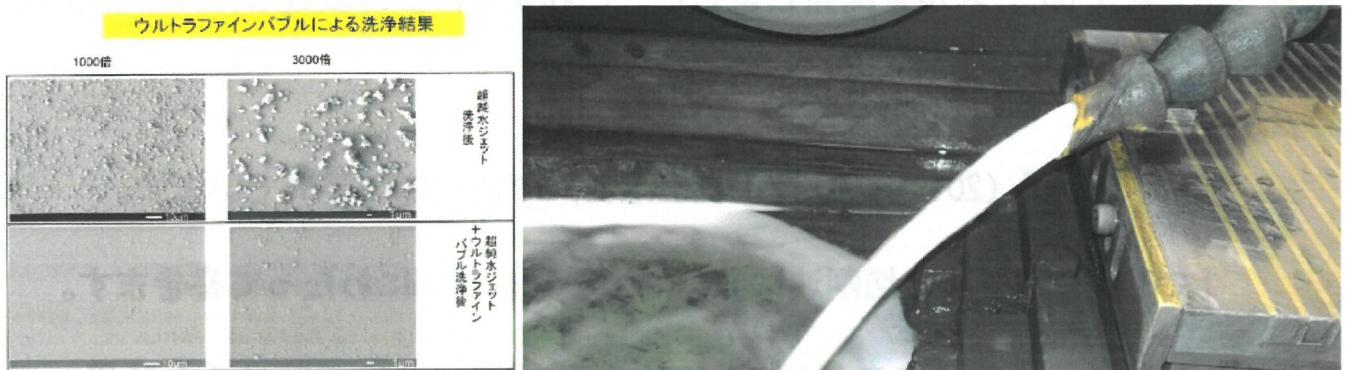


# ファインバブルと工作機械

## OK ノズル使用した応用事例



\*シリコンウェハーの超超鏡面研削加工

\*アルミ切削加工紛:清掃・浄化クーラントタンク

**工作機械**(切削性向上/構成刃先生成を抑制)

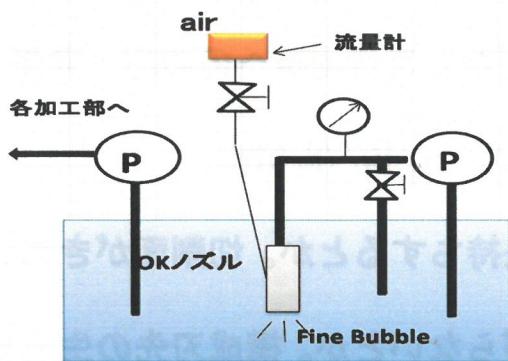


Fig1 クーラントタンク

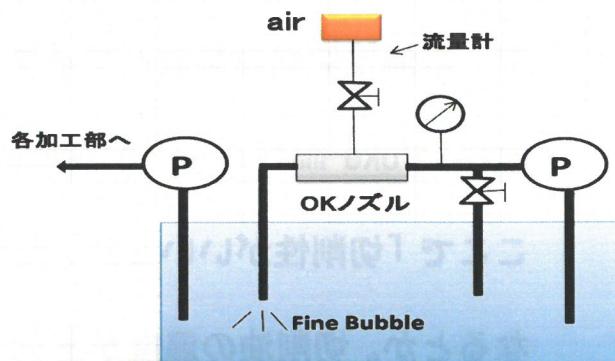


Fig2 クーラントタンク

# ファインバブと工作機械＆その応用事例

2018.11.8

## 1. はじめに

(1) 私は 40 年間、専用工作機械の設計をしてきました。この経験を活かし、ループ流式 OK ノズルを開発しました。これまでに設計製造したループ流式 OK ノズルは、100 種類近くになりました。

OKE ブログ（2011 年 10 月 1 日土曜日）で次の様に書いています。

{マイクロバブルと切削油についての記事を 3 回にわたって書きます。  
こんなに早くマイクロバブルと工作機械関連について載せるとは思っても  
いませんでした。}

●1回目は、2011 年 10 月 1 日土曜日 「78. マイクロバブルと工作機械（1）」  
で、水溶性切削油とマイクロバブルの腐敗抑制効果について

<http://oke-matrix-mb.blogspot.com/2011/10/78.html>

●2回目は、2011 年 10 月 2 日日曜日 「79. マイクロバブルと工作機械（2）」  
で、水溶性切削油削減とマイクロバブルと工作機械への応用・効果  
<http://oke-matrix-mb.blogspot.com/2011/10/78.html>  
ここで「切削性がいいとか。刃物が長持ちするとか。切削面がきれいに  
なるとか。切削油の温度があまり上がらないとか。構成刃先の生成を阻  
害する可能性もありそうです。マイクロバブルが破裂するときの衝撃を  
考えると期待できそうです。マイクロバブルは放熱効果もありそうです。  
研究する価値はあります。」と書いています。

●3回目は、2011年10月7日金曜日 80. マイクロバブルと工作機械（3）

—シリコンウエハーの超超-鏡面研磨加工事例について

<http://oke-matrix-mb.blogspot.com/2011/10/80.html>

「今後、世界的にマイクロバブルが研磨関係に使用されるかもしれません。」

と書きましたが、7年過ぎて今、日本で広がり始めました。

(2) 昨年から工作機械へのファインバブルの利用問合せが増えてきました。効

果が顕著なのはアルミ加工と研削加工です。

今までのOKノズルを使用した応用事例を示します。

ファインバブルの効果は、

- ①アルミ構成刃先の剥離効果：面粗度アップ
- ②切削・研削性の向上：時間短縮、ツール冷却
- ③クーラントタンクのアルミ切削粉の除去
- ④クーラント液の冷却・浄化・腐敗防止
- ⑤水溶性切削油に混入した潤滑油を浮上分離
- ⑥その他

など様々効果があります。

OKノズルを用いた事例を書きます。

## 2. 工作機械関係でのファインバブルの応用事例と広がり

### (1) 効果について

#### ①アルミ構成刃先剥離効果

ファインバブルは、アルミニウム加工時、刃物にできる構成刃先を剥離させ、アルミ製品の面粗度を上げる事ができ、不良率を低下させています。

剥離のメカニズムは、ファインバブル破裂時の力、衝撃波によるものと考えられます。切削時の刃先は 800°C 近くになるのでファインバブルが急激な熱膨張と破裂で構成刃先を剥離していると考えられます。また、ファインバブルによる放熱効果により構成刃先ができにくくなっている可能性もあります。また、ファインバブルが熱膨張し切り刃部に構成刃先が生成できにくい状況（空間）を作っている可能性もあります。今後の研究で解明されるでしょう。

自動車業界では、自動車の軽量化の為、アルミニウム部品が増えていきます。今後、アルミ製品の不良率を下げる為、ファインバブル発生ノズルが工作機械に常備されることが予想されます。

#### ②クーラントタンクの清掃

ファインバブルは、水溶性クーラントタンク内面に発生するバイオフィルムの発生を抑制することができます。自動車部品等のアルミ加工工場では、クーラントタンク内壁にバイオフィルムと共に付着したアルミ加工の微粉除去にもファインバブルが利用されています。

このことによってクーラントタンク内面を清掃するとともにクーラント液を浄化しています。

### ③シリコンウエハーの鏡面研磨

ファインバブルが、研削砥石の切り刃を常に確保することによって面粗度をアップしている。シリコンウエハーの様々な機械加工でOKノズルが使用されている。金属イオンを嫌う工程ではPTFE製OKノズルが使用されている。

加工事例を示す。

#### 7.1 洗浄関連

【応用事例】 60L/min OKノズル

シリコンウエハーの超超鏡磨加工に

ファインバブルを使用

要求される鏡面を簡単にクリアー！

- 数種類の対策をしたが要求される超超鏡面ができず、  
ファインバブルを使用して解決。
- 研削液配管途中にOKノズルを設置。
- 「合格品が供給できることになり、大変喜んでおります。」  
と感謝の言葉を頂いた。
- ファインバブルの破裂の衝撃  
によって砥石の切り刃が常に  
確保され、研削キリコが洗浄  
され必要面粗度が得られた。



### ④小型金型研磨時間短縮

端子用金型の研磨で切り込み量を4μmから7μmにすることが出来ている。こ

れはファインバブルによってキリコが除去され、常に切り刃が確保されているからと考えられる。ファインバブルの発生条件、研削条件を工夫することで加工時間を大幅に短縮できる可能性が出てきました。



## ⑤潤滑油の浮上分離

クーラント液に潤滑油が混じっている場合ファインバブルで浮上分離させ除去しています。

## ⑥水溶性クーラント液の腐敗防止と悪臭抑制

ファインバブルがタンク内の好気性微生物を活性化させることにより腐敗を防止します。

同時に悪臭を抑えることができます。

以上の効果は、クーラントタンク内、もしくは配管途中にファインバブル発生ノズルを設置しファインバブルを発生することで簡単に得られるものです。

私は 40 年間、専用工作機械の設計に携わってきましたので感慨深いものがあり

ます。2000年からマイクロバブルを研究し始めて、日本混相流学会の正会員となり、また、FBIA（一般社団法人ファインバブル産業会）発足当初から会員となり、この間、ファインバブルの研究の流れ、発生器の開発、ファインバブルの計測技術と計測機器の開発を進歩を見てきました。また、ファインバブルの国際規格化もFBIA会員として体験しています。

ループ流式ファインバブル発生OKノズルの研究・開発も進み、発生効率も世界最高クラスのものが出来ました。ナノバブル（ウルトラファインバブル）発生量が、約4億個/mLです。ピーク径：110nm前後です。

この目に見えないナノバブルが、構成刃先の剥離・生成防止、研削性・切削性の向上大きな役割を果たしていると考えられます。

ファインバブルが工作機械分野に普及種初めて6年ほどになりますが、近い将来ブレイクし、工作機械にファインバブル発生ノズルが常設されるのを楽しみにしています。

ファインバブルを利用した研削性・切削性の向上、不良率の低下は、使用すること自体が省エネルギーとなる多角的な効果となります。

(有)OKエンジニアリング 松永 大

<http://ok-nozzle.com/>

### 3. 應用事例 PPT 資料

### 3. 切削関連 OKノズル使用応用事例 PPT資料

①切削性、研削性の向上

②クーラントタンクの清掃浄化

③アルミ切削時の構成刃先剥離

●潤滑油と切削油の分離

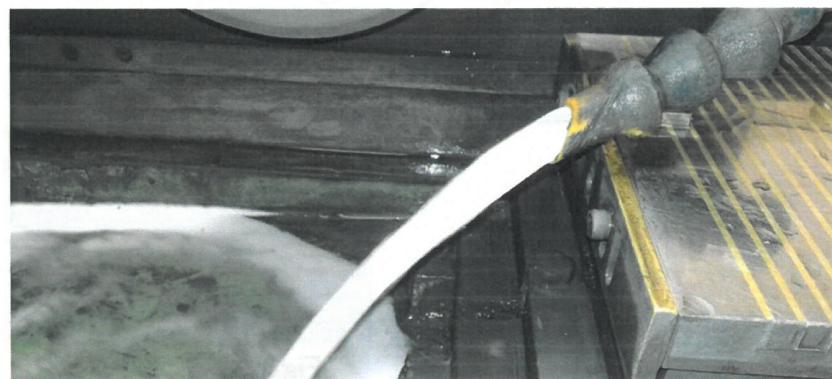
●切削液浄化、腐敗防止

#### 6.9 切削関連

#### 【応用例】ファインバブルで研削性向上(1)佐賀

(1)金型の切込量を $4\mu\text{m}$ から $7\mu\text{m}$ に出来た

①切込量が $7\mu\text{m}$ になり加工時間を短縮した。



## (2) OKノズルを配管途中に設置

### ① OKノズルの設置場所

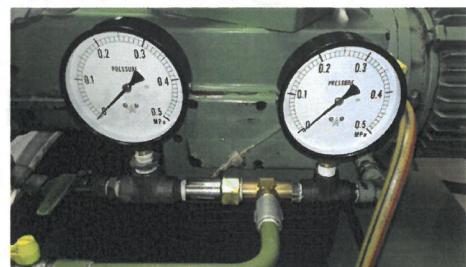
ファインバブルを発生させるのには二通りある。

- クーラントタンク内で循環させ発生させる場合
- 配管途中にOKノズルを入れて発生させる場合

### ②今回の場合は、配管途中にOKノズルを設置

写真のようにOKノズルの前後に圧力計を設け液圧をモニッター出来るようにした。

データ取りに便利。



### クーラント液配管途中に組み込む場合

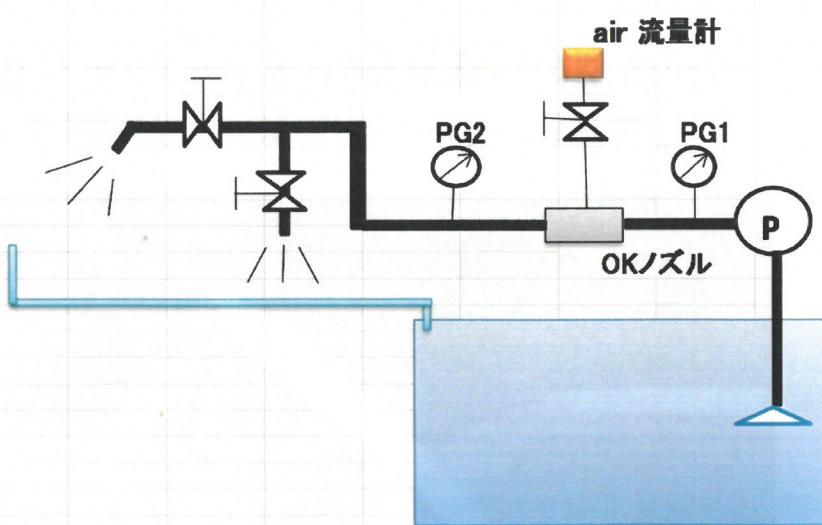


Fig3 クーラントタンク

### 3. 研削性が向上したメカニズム

#### ①砥石の切刃の確保

研磨で切込量を $4\mu\text{m}$ から $7\mu\text{m}$ にたのは、ファインバブルの効果である。常に砥石の切刃が確保されている。ファインバブルが高速で回転する砥石に当たり、破裂した時の力が、砥石に詰まったキリコを剥離していると考えられる。

クーラント液配管途中に組み込む場合

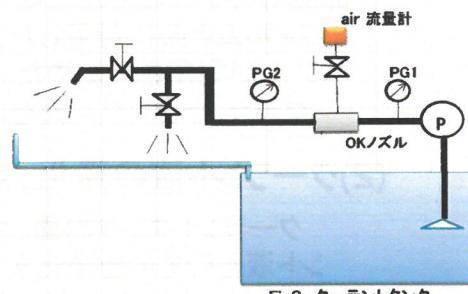


Fig3 クーラントタンク

#### 6.9 切削関連

#### 【応用例】ファインバブルで研削性向上(2) 福岡

**25L/min OKノズル研削加工で効果！**

2018年4月導入 社内で他メーカーのノズルと比較実験

◎切削実験での効果は出ていますでしょうか？

近況をお知らせ下さい。

回答⇒ある一定の条件の元で研削加工にて効果有ります。

具体的な効果は非公開とさせて頂きます。

弊社においてUFBの存在感が日々高まっております。

今後は毎月数台ずつですが、OKノズルを導入できそう  
です。

#### ●加工時間を大幅に短縮

ファインバブルの発生条件、研削条件を工夫することで  
加工時間を大幅に短縮できる可能性が出てきた。

## 6.9 切削関連

**【応用例】クーラントタンクの清掃浄化 広島**

アルミ加工用クーラントタンクに100L/min OKノズル

**(1)アルミ切削紛を除去 — 各タンクに100Lを1個 計6個**

ファインバブルは、水溶性クーラントタンク内面に発生するバイオフィルムの発生を抑制することができる。自動車部品等のアルミ加工工場では、クーラントタンク内壁にバイオフィルムと共に付着したアルミ加工微粉除去にもファインバブルが利用され始めた。

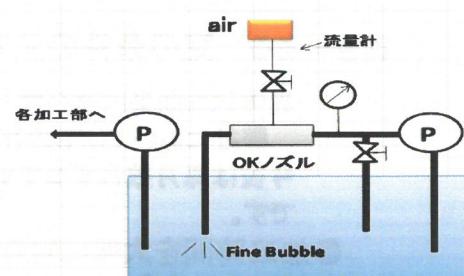
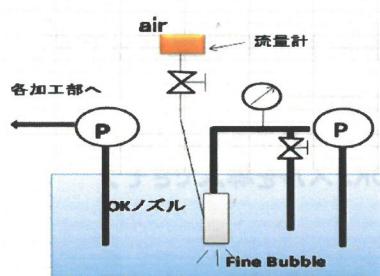
クーラントタンク内面を清掃する。

**(2)クーラント液の浄化、腐敗防止**

クーラントタンク内面、配管内の清掃だけでなく、クーラント液そのものを浄化するとともに、液の腐敗を防止する

**(3)OKノズルをクーラントタンクに 取付**

- 配管端面にOKノズルを取付けて発生させる場合
- 配管途中にOKノズルを入れて発生させる場合



## 6.9 切削関連

**【応用例】構成刃先剥離効果 静岡**

25L/min Okノズルを使用

**(1) アルミ加工時の構成刃先剥離効果**

ファインバブルは、アルミ加工時、刃物にできる構成刃先を剥離させ、アルミ製品の面粗度を上げる事が出来、不良率を低下させてている。

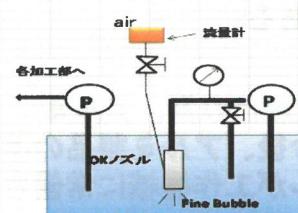


Fig 1 クーラントタンク

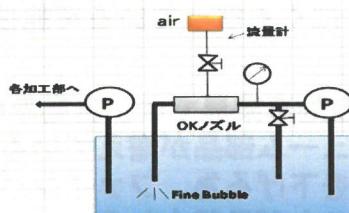
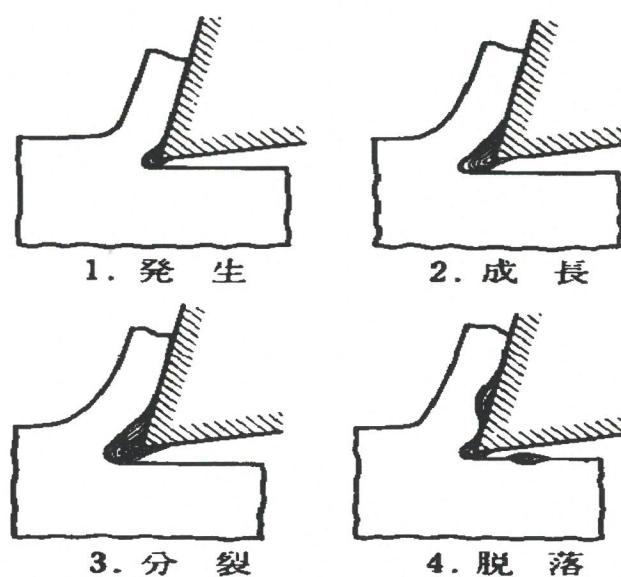


Fig 2 クーラントタンク

**構成刃先の生成**

## (2) 構成刃先の剥離のメカニズム

- ①剥離のメカニズムは、シリコンウエハーコンタミ洗浄で述べたファインバブル破裂時の力、衝撃波によるものと考えられる。
- ②切削時の刃先は800°C近くになるのでファインバブルが急激な熱膨張と破裂で構成刃先を剥離していると考えられる。
- ③ファインバブルによる放熱効果により構成刃先ができにくくなっている可能性もある。

自動車業界では、自動車の軽量化の為、アルミニューム部品が増えている。今後、アルミ製品の不良率を下げる為、ファインバブルが工作機械に常備されることが予想される。

# 2019洗浄総合展

パシフィコ横浜

# 洗净・除菌 事例 OK ノズル使用



\*シリコンウェハーの加工・洗浄に！

\*アルミ切削加工紛:清掃・浄化クーラントタンク

**工作機械**(切削性向上/構成刃先生成を抑制)

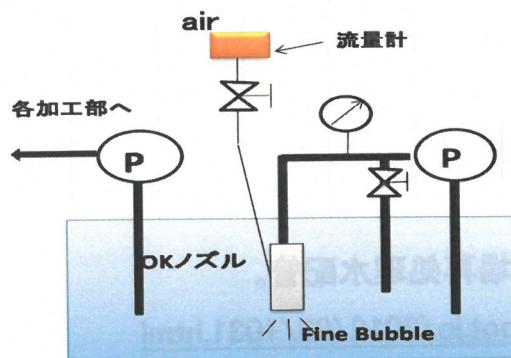


Fig1 クーラントタンク

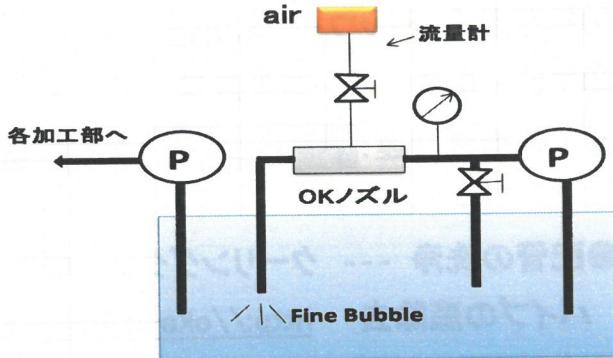


Fig2 クーラントタンク



(有)OKエンジニアリング

# 洗净・除菌関連事例



# (有)OK エンジニアリング

<http://ok-nozzle.com/>

# 目次

## ①矢部先生のシリコンウェハー洗浄のメカニズム解明

(超音波発生器でウルトラファインバブルを発生させて実験)

#### ＜ループ流式OKノズルを使用した事例＞

## ②プレス部品のコンタミ除去--- 不良が無くなる

<http://oke-matrix-mb.blogspot.jp/2012/05/100.html>

### ③ウエハーの超超鏡面研磨--- 時短 不良ゼロ

<http://oke-matrix-mb.blogspot.jp/2011/10/80.html>

④生むきエビの除菌：除菌率90% 鹿児島

## ⑤冷凍魚卵の洗浄・血抜き 北海道釧路

#### ⑥野菜洗浄・除菌 イギリス

#### ⑦新冠温泉 シャワー 北海道

#### ⑧生ビールサーバー自販機

## ⑨工作機械関連：切削・タービン・圧縮機の应用

## ●配管の洗浄 --- クーリングタワーの配管 工場廃水処理水配管

パイプの薙除き <http://oke-matrix-mb.blognet.jp/2012/09/102111.html>

## ● 液冷フィン Ga 除去—— 熱効率を高める

### ●風呂洗済　追い炊きパイプ部の洗済

### ●クリーニング：油分除去 造剤の節約 皮膚製品の洗浄 中を保めない

# 洗浄・除菌関連

## (1)「シリコンウェハー洗浄のメカニズム解明」 矢部先生実験報告

矢部彰先生の肩書

国立研究開発法人産業技術総合研究所名誉リサーチャー

### 参考文献

T. Morimatsu, M. Goto, M. Kohno and A. Yabe: "Cleaning Effect of Nano-Bubbles(1st Report: Minute Particle Contamination)", Thermal Science and Engineering, Vol.12. No.4, pp.67-68 (2004)

### ウルトラファインバブルの洗浄・殺菌効果の メカニズムの可能性を示す図

#### 表面張力による 気泡内部圧力の上昇

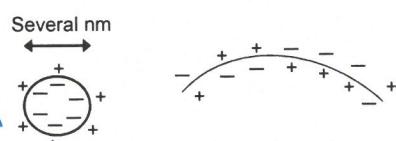
$$\Delta p = \frac{2\sigma}{d} \quad d=100\text{nm in H}_2\text{O} \quad \Delta p=30\text{atm}$$

直径100nmでは  
気泡内外の圧力差が最大で30気圧まで期待される  
水の表面張力がある場合、バブルの中の圧力は高い  
(界面活性剤の場合、表面張力が小さいため  
ウルトラファインバブルは普通に存在する)



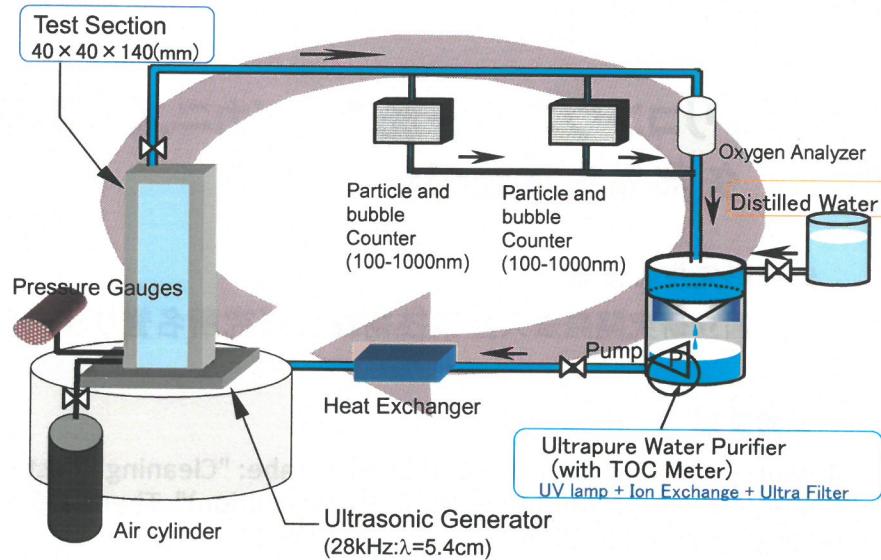
気泡崩壊に伴う圧力波  
力学的な汚れの剥離・洗浄効果  
比表面積が大きいことによる  
物体の表面汚れへの付着

分子動力学の解析結果より  
直径が数nmの気泡では  
気液界面の電気的極性が揃う



界面の静電効果による石鹼・殺菌作用等が期待される

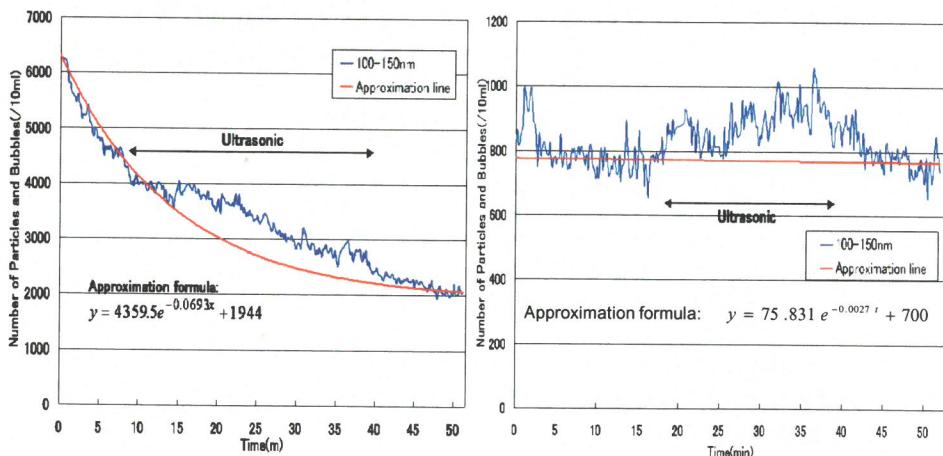
### 実験装置概要図



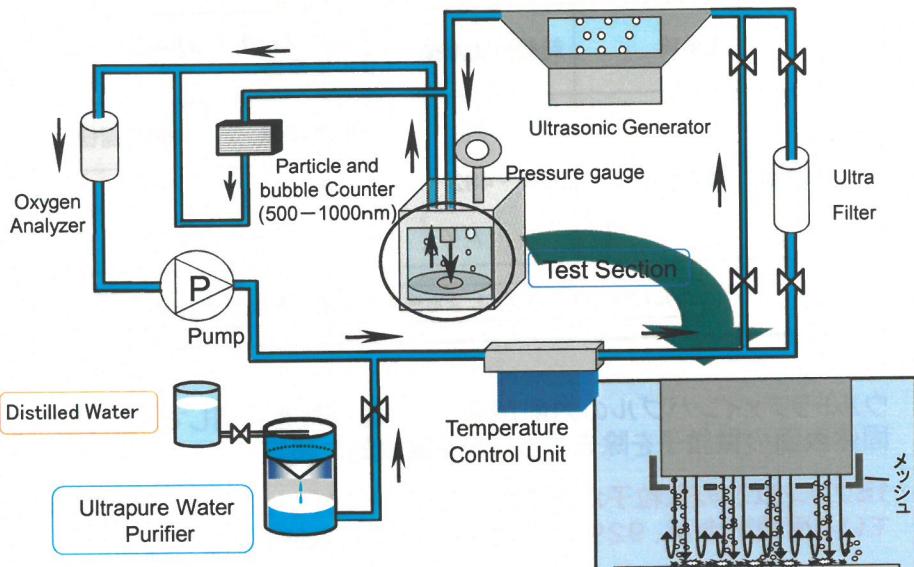
### 微粒子及び気泡增加数の算出方法

微粒子及び気泡数時間変化の近似式:  $y = ae^{-bt} + c$

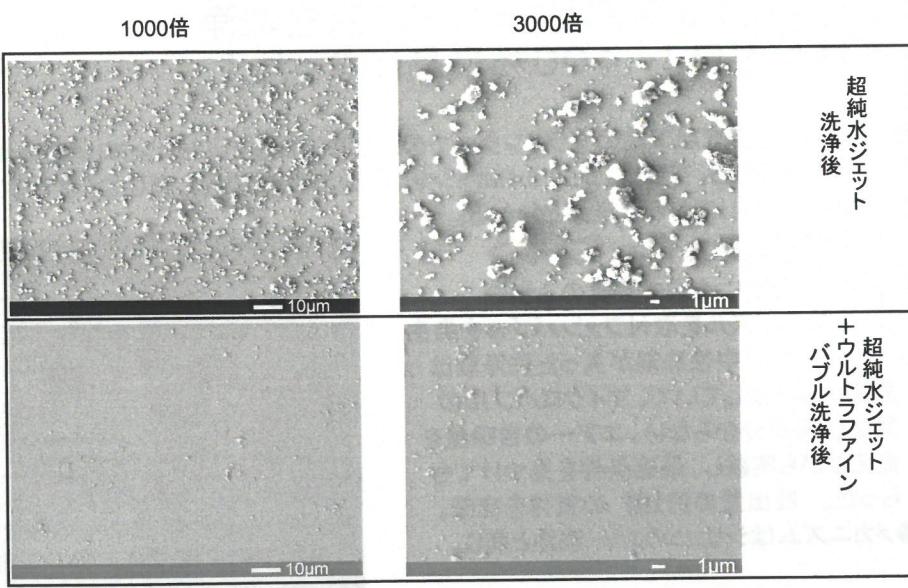
$y$ : 微粒子及び気泡数  
 $t$ : 経過時間



### 洗浄実験概要図



### ウルトラファインバブルによる洗浄結果



### 洗浄効果

	洗浄前	超純水洗浄後	超純水ジェット+ウルトラファインバブル洗浄後	
			1000倍画像	3000倍画像
面積	359~472 $\mu m^2$	320~482 $\mu m^2$	28.65 $\mu m^2$	37.33 $\mu m^2$
ウルトラファインバブルによる洗浄率：面積割合で 92.13%				

ウルトラファインバブルの内部が高圧になる特性を利用して、圧力波により固体表面の微粒子を除去する効果を実験的に検証

1ミクロン以上の微粒子が除去され観察されなくなったこと、また、洗浄できている面積割合が、92%に到達することを明らかにした

### 【応用事例】 20L/min OKノズル

自動車用プレス部品のコンタミ除去洗浄  
不良品ゼロ！ 100%良品になった！

- プレス打ち抜き加工品のグラインダーでのバリ取り工程で出たコンタミが製品に強く付着(刺さる)している。ブラッシング・0.4MPaシャワー洗浄除去装置に通しても落ちないものが1~2割あり、塗装してから不良品と分かる。

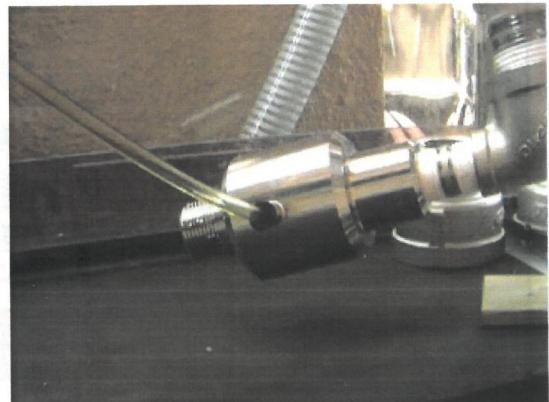
#### ＜対策にファインバブル＞

- 500Lの洗浄タンク内で写真のように20L/minOKノズルを取り付ファンバブルを発生。
- 500Lタンクに中性洗剤が入った洗浄液は最初から白濁していて、マイクロバブルの発生状況が分からず。エアーの自吸量を変えながら実験し、最適条件を見つけてもらった。吐出量の約1割の気体を自吸。
- メカニズムはシリコンウェーハー洗浄と同じ。



## 【応用事例】 60LOKノズルシリコンウェハーの超超鏡磨加工に ファインバブルで要求される鏡面を簡単にクリアー！

- 数種類の対策をしたが要求される超超鏡面ができず、  
ファインバブルを使用して解決した。
- 研削液の配管途中にOKノズル)を設置。
- 納品後、9日目で「合格品が供給できるこ  
と になり、 大変喜んでおります」と感謝の  
言葉を担当技術者から頂いた。
- ファインバブルの破裂の衝撃 によって  
砥石の切り刃が常に確保され、また、研削  
キリコが洗浄され必要な超超鏡面面粗度  
が得られたものと考えられる。



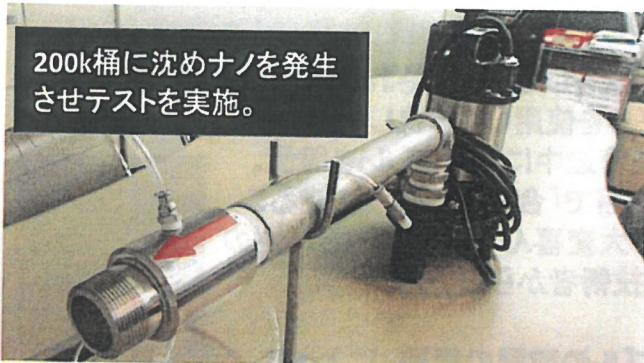
## 【応用事例】 100L/min OKノズル 実験 2014年3月28日 生むきエビの除菌 (鹿児島の企業が実験)

### 1. 実験装置： ファインバブル発生装置(100L/min OKノズル)

- ・水の流れを層流にするためストレート部を設ける。
- ・OKノズルにかかる水圧は約0.1MPa



## 2. 下記データは比較の為の実験前のもの



3/12 ピーズガード殺菌

試料（ブラックタイガー）	細菌数		効果 ↓ -52% -79%
初発	$2.9 \times 10^5$	290,000	
ピーズガード 噴霧200ppm	$1.4 \times 10^5$	140,000	
ピーズガード 浸漬200ppm	$6.0 \times 10^4$	60,000	

## 3. フайнバブルだけでも除菌効果

### (1) 洗浄方法 : 実際の製造工程で実験

①真水浸漬 ②UFB浸漬 ③ファインバブルを発生・オーバーフロー の3工程  
(200L桶に13kgの生エビ) 各工程時間は5分間。計15分。  
ファインバブルだけで殺菌効果を發揮するのか、5月20日以降繰り返し  
テストした。ブラックタイガーとバナメイエビ。

### (2) 結果

- ①5月29日までは約80%台の除菌であった。
- ②6月4日実験ブラックタイガー: 87%除菌 (洗浄工程は同じ)
- ③6月12日実験ブラックタイガー: 94%除菌 (洗浄工程は同じ)
- ④ファインバブルを発生させながら循環/オーバーフローの時は次亜塩素酸ナトリウムは使用しないほうが良い。塩素の脱気が起こる。作業者が臭いと目に痛みを訴えた。

(3) UFBの除菌・殺菌メカニズムの科学的解明が急がれる。

**【応用事例】 100L/min OKノズル  
冷凍魚卵の洗浄・血抜き**

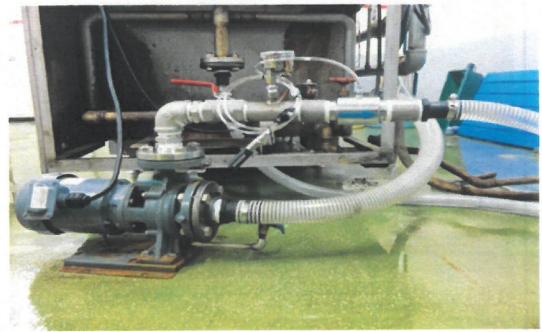
(北海道釧路)

1. 洗浄装置と条件

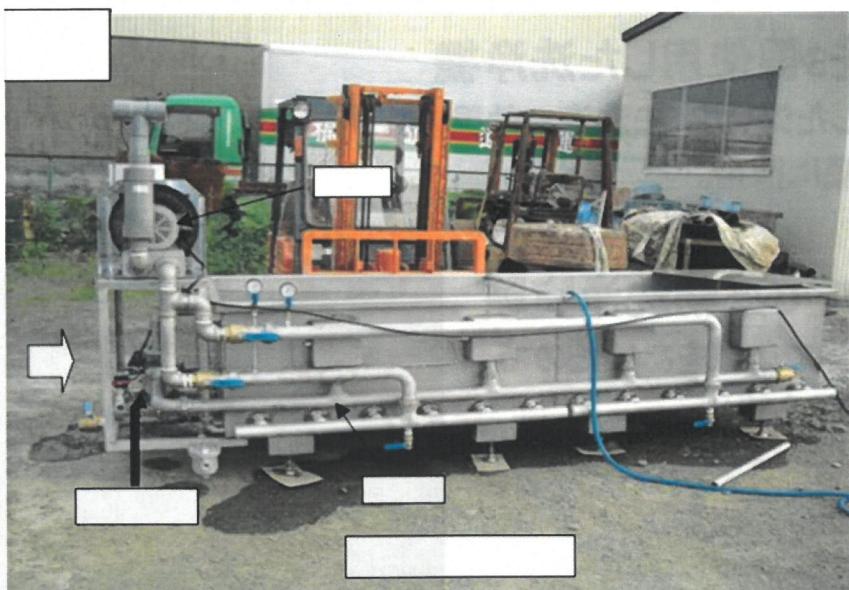
- ①海水塩分濃度約0.3%
- ②洗浄装置は写真のもの。タンク底からスチーム噴出
- ③ポンプのMAX水圧は約0.15MPa。OKノズルは写真の位置。
- ④ファインバブル発生は、ほんのり薄く白濁する程度

2. ファインバブル洗浄の効果

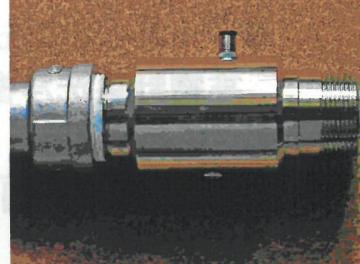
- ①洗浄時間を短縮できた。
- ②卵の崩れがなく歩留まりがいい。
- ③作業者の話では、水が柔らかくなり、プロテインの泡が多量に発生。



**魚卵洗浄装置**



100L/min OKノズル

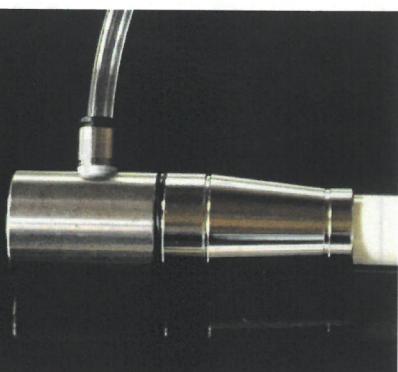


## 【応用事例】野菜洗浄 イギリス

- (1) ジャガイモ洗浄機 7L/min OKノズルを10個  
 ● クボミの土、砂を落とす目的で採用



7L/min OKノズル



## 【応用事例】野菜洗浄 イギリス

- (2) 100Lノズルを3個使用した洗浄機

● 7Lを10個使用したジャガイモ洗浄で効果をあげたので、大型のジャガイモ洗浄機に採用。

- (3) 300LOKノズルで葉物洗浄実験

● ジャガイモの洗浄で効果をあげたので葉物野菜洗浄機にも使用。

- (4) 食器の除菌洗浄実験

300LOKノズル



## 【応用事例】 新冠温泉にファインバブル

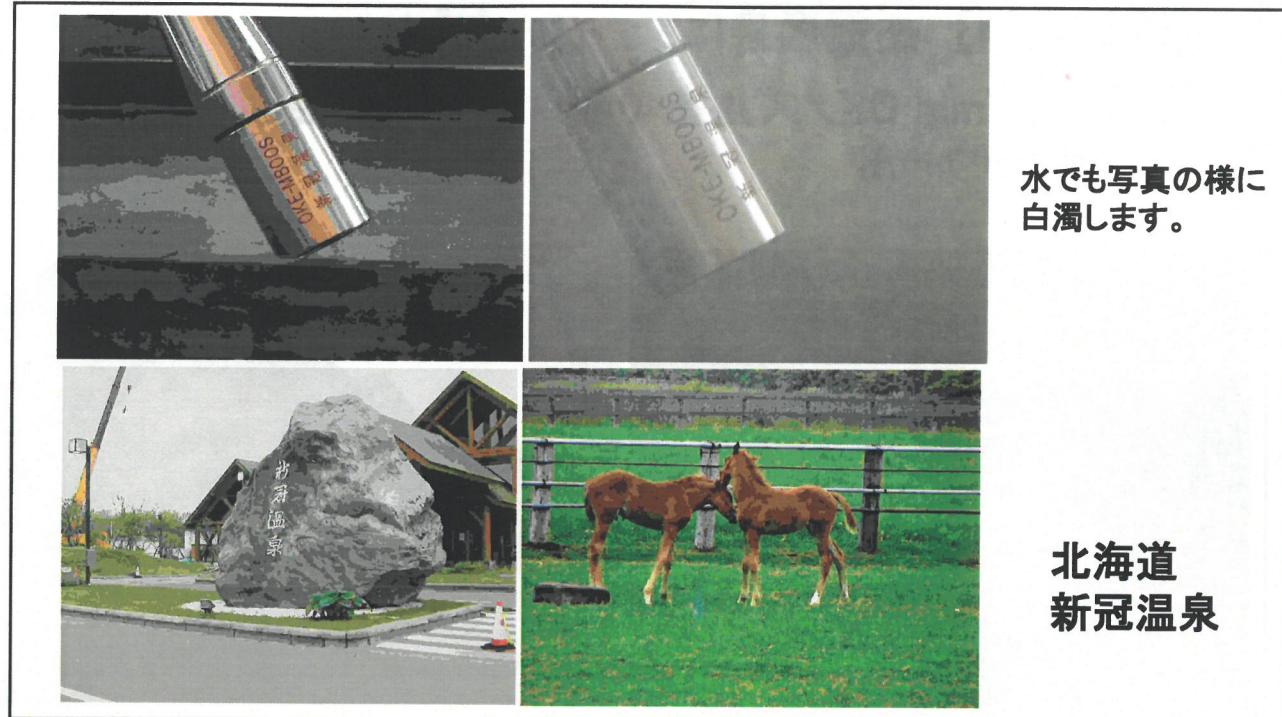
(1) 15L /min OKノズルを40個  
●シャワー用

北海道 新冠



(2) OKノズル3種類から15L /minを選択



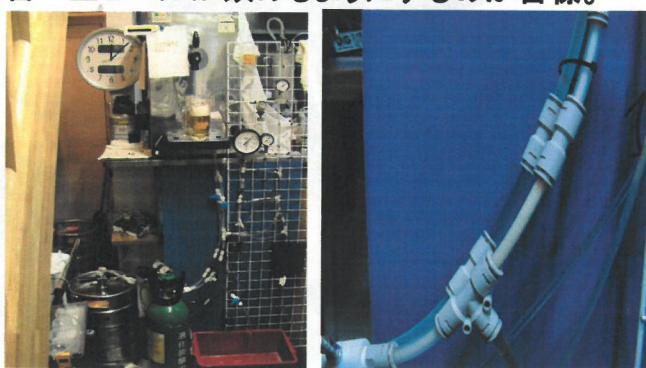


## 【応用例】生ビールサーバー自助洗浄

●2015年「ものづくり補助事業」  
「FBで生ビールサーバー自助洗浄システムの開発」

### (1) 実験目的

夏場、週に2、3回の洗浄を減らすこと。約1ヶ月近く洗浄無しでも旨い生ビールが飲めるようにするのが目標。



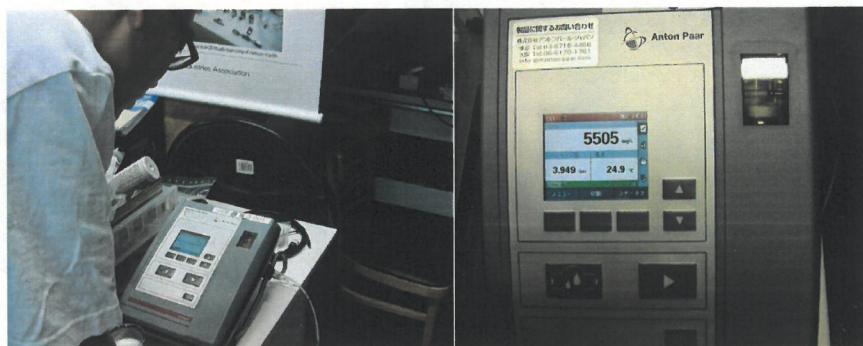
## (2) フайнバブルを通した効果

①パイプの洗浄力がある

数ヶ月洗浄無しでジョッキ内にコンタミ無し。

②OKノズルを通すと、20ppmの炭酸ガス濃の数値が下がった。(計測流量数百mL/minで)

③ビールの味もまろやかになっている



## (3) 二酸化炭素濃度が下がる原因

①CO<sub>2</sub>がウルトラファインバブルに

OKノズルを通すとビール流量は数百mL/minだが、この時、CO<sub>2</sub>測定器で測ると約20ppmCO<sub>2</sub> 濃度が低い。CO<sub>2</sub>測定はアントンパール製のビール専用炭酸ガス濃度計で行なったが、測定中、目に見える泡は無い。

②実際にジョッキに入れる時は、OKノズルを流れるビール流量は数L/minなので、もっと多くのCO<sub>2</sub>がウルトラファインバブルとなっている可能性が高い。

③生ビールをジョッキに注いだ後、1時間後でもジョッキの底から多くの泡が出ていることから判断すると、計測中に消えたbCO<sub>2</sub>はウルトラファインバブルなっていることを裏付けているようだ。

#### (4) ビールの味もまろやか

①これは、OKノズルを通して消えた炭酸ガス（ウルトラファインバブルになった？）と関係があると思われる。



- ②実験中に多くの人に生ビール試飲（サッポロ黒ラベル）  
 「まろやか」「刺すような感じがない」「うまい」「藏出しの味に似ている」「ビールはあまり飲めないが、これは飲める」「いつまでも炭酸が抜けない」との感想。  
 ③味がまろやかになる原因の解明を産総研と共に進行中  
 ④生ビール用OKノズルの取付位置は写真を参照。



## 工作機械:切削関連 OKノズル使用

- ①切削性、研削性の向上
- ②クーラントタンクの清掃浄化
- ③アルミ切削時の構成刃先剥離
  - 潤滑油と切削油の分離
  - 切削液浄化、腐敗防止

### 【応用例】ファインバブルで研削性向上 佐賀

- (1)金型の切込量を $4\mu m$ から $7\mu m$ に出来た  
①切込量が $7\mu m$ になり加工時間を短縮した。



## (2) OKノズルを配管途中に設置

### ① OKノズルの設置場所

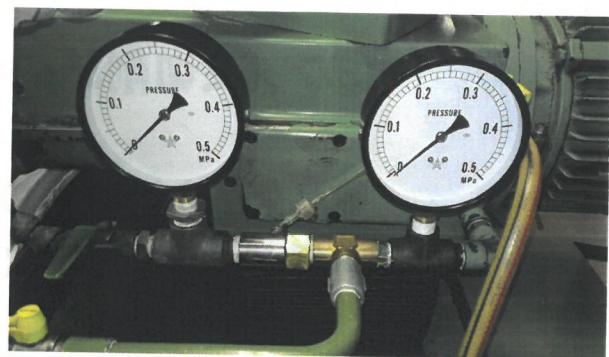
工作機械応用でファインバブル発生方法は二通りある。

- クーラントタンク内で循環させ発生させる方法

- 配管途中にOKノズルを設置しファインバブルを発生させる方法

### ② 今回の場合は、配管途中にOKノズルを設置。

配管途中の場合OKノズルの前後に圧力計を設け液の差圧をモニターする。



クーラント液配管途中に組み込む場合

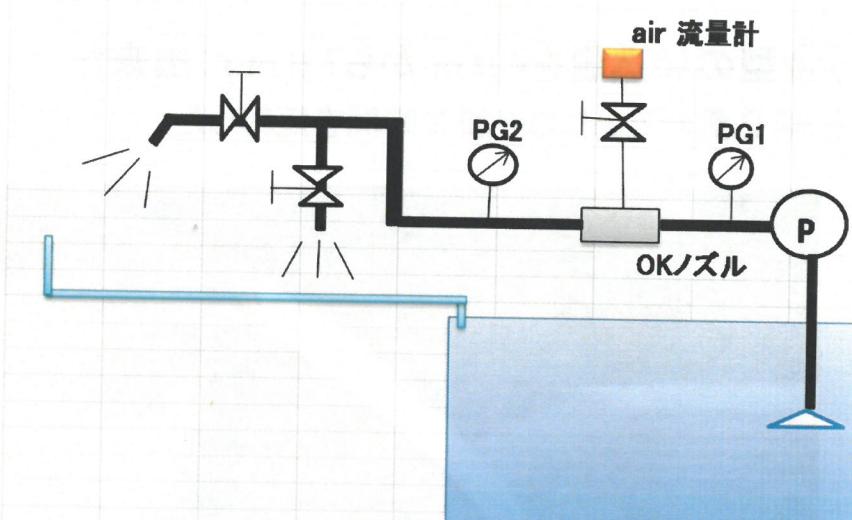


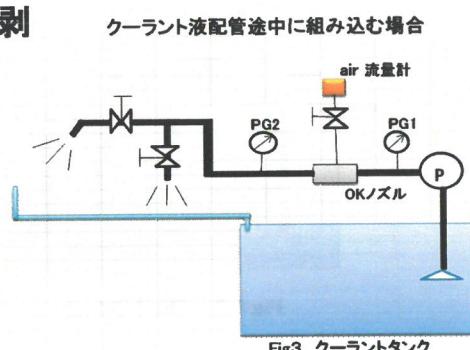
Fig3 クーラントタンク

### 3. 研削性が向上したメカニズム

#### ①砥石の切刃の確保

研磨加工で切込量を $4\mu\text{m}$ から $7\mu\text{m}$ を可能にしたのは、ファインバブルの効果である。常に砥石の切刃が確保されているからである。

ファインバブルが高速で回転する砥石に当たり、破裂した時の圧力波が、砥石に詰まったキリコを剥離しているからと考えられる。



#### 【応用例】 クーラントタンクの清掃・浄化 広島

アルミ加工用クーラントタンク清掃・浄化に100L/min OKノズル

##### (1)アルミ切削紛を除去 — 各タンクに100L/min OKノズルを1個 計6個

ファインバブルは、水溶性クーラントタンク内面に発生するバイオフィルム等の発生を抑制することができ、クーラントタンク内面を清掃する。

自動車部品等のアルミ加工工場では、クーラントタンク内壁にできたバイオフィルムとそれに付着したアルミ加工微粉除去にもファインバブルが利用され始めた。

##### (2)クーラント液の浄化、腐敗防止

ファインバブルは、クーラントタンク内面、配管内の清掃だけでなく、クーラント液そのものを浄化するとともに、液の腐敗を抑制・防止する。

### (3)OKノズルをクーラントタンクに 取付

- 配管端面にOKノズルを取付けて発生させる場合
- 配管途中にOKノズルを入れて発生させる場合  
のイラストを下記に示す。

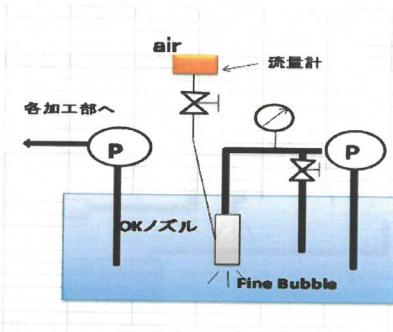


Fig1クーラントタンク

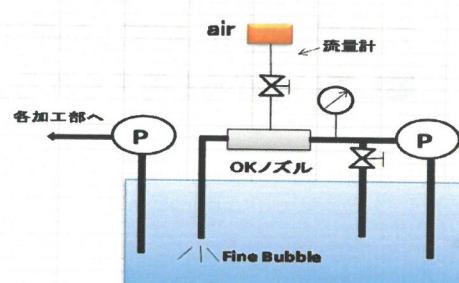


Fig2クーラントタンク

### 【応用例】ファインバブルで研削性向上(2) 福岡

**25L/min OKノズル研削加工で効果！2018年4月導入**

＜他メーカーのノズルと比較実験の結果：OKノズル採用決定！＞

◎切削実験での効果は出ていますでしょうか？採用近況をお知らせ下さい。（メールで）

回答⇒ ・ある一定の条件の元で研削加工にて効果有りです。  
・具体的な効果は非公開とさせて頂きます。  
・弊社においてUFBの存在感が日々高まっております。  
・今後は毎月数台ずつですが、OKノズルを導入できそうです。

#### ●加工時間を大幅に短縮

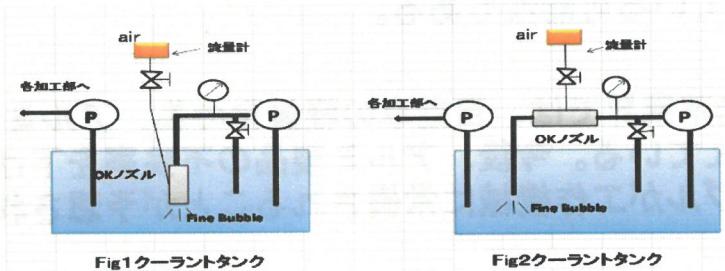
ファインバブルの発生条件、研削条件を工夫することで加工時間を大幅に短縮できる可能性が出てきた。

## 【応用例】アルミ構成刃先剥離効果 静岡

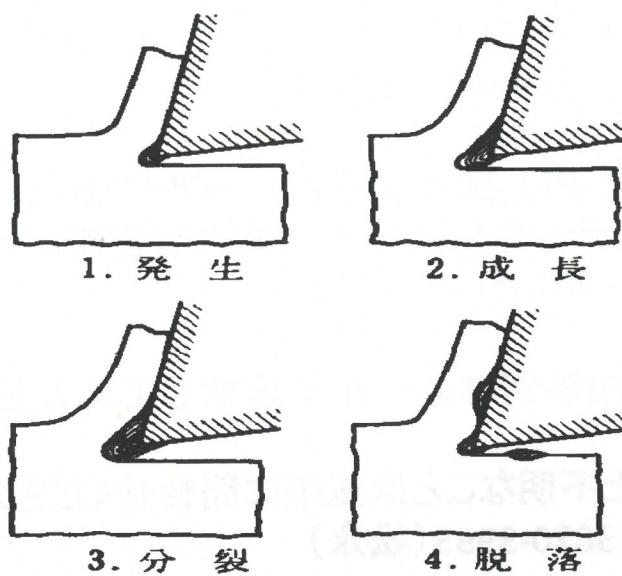
25L/min Okノズルを使用

### (1) アルミ加工時の構成刃先剥離効果

ファインバブルは、アルミ加工時、刃物にできる構成刃先を剥離させ、アルミ製品の面粗度を上げる事ができ、不良率を低下させている。



### 構成刃先の生成



## (2) 構成刃先の剥離のメカニズム

- ①剥離のメカニズムは、シリコンウェハーコンタミ洗浄で述べたファインバブル破裂時の衝撃波によるものと考えられる。
- ②切削時の刃先は800°C近くになるのでファインバブルが急激な熱膨張と破裂で構成刃先を剥離していると考えられる。
- ③ファインバブルによる放熱効果により構成刃先ができにくくなっている可能性もある。

自動車業界では、自動車の軽量化の為、アルミニューム部品が増えている。今後、アルミ製品の不良率を下げる為、ファインバブルが工作機械に常備されることが予想される。

(1) 洗浄・除菌以外の分野については新ホームページを見てください。

<http://ok-nozzle.com/>

(2) 「会社案内」請求は下記メールに連絡ください。  
PDFデータをメールに添付します。

[oke@s3.dion.ne.jp](mailto:oke@s3.dion.ne.jp)

(3) 他の応用事例はメールで請求してください。

技術的なこと不明なことは気楽に問合せください。

携帯:090-3620-3995(松永)