

ファインバブルと工作機械

OK ノズル使用した応用事例



* シリコンウエ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)

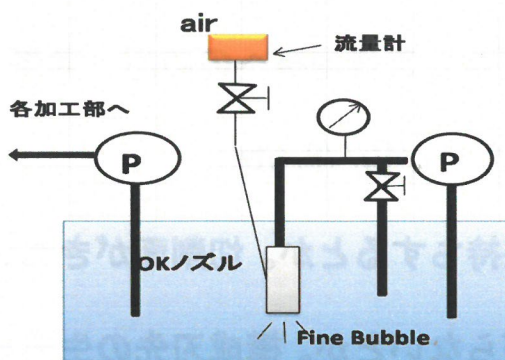


Fig1クーラントタンク

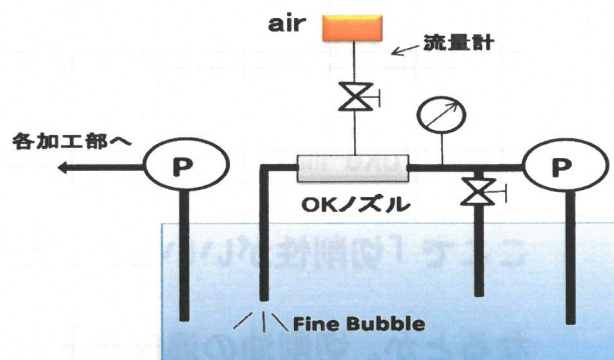


Fig2クーラントタンク

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そうです。」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来ました。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リミ切削粉の除去
- 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℃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 $4\mu\text{m}$ から $7\mu\text{m}$ にすることが出来ている。こ

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で出来ました。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. 応用事例 PPT 資料

3. 切削関連 OKノズル使用応用事例 PPT資料

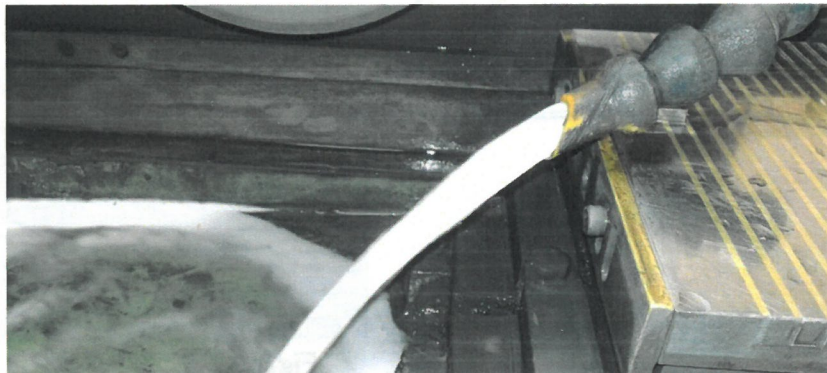
- ①切削性、研削性の向上
 - ②クーラントタンクの清掃浄化
 - ③アルミ切削時の構成刃先剥離
- 潤滑油と切削油の分離
 - 切削液浄化、腐敗防止

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

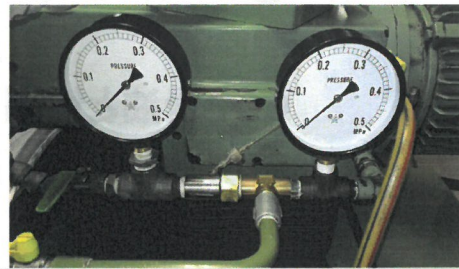
ファインバブルを発生させるのには二通りある。

- 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

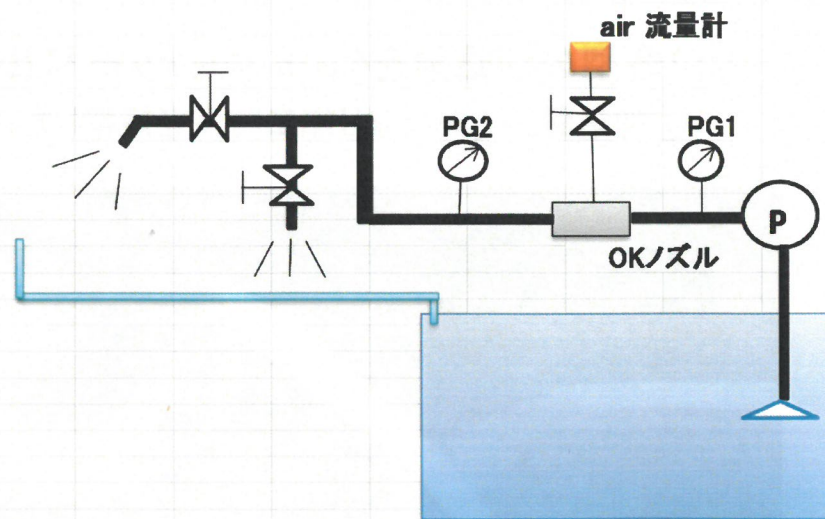
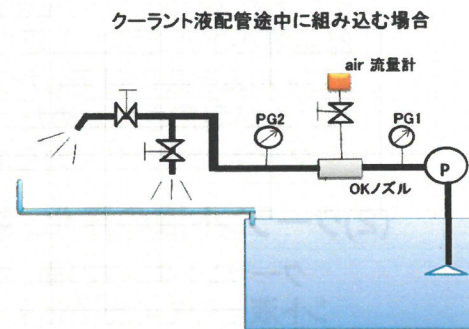


Fig3 クーラントタンク

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。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。



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いただきます。

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)アルミ切削粉を除去 — 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まる。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

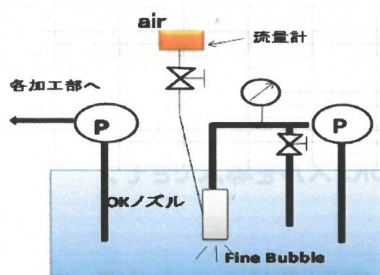


Fig1クーラントタンク

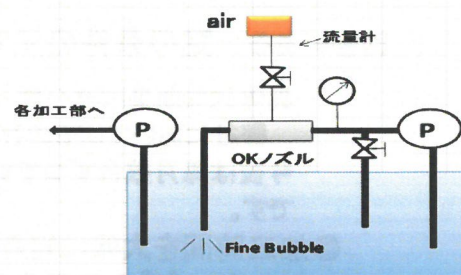


Fig2クーラントタンク

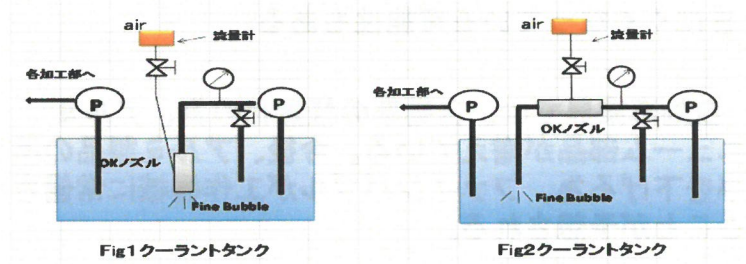
6.9 切削関連

【応用例】 構成刃先剥離効果 静岡

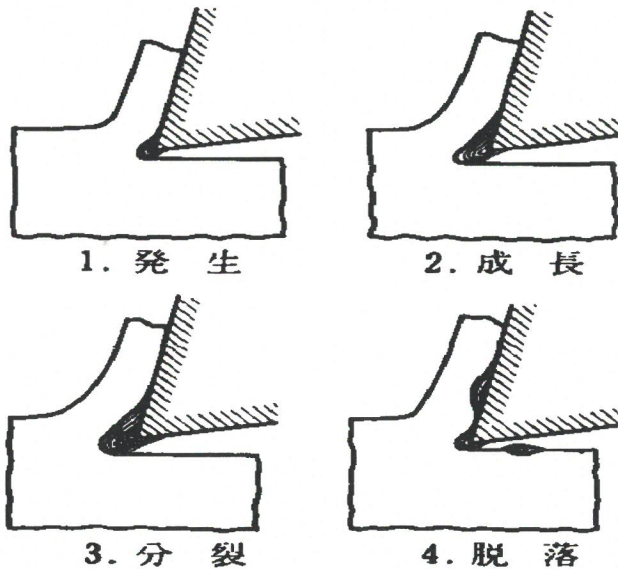
25L/min Okノズルを使用

(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℃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、アルミニウム部品が増えている。今後、アルミニウム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。