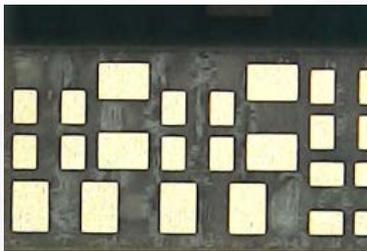
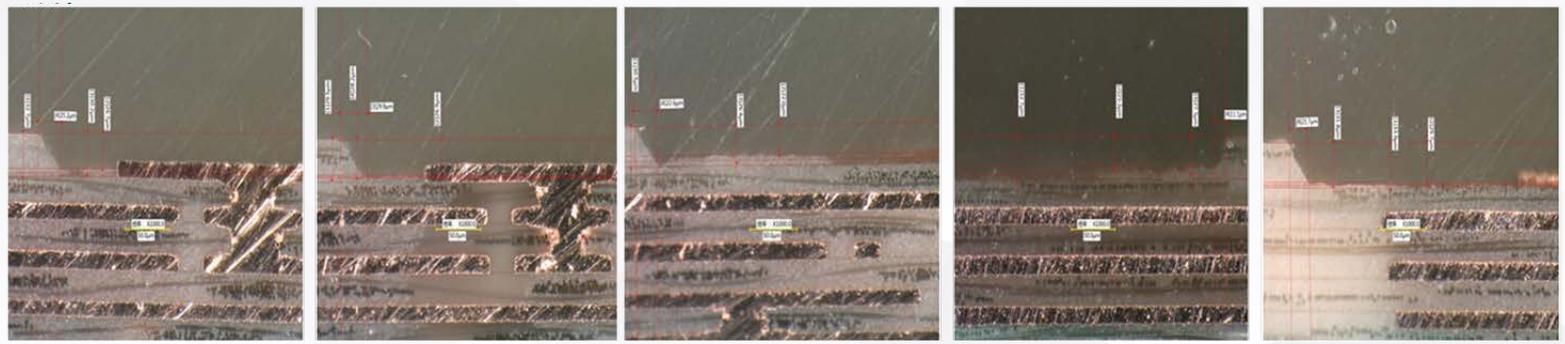
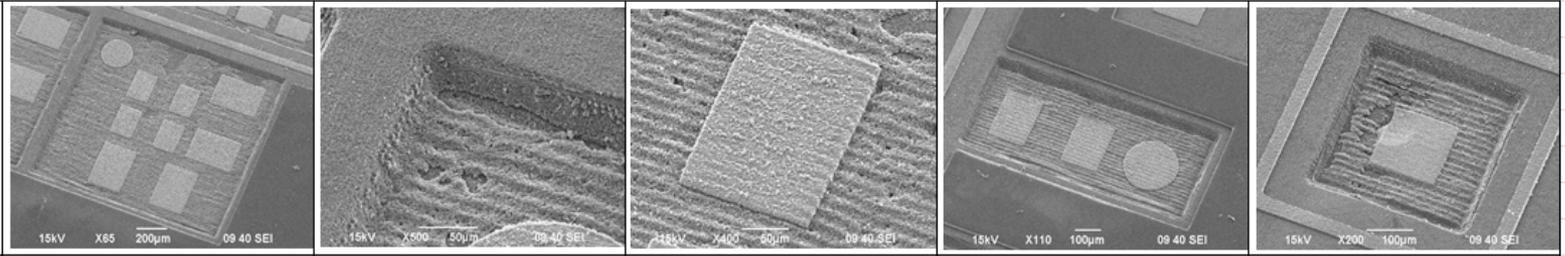
放熱面積 ~40%



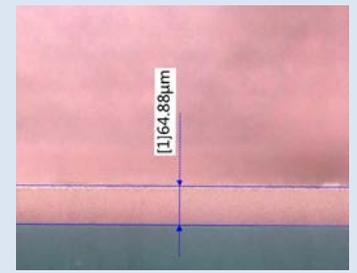
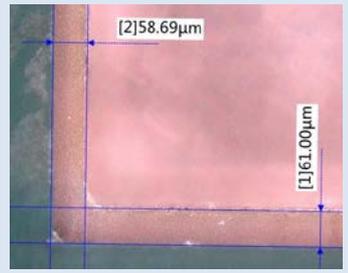
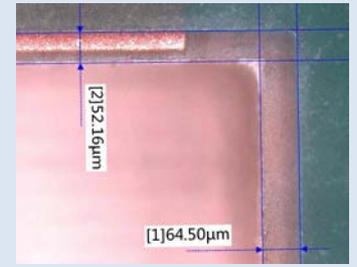
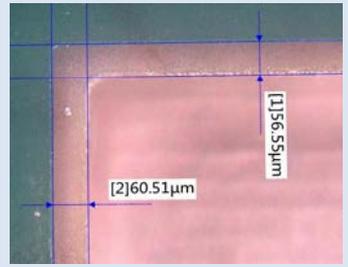
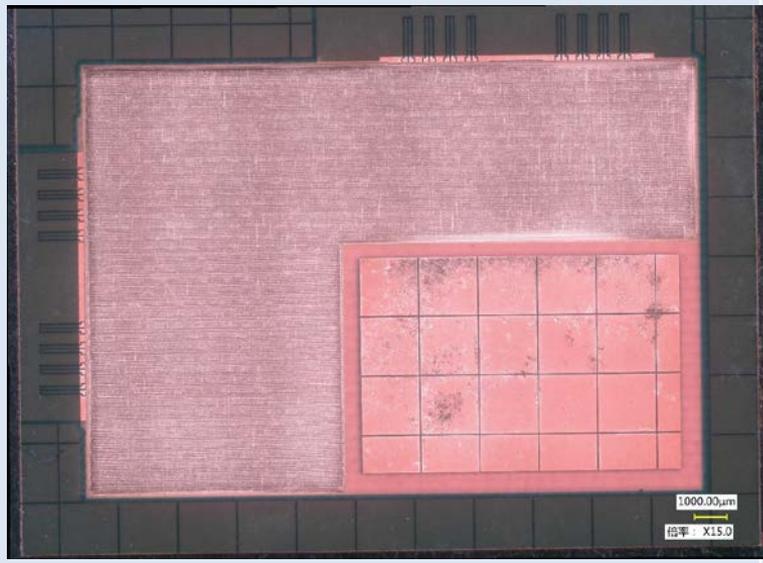
放熱面積 ~65%

成果：

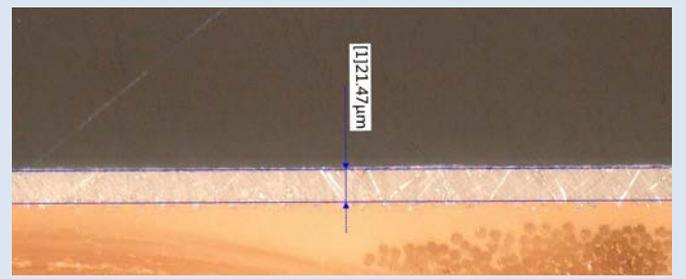
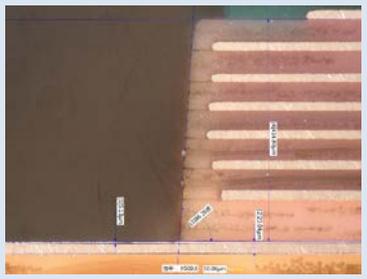
一部の材料を除去し、厚みの低減に対応した組立、熱伝導材の充填による放熱強化、ランダムな構造変化への対応、選択的に材料を除去する最適なソリューション。レーザー加工は、**私たちの技術の強みです。**



Top View



X-section

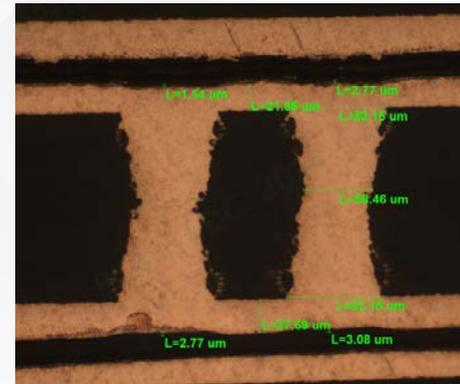
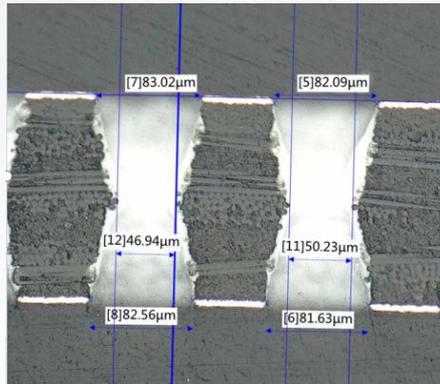
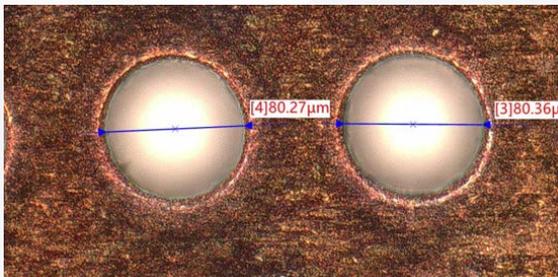


表面の穴: 500倍

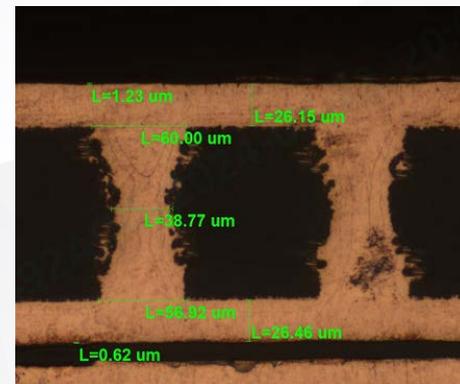
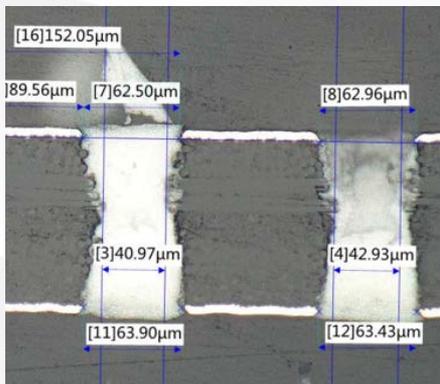
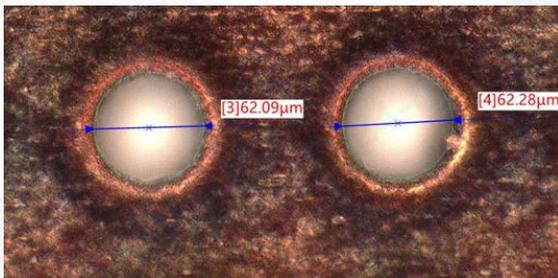
レーザー加工後の切片

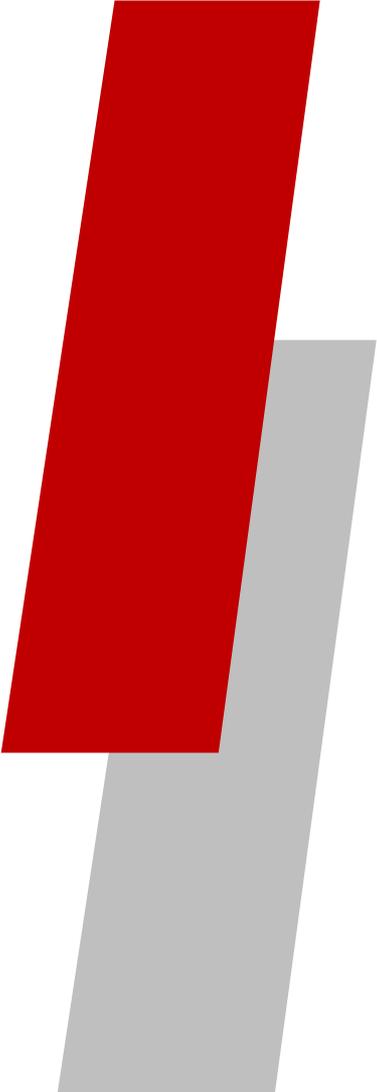
電解メッキ後の切片

80
μm
X
型
穴



60
μm
X
型
穴





3

PART 03



超高速レーザー成形シリーズの概要



HRD650B-GNP&HRD650S-P

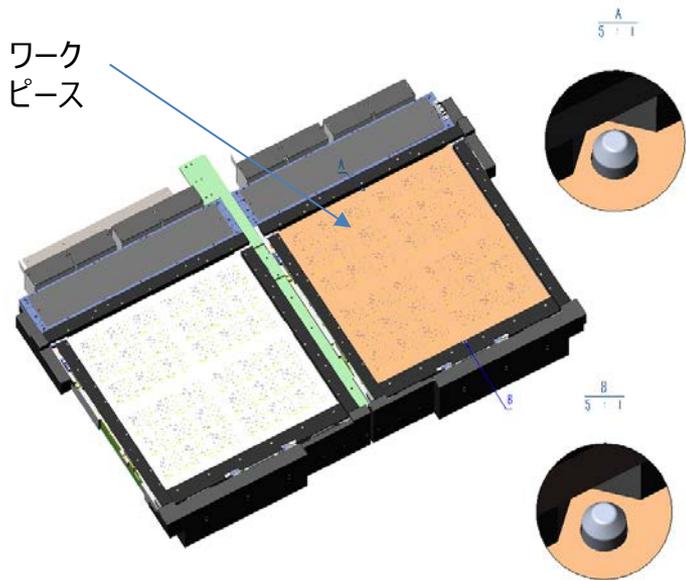
設備用途：

キャリアプレートのレーザー成形などの応用、
レーザーキャビティ、PNL-QP-Stripの分割等。

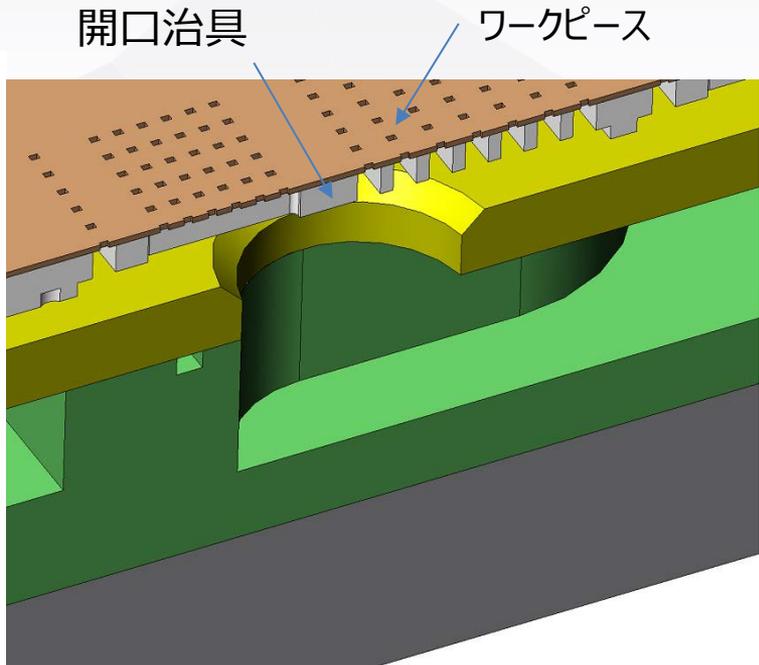
- ➡️ 設備の精度が高く、システムの精度は±12.5μmに達します。
- ➡️ クリーンな加工技術を開発し、比較的厚い基板の外観品質を効果的に改善します。
- ➡️ より小さなキャビティの加工をサポートし、無回転角機能を備え、機械加工のR角の問題を解決します。
- ➡️ CO2加工に比べてテーパ角が小さいです。
- ➡️ 多分割加工機能をサポートし、高精度加工の要求を満たします。
- ➡️ カスタマイズされた廃棄物排出機能をサポートし、自動化加工を実現します。

図に示すように、開口処理を採用する場合、溝加工や切断処理とは異なり、固定されたワークピースに対して落下する素材を処理する必要があります。キャビティ装置では、専用の治具と汎用クランプを使用してこれを実現します。

ワークピースは、真空吸着と四辺のクランプで固定され、左図のAとBの2つのピンで位置決めされます。これにより、製品の落下物が開口された治具を通じて除去されることが保証されます。

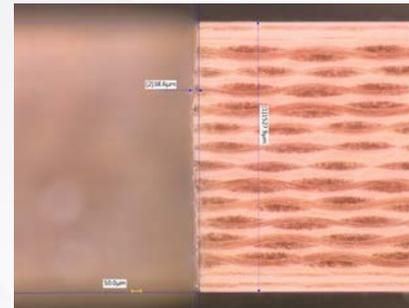
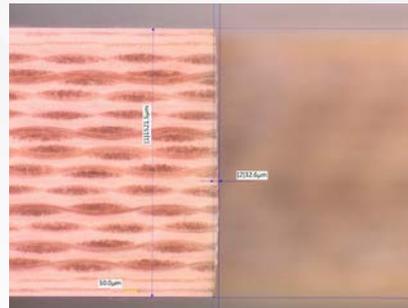
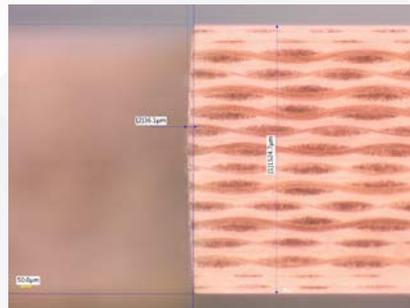
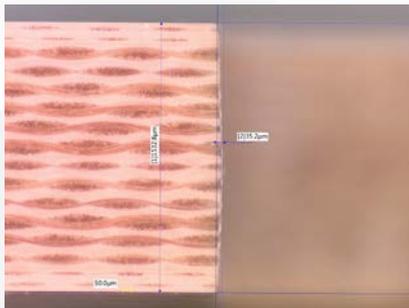


プラットフォーム治具およびクランプ

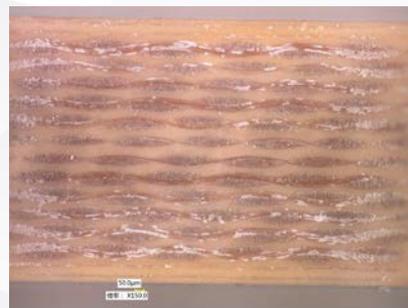
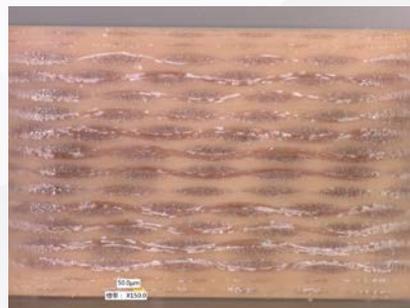
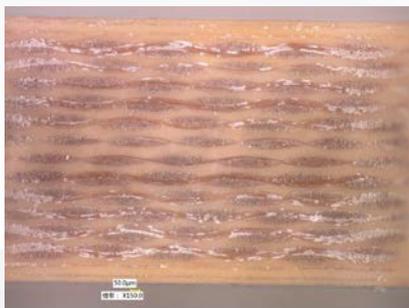


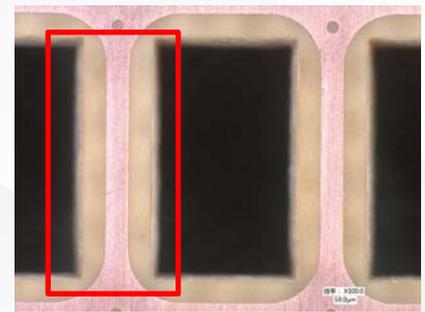
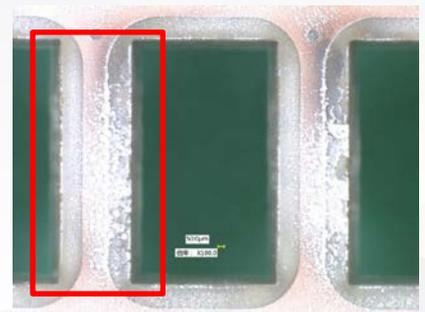
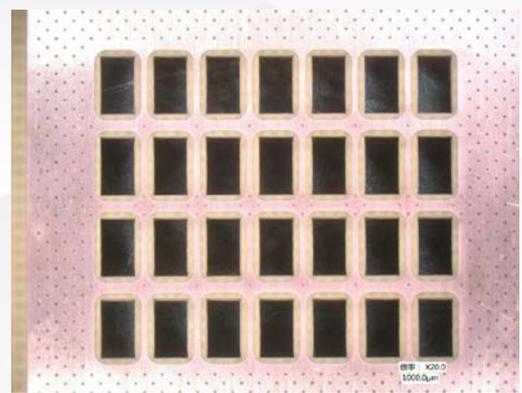
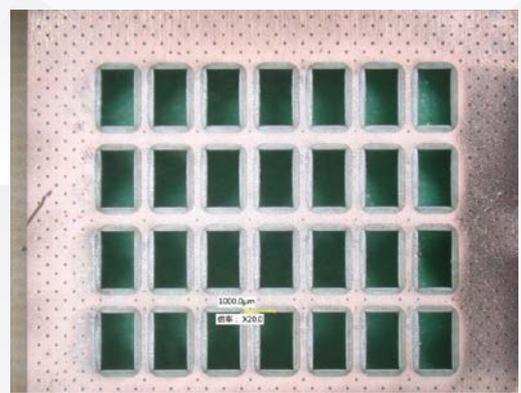
治具の詳細

コーン度 : 150倍の顕微鏡で測定したところ、中央部分が突出しており（腰孔に相当）、約35 μ m程度です。



断面 : 150倍の顕微鏡で測定したところ、断面には炭粉の残留は確認されておりません（レーザー処理後に清潔済み）。





清潔前

清潔条件
20kHz小型超音波洗浄機
純水 (化学薬品無使用)
5分間の洗浄

清潔後

1. $\pm 10\mu\text{m}$ の寸法公差で管理した場合、寸法精度のCPKは1.2以上に達します。
2. $\pm 15\mu\text{m}$ の寸法公差で管理した場合、寸法精度のCPKは1.8以上に達します。
3. 測定データは右表の通りです。

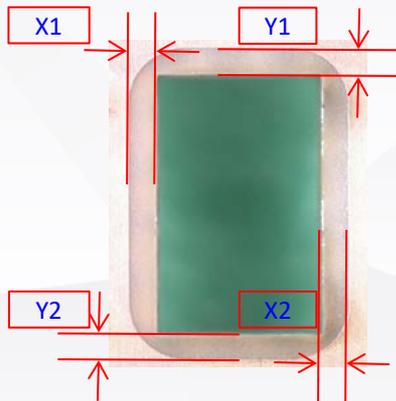
プロジェクト	B面開口		T面開口	
	X	Y	X	Y
M	1200.0	2000.0	1200.0	2000.0
USL (M+10)	1210.0	2010.0	1210.0	2010.0
LSL (M-10)	1190.0	1990.0	1190.0	1990.0
USL (M+15)	1215	2015	1215	2015
LSL (M-15)	1185	1985	1185	1985
MAX	1204.4	2005.3	1204.0	2005.1
MIN	1196.1	1997.5	1194.5	1995.6
Mean	1199.89	2002.06	1199.62	2001.55
Std	2.63	1.86	2.38	2.30
Cp(10)	1.27	1.79	1.40	1.45
Ca(10)	0.01	0.21	0.04	0.16
CPK(10)	1.25	1.42	1.35	1.23
Cp(15)	1.90	2.68	2.10	2.18
Ca(15)	0.01	0.14	0.03	0.10
CPK(15)	1.88	2.31	2.05	1.95

序号	B面開口		T面開口	
	X/ μm	Y/ μm	X/ μm	Y/ μm
1	1199.2	2003.3	1198.5	2003.3
2	1202.0	2003.3	1196.1	1998.4
3	1204.3	2002.4	1200.1	2003.0
4	1200.3	2003.2	1200.2	2002.5
5	1201.8	2003.2	1196.4	2004.7
6	1200.0	2005.3	1201.8	2001.5
7	1196.3	2003.0	1197.2	2002.6
8	1203.8	2002.7	1200.9	2003.4
9	1203.9	2003.7	1202.1	2002.6
10	1201.5	2000.8	1199.5	1999.5
11	1200.9	2004.2	1199.3	1998.8
12	1199.3	2002.8	1197.3	1997.9
13	1202.8	2000.0	1197.1	1999.9
14	1204.4	2000.9	1196.3	2003.6
15	1203.3	2002.1	1194.5	2005.1
16	1202.3	2000.5	1199.2	2000.5
17	1201.9	2000.6	1196.8	2000.5
18	1200.2	2002.4	1200.8	2000.2
19	1198.0	2004.8	1197.2	1995.6
20	1199.4	2001.5	1198.5	2002.7
21	1199.4	2001.7	1204.0	2001.1
22	1196.4	2004.0	1199.4	1997.2
23	1196.2	1999.5	1203.1	2002.2
24	1196.2	2004.8	1202.4	2002.8
25	1196.1	2001.3	1200.2	2002.1
26	1198.0	2000.8	1200.6	2002.6
27	1197.0	1997.5	1200.8	2003.6
28	1199.5	2003.8	1201.8	2004.4
29	1196.8	1998.4	1199.3	2000.1
30	1199.8	1999.8	1202.7	2000.3
31	1198.0	2001.8	1201.7	2004.0
32	1197.6	2001.7	1202.1	2003.0

T面開口						
位置	X1/ μm	X2/ μm	Y1/ μm	Y2/ μm	中心偏移X / μm	中心偏移Y / μm
MAX	207.7	219.4	214.5	211.8	11.6	8.3
MIN	190.3	201.8	196.5	193.1	0.2	0.2
AVG	200.1	210.3	206.7	203.8	5.2	2.8

測定方法の説明：

顧客のプログラムには相対的な基準位置がないため、レーザー切断のエッジからエッチングのエッジまでの距離を基に判定を行います。下の図をご覧ください。



測定データによると、今回のサンプルのT面の位置精度は $\pm 15\mu\text{m}$ 以内です。

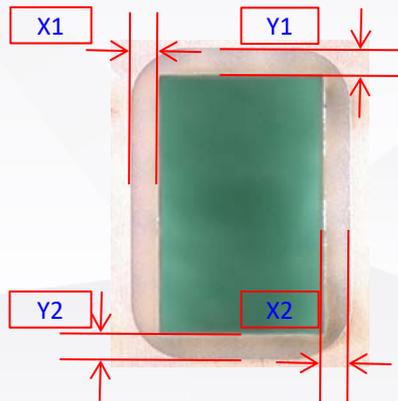
測定データ：

T面開口						
	X1/ μm	X2/ μm	Y1/ μm	Y2/ μm	中心偏移X/ μm	中心偏移Y/ μm
実測値	192.8	209.8	206.0	198.0	8.5	4.0
	192.3	215.5	206.9	199.3	11.6	3.8
	196.5	208.2	207.0	198.2	5.8	4.4
	205.7	205.0	210.3	193.8	0.3	8.3
	196.7	210.2	206.5	200.6	6.8	3.0
	202.4	212.2	210.1	202.2	4.9	4.0
	203.4	212.5	210.3	201.0	4.6	4.7
	199.8	213.0	213.5	201.0	6.6	6.3
	197.9	211.7	203.6	207.8	6.9	2.1
	205.2	207.8	207.8	205.9	1.3	1.0
	194.8	208.7	203.0	206.1	6.9	1.6
	207.7	208.1	209.9	200.1	0.2	4.9
	206.9	211.4	204.7	203.9	2.3	0.4
	201.3	202.0	204.8	193.1	0.3	5.9
	199.5	211.2	201.9	196.2	5.8	2.9
	206.5	201.8	211.8	197.6	2.3	7.1
	206.5	208.9	205.2	205.9	1.2	0.4
	193.7	206.0	205.8	210.5	6.2	2.3
	193.3	207.4	211.1	209.8	7.1	0.6
	201.6	212.8	206.2	203.6	5.6	1.3
	190.3	211.8	205.0	203.2	10.8	0.9
	204.3	210.3	202.8	204.0	3.0	0.6
	202.8	214.2	196.5	210.6	5.7	7.1
	202.0	211.2	205.6	211.8	4.6	3.1
	203.4	209.9	210.2	207.9	3.3	1.1
	201.3	213.9	208.5	208.1	6.3	0.2
	196.0	209.5	204.4	209.2	6.8	2.4
	199.3	213.3	204.1	206.8	7.0	1.4
	202.7	219.4	214.5	206.4	8.4	4.1
	199.5	210.7	204.1	205.2	5.6	0.5
201.6	210.3	205.7	207.5	4.4	0.9	
196.0	209.3	206.5	207.0	6.7	0.3	

B面開口						
位置	X1/ μm	X2/ μm	Y1/ μm	Y2/ μm	中心偏移X/ μm	中心偏移 Y/ μm
MAX	212.2	207.9	217.0	214.2	10.6	13.0
MIN	196.8	185.8	194.5	190.1	0.0	0.1
AVG	203.7	197.8	205.6	201.1	4.2	6.0

測定方法の説明：

顧客のプログラムには相対的な基準位置がないため、レーザー切断のエッジからエッチングのエッジまでの距離を基に判定を行います。下の図をご参照ください。



「測定データによると、今回のサンプルのB面の位置精度は $\pm 15\mu\text{m}$ 以内です。

測定データ：

B面開口						
	X1/ μm	X2/ μm	Y1/ μm	Y2/ μm	中心偏移X/ μm	中心偏移Y/ μm
実測値	211.2	201.9	209.5	200.9	4.6	4.3
	206.8	190.2	207.3	194.4	8.3	6.5
	203.8	190.2	213.9	190.9	6.8	11.5
	208.5	191.9	213.5	193.7	8.3	9.9
	205.6	192.7	213.9	194.1	6.5	9.9
	203.9	194.2	211.8	194.0	4.9	8.9
	212.2	193.8	210.1	190.1	9.2	10.0
	200.4	195.9	207.0	193.3	2.3	6.8
	204.2	197.1	210.3	194.5	3.6	7.9
	204.2	199.5	208.9	198.7	2.3	5.1
	204.9	191.9	206.4	196.9	6.5	4.8
	204.8	193.1	209.1	191.1	5.9	9.0
	207.2	189.4	217.0	191.1	8.9	13.0
	207.0	185.8	211.0	194.0	10.6	8.5
	207.3	188.1	207.7	193.2	9.6	7.3
	205.4	191.4	213.8	195.7	7.0	9.1
	201.7	202.6	197.4	211.9	0.5	7.3
	198.1	205.9	199.8	208.0	3.9	4.1
	201.5	201.0	201.6	204.4	0.3	1.4
	202.4	207.9	204.2	212.0	2.8	3.9
	205.3	201.8	206.3	206.9	1.8	0.3
	207.9	200.8	201.8	205.9	3.6	2.1
	202.6	200.4	204.1	204.3	1.1	0.1
	201.1	203.4	198.4	207.3	1.2	4.5
	200.1	204.9	200.2	201.7	2.4	0.8
	202.0	200.3	194.5	212.4	0.8	9.0
	199.5	203.3	200.6	209.0	1.9	4.2
	200.4	200.4	195.3	211.3	0.0	8.0
	199.5	204.2	194.7	214.2	2.3	9.8
	199.3	202.9	201.4	206.4	1.8	2.5
196.8	203.4	204.5	206.3	3.3	0.9	
203.8	199.1	201.8	206.5	2.4	2.3	

テスト情報：テスト材料寸法：

511×620×1.05 mm

テスト要件：

精度：指状部品の公差 $150 \pm 25 \mu\text{m}$

外観：バリなし、炭化をできるだけ少なく

テスト結果：右図の通り

テストデータ：全板から12か所を抽出し、各位置で6つのデータを測定。レーザー切断エッジから金指エッジまでの偏差は $< 25 \mu\text{m}$ です。

T面20X



B面20X



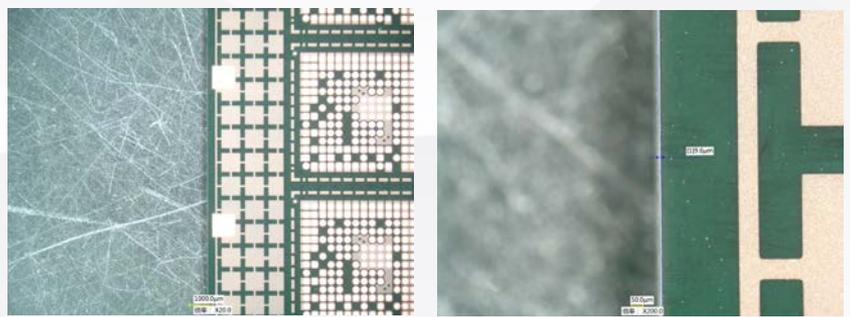
断面200X



断面200X



位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
測定データ	149.21	156.20	151.08	153.97	157.77	155.46	157.03	149.32	155.40	156.41	150.37	157.83
	150.67	152.99	152.86	153.57	155.55	154.49	157.06	150.09	156.63	156.48	150.78	156.08
	147.85	150.36	150.22	153.50	152.15	152.08	155.21	153.51	151.62	157.30	148.33	157.88
	154.66	147.16	151.71	152.95	150.91	155.25	152.69	152.57	148.36	151.23	156.60	149.39
	154.84	152.38	151.50	150.60	151.61	157.04	153.41	155.08	147.90	146.96	156.21	147.78
	153.15	155.70	153.09	149.61	156.40	153.46	156.06	154.92	148.54	148.80	156.63	147.96
AGV	152.92	MAX	157.88	MIN	146.96							
規格中心	150.00	USL	175.00	LSL	125.00							
Ca	0.1169	Cp	2.69	CPK	2.38							

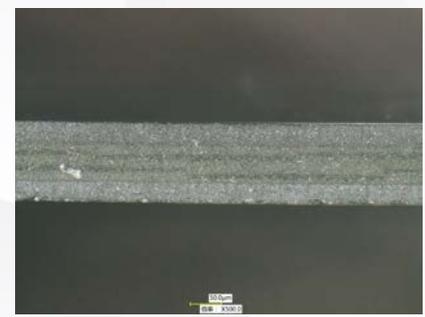


正面

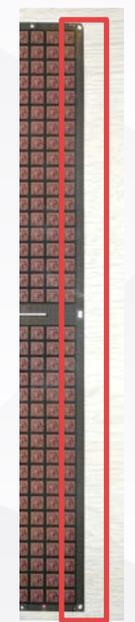


反面

断面

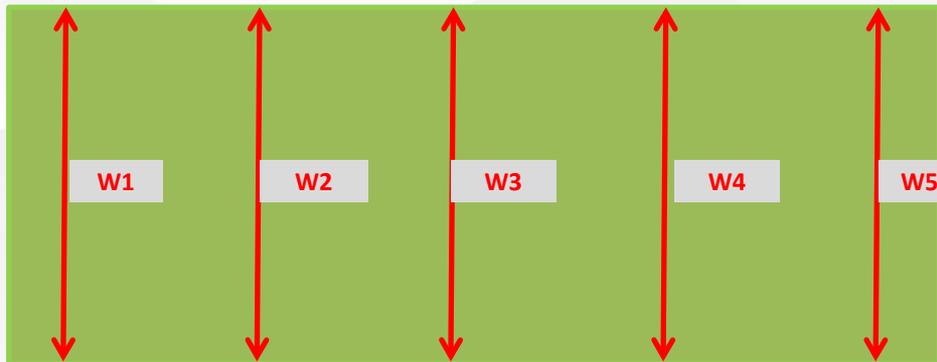


正面

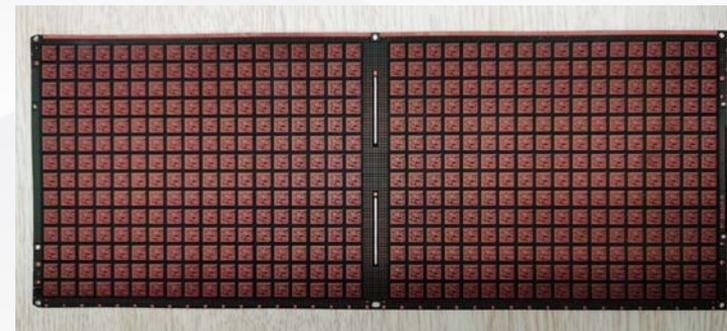


反面

示意图



实板



位置	W1	W2	W3	W4	W5
測定データ (mm)	95.011	95.005	94.997	95.003	95.007
标准値 (mm)	95	95	95	95	95
差异値 (mm)	0.011	0.005	-0.003	0.003	0.007
公差管控 (暂定, mm)	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03
判定	pass	pass	pass	pass	pass
备注					

今回のテストでは、顧客がプログラムを提供しなかったため、角を掴む方法を採用し、基板内に95.025mmの偏移を行ってレーザー作業を実施しました。

THANKS!

お問い合わせ：



〒114-001東京都北区東十条 6 番地5丁目21号

丹波貿易本社ビル

Tel: 03-3901-6333

Email: tamba@tamba-trading.com

