

“ISSN 0389-1550”

電 氣 加 工 技 術

Vol.41 No.127
2017

第 219 回電氣加工研究会
(平成 29 年 5 月 24 日)

一般社団法人 電氣加工学会

電 気 加 工 技 術

第 41 卷 第 127 号

目 次

第 219 回電気加工研究会前刷

- | | |
|---|-------|
| 1. 複雑形状微細穴の電解加工法について | 1 |
| 東京農工大学 | 夏 恒 |
| 2. 電解加工の現状と課題 | 8 |
| 株式会社アクリテック | 小尾 伸昭 |
| 3. 超音波／プラズマ複合援用研削法と Ti-6Al-4V の基礎加工特性 ... | 15 |
| 南方科技大学 | 呉 勇波 |
| 秋田県立大学・大学院 | 李 偲偲 |
| 4. スイス・ポサラックス社における放電加工技術の応用 | 21 |
| エクストリーム株式会社 | 松川 慈典 |

「スイス・ポサラックス社における放電加工技術の応用」

エクストリーム株式会社 営業部
セールスマネージャー 松川慈典

精密で効率的なガラス加工

SACE (Spark Assisted Chemical Engraving) 技術が、ガラス素材への効率的なマイクロ加工方法として工業分野に採用され始めている。この方法はガラス素材の光学的な透明性を確保するだけでなく、バリ、クラックや残渣物のない加工方法である。

ECM (電解加工) が対象となるワークに導電性が必要となる一方、SACE 技術、いわば電気化学加工 (ECDM) は、非導電性への加工を行うために電気と化学を組み合わせる。ECDM の定義が確立していないために、SACE 技術を牽引する Rolf Wüthrich 教授 (Concordia University, Montreal) は、彼が開発中のこの ECDM プロセスを、SACE と呼ぶ。

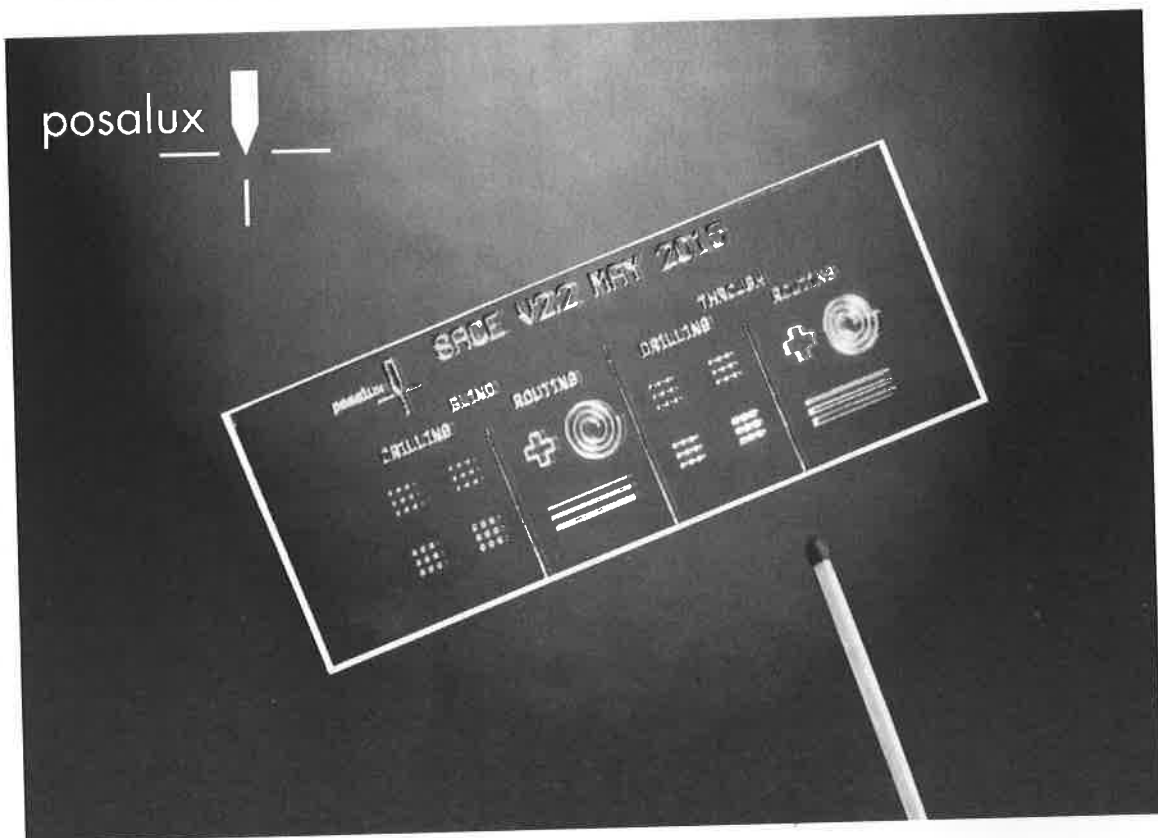
EDM 加工と同様、SACE はスパークを原則とする技術である。しかしながら、SACE の放電は、電流が供給されるとき、電極の周辺に形作られるガス層内でツールと電解液の間で発生する。一方、従来の EDM (放電加工) は、ツールとワークの間で放電を行う。また、SACE のスパークは、EDM のように直接ワークを侵食しない。代わりに、水酸化分子によるワークの高温化学エッチングを促進させるために加工ゾーンを加熱する。電解液の加工ゾーンの温度は、200°C から 600°C の範囲を持たせることが可能である。これはツールへの条件と電解液の選択による。

Wüthrich 教授によれば、SACE はガラスに特に有効である。彼の研究の焦点は、ガラスへの応用であるが、今後セラミックや複合素材への応用も研究対象となる。

微細加工への応用において、SACE はバリがなく、熱変質もほとんどない。また、加工面の粗さは Ra1 μ m 以下であり、これは従来のガラスなどへの脆性材料へのドリル加工では達成が困難である。

ECDM の基本は、1960 年代にさかのぼるが、現在マシンへの装備という点ではようやく進化を開始したところである。Wüthrich 教授は、最近になって業界が興味を持ち始めた理由は

この進化ゆえと語る。



【図1】 Lab-on-chip

この数年、ガラスはいわば真の復活期を迎えている。いくつかのハイテク加工 MEMS または Lab-on-chip デバイス（図1）のような応用において、ガラスはすでに首尾よく利用されている。そのユニークな特徴、つまり光学的に透明であることや化学的耐久性は、バイオセンサーや光学回路において際立って有効となる。また、電波反射が少なくセンサーや無線エネルギー伝送にも適している。

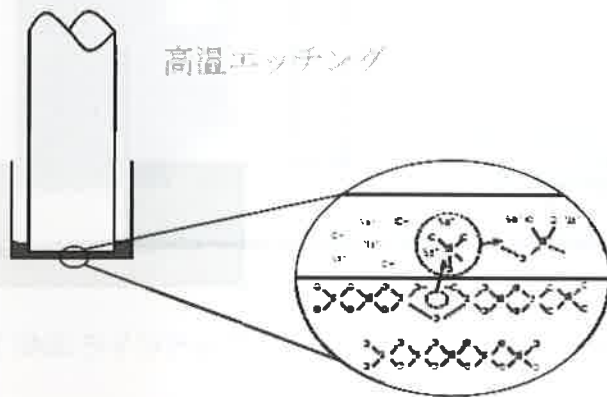
しかし、その硬さと脆さのために、微細加工や高アスペクト構造の加工はむずかしい。

前述の SACE は、Wüthrich 教授とスイス・ポサラックス社で共同開発された微細加工技術である。これは、化学的および熱的加工メカニズムを組み合わせたものであり、この方法によればバリや表面への残渣物を残さずに、素材の光学的な透明性を維持し、10 倍の高アスペクト比でさえ加工が可能である。

SACE は、エッチング技術を基本にしているが、700 μm の深さ孔加工を数秒で行い、100 μm の溝加工も数mmのトリミングカットも可能である。この加工は、従来のエッチングに必要なマスクのような途中の介在物を必要とせず、直接ガラスへの加工が可能である。

万能で卓越した素材としてのガラス

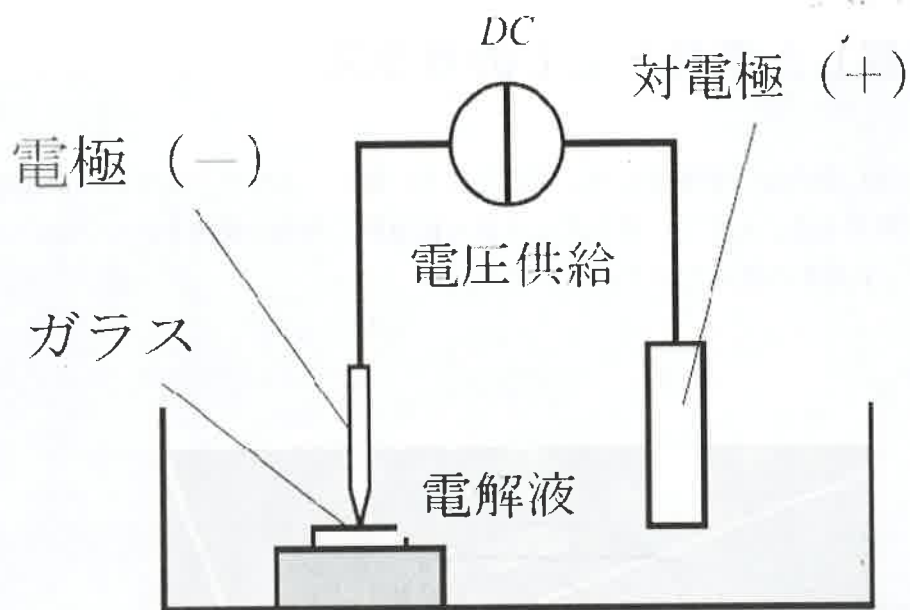
ガラスは多くの他に例のない特徴をもつ。温度と圧力に強く、透明で、化学的に耐食性がある。再生も可能である。ただし、ガラスはあまり技術的応用例に使用されていない。加工がむずかしく、比較的高価なためである。



【図2】 SACE による素材除去：工具周辺のコールドプラズマによる

POSALUX 社は、SACE 技術によるガラス加工方法を提供している。このプロセスでは、ガラスはアルカリ溶解液内で化学的にエッチングされる（図2）。エッチングプロセスを促進し、加工作用を局所的にするため、SACE はマイクロヒートソースを使用する。



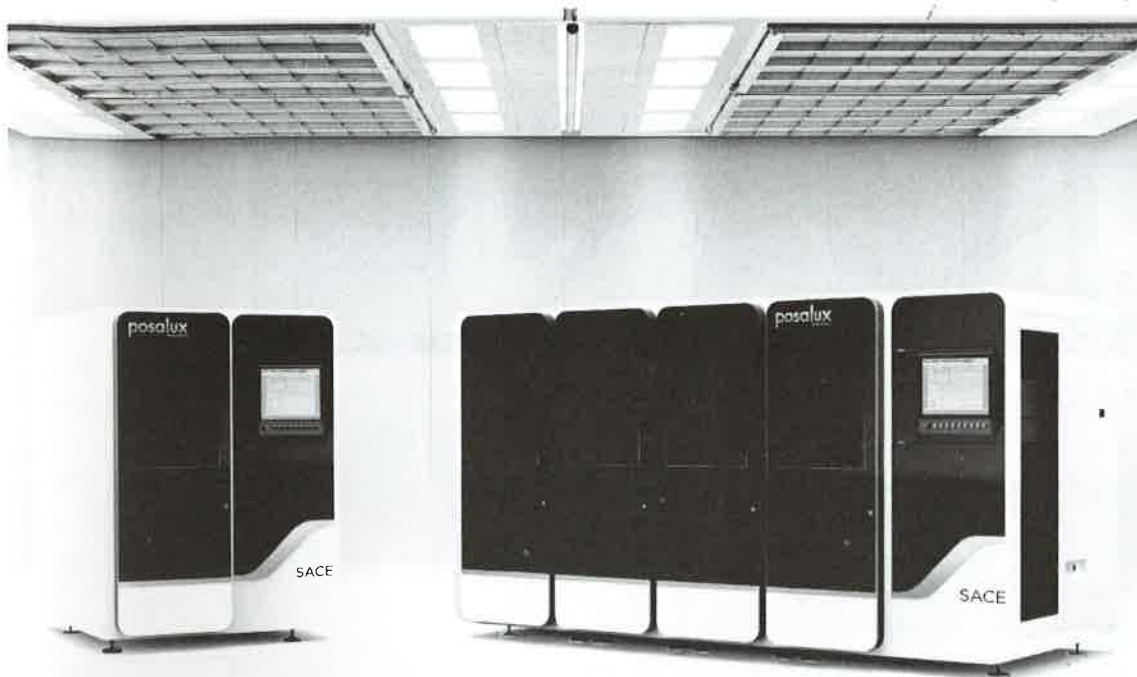


【図3】 SACE プロセス内のコールドプラズマ

このマイクロヒートシステムは、工具周辺に発生する“コールドプラズマ”と呼ばれる（図3）。このプラズマを発生させて、前述の化学的および電氣的加工プロセスを行う。

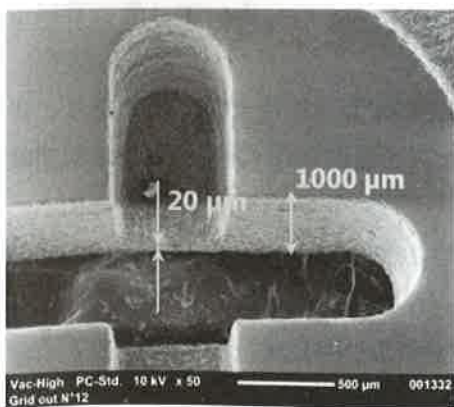
微細加工を制御するためのコールドプラズマ

電解が $1\text{A}/\text{mm}^2$ の高い電流密度で行われると、電極の周辺にコンパクトなガスフィルムを形成することが可能になる。この効果を、SACE では加工工具を成り立たせるために利用する。ガスフィルムが電極に形成されると、工具と電解液との間にスパークが発生し電極工具が 500°C 前後に過熱される。ただし、微細加工の制御のためには、工具温度の制御、ガスフィルムの安定化、ワークピースへの工具の正しい案内など多くの技術的挑戦課題がある。

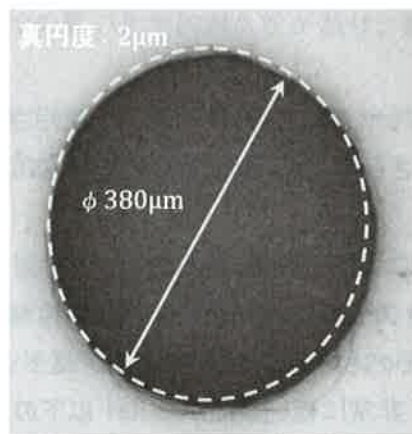


【図 4】 SACE ラインナップ

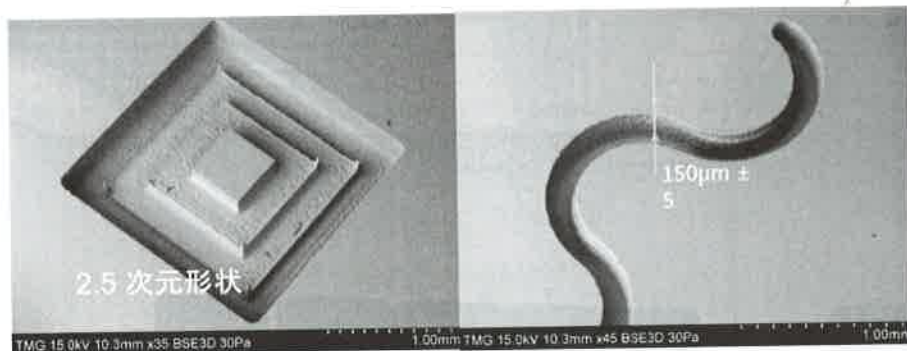
POSALUX は市場の要求に合致するソリューションによっていくつかの SACE マシンを提供する。マシンは 2 つの仕様が可能である。SACE FP1 は、シングルヘッドを持った試作用、一方 SACE HP4 は 4 つのヘッドを持つ量産用である。双方共に高い安定性を持つ。(図 4)



【図 5a】

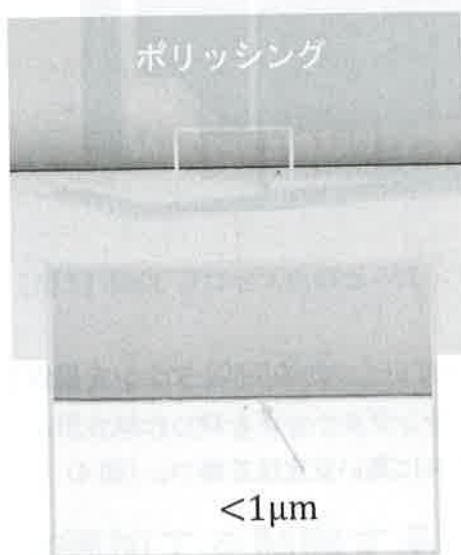


【図 5b】



【図 5c】

【図 5d】

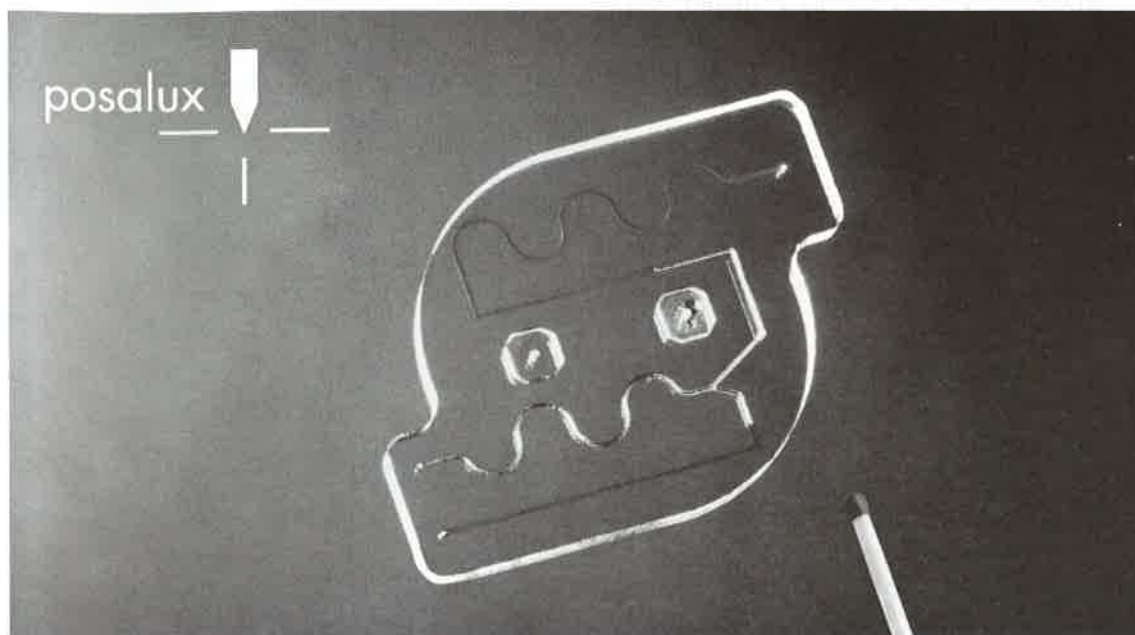


【図 5e】

工具は磨耗が少ないため、工具費は低い。使用される化学品は、カセイソーダであり、処理は容易である。さらに、マシンは幅広い微細加工プロセスを提供する(図 5a, 5b, 5c, 5d, 5e)。

- マイクロドリリング：150 μm から数mm
- マイクロミリング：50 μm の深さで、送り 20 mm/min
- マイクロカッティング：50 μm の深さで、送り 20 mm/min
- ポリッシング：非常に粗い表面から Ra1 以下の滑らかな表面まで

ガラスの応用の拡張



【図 6】

医療業界は、このプロセスの恩恵を受けている。研究用途を 1 つのチップに統合し機能する Lab-on-chip である。例えば、血液検査、ガンや糖尿病の調査や治療である。またその耐腐食性は化学薬品の製造も同様に可能となる。

例えば、3 層のマイクロレイヤーをもつガラスチップは、光学的に透明であり、顕微鏡による観察に適している。さらガラスならではの高い化学的耐久性があり、殺菌が容易である (図 6)。

ガラスはまた、電気光学業界での使用が増えている。プリント基板業界がそうである。SACE 加工であれば、異なる層の基板を孔でつなぐことが可能である。

POSALUX のサポートによる SACE 研究は、現在のプロセス応用をさらに拡張させることを可能にしている。この技術は将来さらに、硬さ、防水性、摩擦、色などのさまざまな見地から、ガラス素材を工業分野に応用することそのものを促進していこう。

参考文献

- 1) Prof. Dr. Rolf Wüthrich and Dipl. Bw (FH) Diana Wingerter:
microPRODUCTION magazine, edition 1/2016, pp. 46-49
- 2) Interview Dr. Rolf Wüthrich at Concordia University in Montreal:
microPRODUCTION magazine, edition 1/2016, p. 45

3) POSALUX SA: Technology overview 30.01.201

4) Willam Leventon:

MICROmanufacturing JULY/AUGUST 2014

