

---

# 霧のいけうち（ベトナム） 研修報告書

## ハノイ工場での実習と寸法検査合理化案の検討

### 半導体ウエハー洗浄ノズルの汚れ除去率低下の要因特定

先進理工系科学研究科 輸送・環境システムプログラム 澤本寛人

#### 1. はじめに

この度、ECBO プログラムとして、約3週間の海外インターンシップおよび国内研修に参加させてもらった。このプログラムに参加した理由は、海外で働くことで日本とは違う環境での働きを体験したいと考えたからである。

今回、派遣先としてお世話になった IKEUCHI VIETNAM CO. LTD. また霧のいけうち 西脇市堀工場はスプレーノズル（気体や液体のような流体の流れる方向を定めるために使用されるパイプ状の機械部品）の専門メーカーであり、色々な業界と関わっている企業である。また、霧のいけうちはノズルを応用した加湿、冷却、冷房システムを製造しており、多くの実績がある。また、加湿システムの中でもやのように触れても濡れない霧“ドライフォグ（平均粒子径  $7.5\mu\text{m}$  かつ最大粒子径  $50\mu\text{m}$  以下の霧）”を発生させるシステム製品が世界中で活躍している。

本プログラムでは海外で約2週間、そして国内で1週間研修活動を行った。この現地研修を通して、現地の方とどのようにコミュニケーションをとっていくのか、また海外で働くことの楽しさや難しさを実際に体感することで、私が将来グローバルに活躍するヒントをつかみたいと考えている。

#### 2. 研修課題の決定

今回の ECBO プログラムでは海外での研修期間が短いこともあり、工場での見学を説明していただきながら自分たちの課題を考えた。また、期間が短いなりに提案できるものがあるのではないかと思った。そして自分たちが体験したものの中で寸法検査と噴霧検査が大変だと感じたので検査の効率化を向上させようとして合理化、改善点を課題とした。また、ノズルの測定データから商品として不合格になってしまったものをデータから分析し原因を考察した。

##### ハノイ工場での研修課題

- ・噴霧装置の操作について学び、理解を深める目的でのマニュアル作成
- ・寸法検査と噴霧検査の検査する効率の合理化、改善化の提案
- ・寸法検査や噴霧検査（図1）の実施と寸法・性能のばらつき分析
- ・ノズルが不良品となった原因の考察



図1 噴霧検査に使用した装置

## 西脇市堀工場での研修課題

- ・半導体ウエハー洗浄ノズルの除去率に関する考察

### 3. 研修スケジュール

ECBO プログラムのスケジュールを以下に示す。

ハノイ

8月20日～23日 実習(ノズル噴霧装置の操作、ノズル寸法検査)

8月24日 中間報告会

8月26日～29日 実習(ノズル噴霧検査、ノズル品質管理)

8月30日 最終報告会

### 西脇市堀工場

9月9日 西脇市堀工場での課題 再確認

9月10日～9月12日 課題にむけてのデータ分析

9月13日 最終発表

### 4. 研修先の概要

会社名 : IKEUCHI VIETNAM CO. LTD.

所在地 : ベトナム ハノイ ドンアイン県

設立 : 2005年

業務内容 : スプレーノズルの製造

従業員数 : 75名

会社名 : 株式会社いけうち

西脇市堀工場 所在地 : 兵庫県 西脇市 堀町

西脇市堀工場 設立 : 1954年

業務内容 : スプレーノズルの研究開発・設計・製造

日本国内従業員数 : 約390名

### 5. 研修の内容

#### 5.1 ベトナム ハノイ工場

- ① 2流体噴霧装置の仕組み、操作方法、噴検装置の操作マニュアル作成  
ハノイ工場の伊佐副工事長から操作方法、注意事項を説明していただき、マニュアルを作成した。(図2参照) 操作手順を言語化する難しさを体験出来た。

1-1 2流体小噴量噴霧検査装置の各部分の名称



図2 マニュアル作成の一部

## ② ノズルの寸法検査と噴霧検査の改善案、合理化案の提案

測定道具を使ってノズルの部品の寸法を測定し、または寸法検査を行い、部品の可否を判定した。測定道具に触れることが少なく、慣れるまで時間がかかってしまった。現地の方は自分たちの数十倍の量をしていて工場での仕事の大変さを知った。

## ③ ノズルの性能測定、測定データの分析

噴霧検査を用いてノズルの圧力、流量を検査し、データ分析して結果の原因を考察した。考察は謎を一つずつ解いているように感じて自分にとってはハノイ工場が一番楽しい研修内容だった。

## ④ ノズルが不良品となった原因の考察

ノズルが不良品と判断された理由は噴霧装置で検査したときに1分間に出る噴霧量が規定範囲ではなかったからである。噴霧量が大きくなっているということはノズルから出る水の量が多くなっていると考えた。ノズル内の水が通る箇所に異常があると考察した。しかし、今回不良品と判断されたノズルは水と空気をぶつけて霧を作る2流体ノズルであった。そのため、ノズル内の空気が通る箇所に異常があっても噴霧量の数値は規定範囲からずれると考察した。最終的には空気が通る箇所に異常があった。

## 5.2 ベトナム ハノイ工場での合理化、改善案

- ① あらかじめ決まっている長さ、太さのものを用いて測定し、合格か不合格を判断できるようにする。

### 体験した寸法検査

ノズルの穴の面積が小さく穴の深さを測定するのが難しいところを測定する時に難しく時間がかかってしまった。

### 合理化案 具体例

測定器で数値を測定するのではなく、あらかじめ決まっている長さ、そして穴にあった太さのものに長さの合格範囲を印付け、深さがノズルの商品としての合格か不合格が一目で判断できるようにする。

- ② 測定する時に時間がかかるものは簡単に測定できる箇所を測定し残りの難しい箇所を計算して導く。

### 体験した寸法検査

寸法検査でシリコンを用いて角度を測定する時にシリコンを測定したいものに流し、固まったら取り外し型取をする。それを測定器で測定していて時間がかかった。

### 合理化案 具体例

関数等を用いて簡単な箇所を測定し、測定するのが難しく時間がかかる箇所を計算すれば、測定器を用いずに測定できる。

## 5.3 日本 西脇市堀工場

客先で半導体を洗浄する用途で試験した8つのノズルは、いずれも既存の他社製ノズルに比べて低い(汚れ)除去率を示した。この除去率の原因を考察することが課題である。

8つのノズルのうち5つは同じ構造を持ち、空気吐出部の開口面積のみが異なっている。ノズルの中を通る空気量は定量であるため、面積が小さいノズルは空気圧が高く、面積の大きいノズルは空気圧が低くなる。霧のいけうちでは、空気圧が高いほど洗浄力(除去率)が高くなると考えられていたが、想定していた結果とは違ったため、原因を探っている。そこで、霧のいけうちで測定された生データの中の粒子の粒径と流速を用いて考察した。

### 生データ

円の中心を0mmとして円の中心から外側に向けて半径1mmの円(中心)、1mm~2mm、2mm~3mm、3mm~4.5mm(外側)のドーナツ型の範囲でそれぞれ測定された粒子におけるデータである。

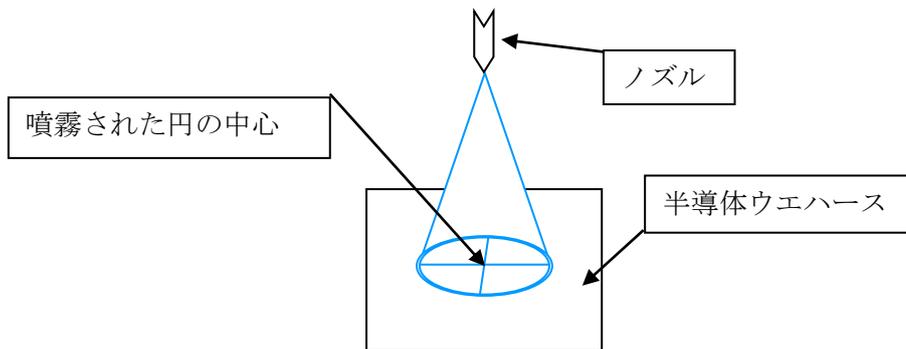
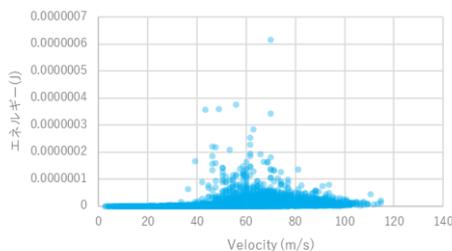
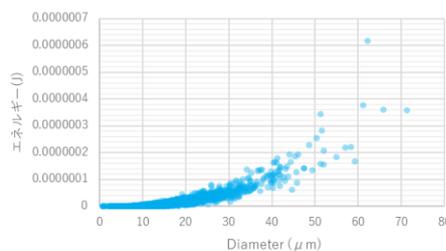


図3 生データを測定した範囲

- ① 平均粒径を求め平均流速と含水量を用いて運動エネルギーを求めた。  
水の粒子を速くぶつけることで除去率は上がらなかったことから粒子の大きさや質量にも原因があると思い、運動エネルギーに着目した。そして、粒子の運動エネルギーの総量を計算したが総量と洗浄の除去率との関係が見られなかった。
- ② 含水量を用いずに水の密度を用いて計算し直した。  
含水量の解釈を勘違いしてしまい、水の密度で計算し直した。このときにも現場の方とコミュニケーションをとりつつ、アドバイスをたくさんいただいた。総量ではなく、粒子1つずつで計算してみるようになった。
- ③ 運動エネルギーを1つの粒子に着目し、それぞれの粒径と流速を用いて計算した。  
粒子ひとつずつの運動エネルギーを求めた。そしてエネルギーと粒径、流速の散布図を作成した。



右図4：横軸が粒速  
左図5：横軸が粒径



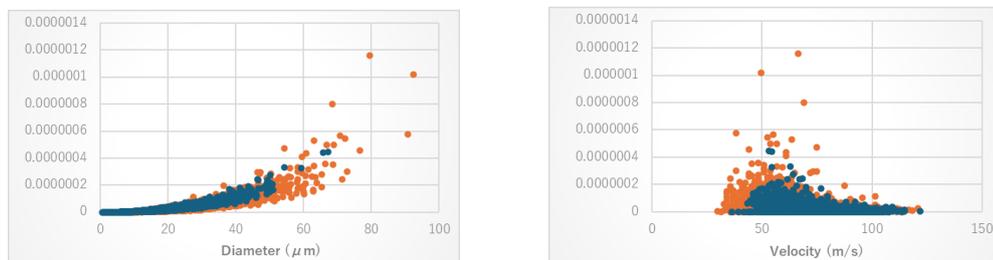
除去率が低いものの散布図  
除去率が低いものの散布図

## 5.4 日本 堀工場での課題結果

### 結果

エネルギーと粒径、流速の散布図（縦軸：運動エネルギー横軸：粒径、流速）を除去率の高いものと低いものを比較した図を下に示す。

下の図の散布図はノズルから円錐の形で噴霧された円の中心で測定されたもの  
円の外側は違いが大きくみられなかった。



左図 6：横軸が粒径 除去率が高いもの（橙）と低いもの（青）の粒子の散布図

右図 7：横軸が粒速 除去率が高いもの（橙）と低いもの（青）の粒子の散布図

### 考察

中心と外側を比べたときに除去率に対してより効果があるのは円の外側ではなく、内側だと予想できる。今回の課題に対しての改善案としては霧の粒子が円の外側ではなく中心に粒子が集まれば除去率も高くなると考察できる。

## 6. おわりに

約3週間という短い期間ではあったが、非常に貴重な経験を積ませていただいた。ノズルについての知識はもちろんのこと、モノづくりの現場においてどのようにその生産性やクオリティを向上させるのか、工場での品質管理や商品の改善を現場の人と話しながらか進めていくことは自分にとってとてもいい経験になった。現場の技術者とのやり取りを通じて様々なことを学ばせていただいた。また、ベトナムの方の考え方や仕事に取り組む姿勢を実際に見ることができ、ベトナム人は自分が想像していたよりも真面目に黙々と働いていたことに驚いた。また、昼食の時間は非常に速くて昼休憩は寝る時間を多くとりたいというのも日本とは違うところで文化の違いを体験することができた。また、海外の人とコミュニケーションすることは難しく、グローバルに働くには技術力だけでなく、日本人とは違う価値観を持った環境で対応する力が重要であると強く感じた。この ECBO プログラムで体験したさまざまなこと、そして霧のいけうちの人と話しながらか進めた現場での体験を将来、グローバルな視点とモノづくりに対する情熱をもって活かしたいと思う。

## 7. 謝辞

この度は3週間という長い期間にわたり大変貴重な体験をさせていただき誠にありがとうございます。山口様をはじめ、ハノイ工場の石尾様、伊佐様にも貴重なお時間を割いて教えて頂き、本当に充実した毎日でした。また、活気にあふれた雰囲気に触れ、貴重なアドバイスの数々を頂いたことは、私にとって貴重な財産になると思っております。最後に、研修期間の間ともに励んだ林君に感謝の意を表し、謝辞とさせていただきます。