

発表No.

テーマ

103 A車ナットプロジェクト溶接 スパッタ付着ゼロへの挑戦

会社・事業所名 (フリガナ)

カブシキカイシャ テイエフメタル
株式会社 TF-METAL

発表者名 (フリガナ)

ニシカワ チアキ
西川 千明



発表のセールスポイント

スパッタがナット内に付着し、全数検査保証を実施。
スパッタの方向をコントロールした改善により、問題を解決した事例です。

1 TF-METAL A車 ナットプロジェクト溶接 スパッタ付着ゼロへの挑戦

株式会社 TF-METAL
Generation Y サークル

発表者： 西川 千明 アシスタント： 木下 見希

製品紹介

【私の職場】



会社紹介

『会社名』 (株) TF-METAL

・本社所在地：静岡県 湖西市



社員数(全拠点)
約2,000人
TFM 他拠点
国内：5 海外：4
経営方針
私達は、たゆまない技術の創造を通して、価値ある製品を提案・提供し、お客様の期待と信頼を得る専門メーカーになる。



製品設計 設備設計 プレス 熱処理 組立 品質 設計開発から加工・検査まで 一貫して内製できるのが当社の強み

工程紹介

A車ライン…9工程『溶接～カシメ～検査』、16製品のサイドフレームを生産

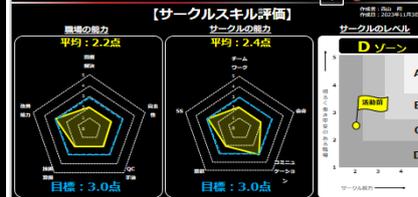


モノ・情報・人の流れ
※4名編成の2交替制でラインが構成、直線ラインの一個流し生産

サークル紹介



サークル紹介



QCサークル紹介

サークル名：

Generation Y サークル

本部登録番号	2746-1	サークル結成時期	2023年4月
構成人員	9名	月あたり会合回数	2回
平均年齢	30.2歳	1回あたり会合時間	1時間
最高年齢	39歳	会合は	両方
最低年齢	22歳	テーマ暦・社外発表	1件目・1回目

(所属部署) 本社製造部 リクライナー組立課

テーマ選定理由① 7 TF-METAL

●2023年度部長方針より

お客様、後区の取り扱いを考慮した品質保証度向上活動

サークル内のライン毎に、品質課題を取り上げ、重要度・ロス金額(工数)・効果で評価し、総合点が一番高いラインの課題について活動

作成者：徳増 聖
作成日：2023年11月10日

ライン名	品質課題	重要度	ロス金額	効果	総合点	優先度
熱処理	すず付着による外観不良	△	×	△	7	5
パレル	異品混入	△	△	△	9	3
J10ライン	グリス未塗布	○	△	△	11	2
USライン	圧入不良	△	△	△	9	3
T1ライン	A車ナット内スパッタ付着	○	○	○	15	1

A車 ナット内のスパッタ付着不良に決定

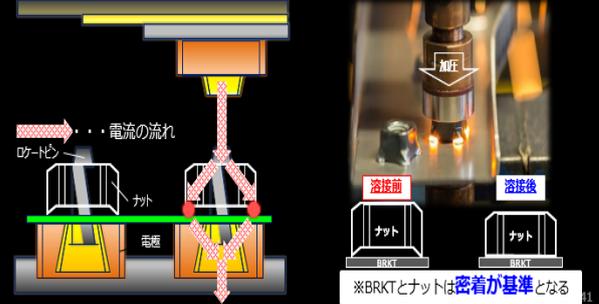
テーマ選定理由①。

上方方針のもとに、ラインごとに品質課題を取り上げ、重要度、ロス金額、効果の3点で評価を行い一番総合点の高かった、「A車ナット内のスパッタ付着不良」に決定。

テーマ選定理由② 8 TF-METAL

●そもそも…プロジェクション溶接とは？

「プロジェクション」とは突起という意味。溶接したい金属部材の一方にプロジェクション(突起)を作り、**加圧しながら集中して電流を流します**。金属の抵抗発熱によりプロジェクションが**溶けることで部材同士を溶接**する。



テーマ選定理由②。

そもそも、プロジェクション溶接とは？プロジェクションとは突起という意味。溶接したい金属部材の一方にプロジェクションを作り、加圧しながら集中して電流を流す。金属の抵抗発熱により、プロジェクションが解けることで部材同士が溶接する。

テーマ選定理由③ 9 TF-METAL

●スパッタ付着の発生工程は…



●工程での作業内容は…



テーマ選定理由③。

発生工程、A-BRKTsubプロジェクション溶接工程。
作業内容、A-BRKTを治具にセット。次に、ナットを位置決めピンに合わせ2個セット。そして溶接。

テーマ選定理由④ 10 TF-METAL

●不具合説明

A車ラインのプロジェクション溶接で発生するスパッタが、ナットのねじ山部に付着。お客様にてナットにボルトを組付ける際、スパッタ付着により締付が出来ない。



テーマ選定理由④。

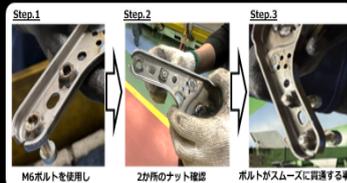
良品は、スパッタ付着が無く、ボルトがスムーズに締付できる。しかし不具合品は、A車ラインのプロジェクション溶接で発生する、2ミリほどのスパッタが、ねじ山内部に付着し、スパッタが付着している個所でボルトの締付出来なくなる。

テーマ選定理由⑤ 11 TF-METAL

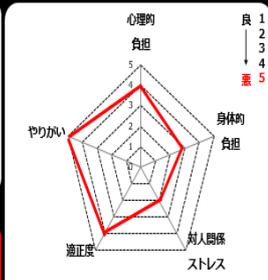
●品質保証

スパッタが、ナットのねじ山部に付着しているため**最終工程で全数検査**を実施。ボルトがナットを貫通するか確認している。

【作業方法】



【ストレスチェック】



【診断結果】

『やりがいの低下』『適正度』『心理的負担』などが重なり、ストレスの一因となっている。

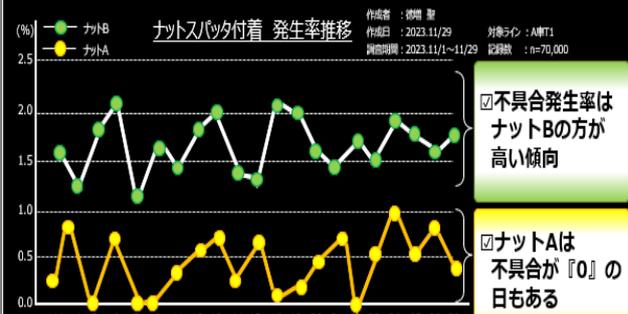
テーマ選定理由⑤。

スパッタ付着のため、工程内でボルト2ヶ所の全数検査を手作業で実施し、品質保証をしている。
1日4時間の検査作業は、心理的負担、やりがい低下、仕事に対するモチベーションの低下に繋がっており、ストレスの一因となっている。

現状把握① 12 TF-METAL

●発生率調査

スパッタの発生率を調査したところ、断続的に散発し**慢性不具合**となっている。
ナットA点・ナットB点共に**スパッタ付着が発生**している。



☑不具合発生率はナットBの方が高い傾向

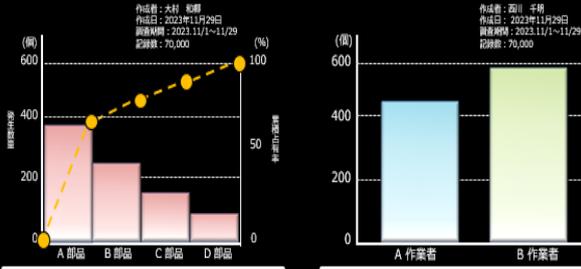
☑ナットAは不具合が『0』の日もある

現状把握①。

スパッタ付着発生率を調査したところ、ナットAは発生数ゼロの日もあるが、断続的に発生。
ナットBは、発生率が高い傾向にあり、A、B共に慢性不具合となっていた。

●発生率調査

A車 T1ラインで、プロジェクション溶接を生産している
4品番毎の発生率調査及び、作業者別の発生率を調査実施。
品番別ナットスパッタ付着発生数推移 作業者別ナットスパッタ付着発生数推移



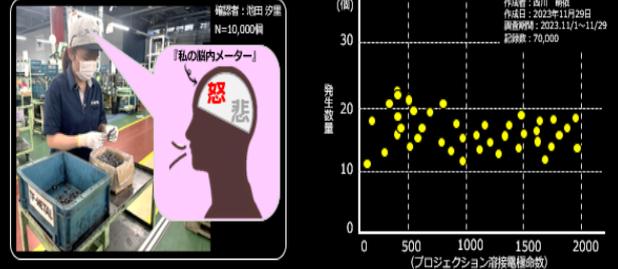
4部品全て、スパッタ付着が発生している 作業者の誰がやっても不良が発生している

現状把握②。

A車ラインでプロジェクション溶接している製品は4品番。その全ての製品で不具合が発生。又、日勤夜勤のA・B作業者、どちらの作業者からもスパッタ付着不具合が発生していることが分かった。

●発生率調査

A車 T1ラインで、ナット単品(加工前)状態でのボルトを通し確認
電極命数でのスパッタ付着発生状況の確認
ナット単品 スパッタ付着全数検査確認 電極命数毎のナットスパッタ付着発生数推移



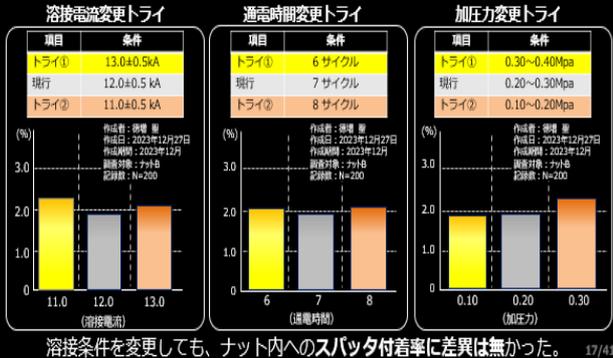
ナット納入状態でのスパッタ付着はゼロ。 電極命数(2000打点)と発生数に相関なし。

現状把握③。

まずナット単品の検査を実施。10,000個確認し、異物などの付着は無く材料による影響はない。プロジェクション溶接で使用している電極は2000ショットで新品と交換。電極命数とスパッタ付着発生数を調査とこる、相関性は無い事が分かった。

●スパッタ付着発生率調査

現在の条件…社内規定より立上時に溶接実績を元に板厚、材質、強度確認を加味し、トライ&エラーを繰り返して現状設定されている。



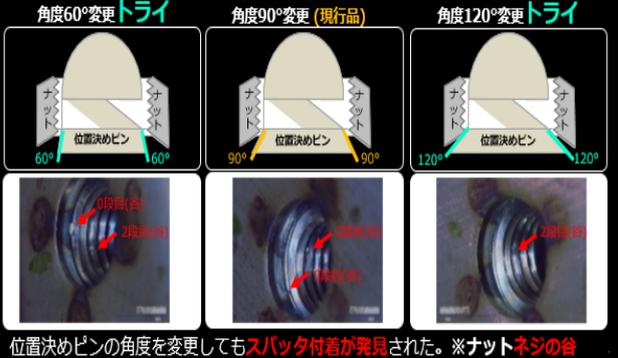
溶接条件を変更しても、ナット内へのスパッタ付着率に差異は無かった。

検証①。

今回検証として、溶接電流・通電時間・加圧力の項目ごと、条件を上限下限に設定し、スパッタ付着発生率に変化がないか調査。トライした結果、スパッタ付着発生率に差はなく、現状の条件は適正であると判断。

●スパッタ付着発生率調査

ナットをセットする位置決めピンの角度変更トライを実施し、スパッタがナット内に入り込む調査を実施
位置決めピンの角度別で製作



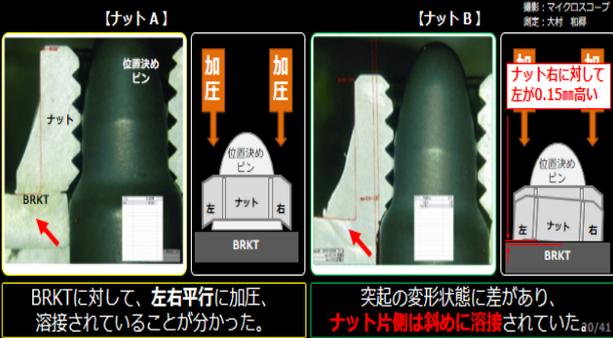
位置決めピンの角度を変更してもスパッタ付着が発見された。＊ナットネジの谷

検証②。

ナットをセットする位置決めピンの確からしさを確認。ナット内にスパッタが入り込む隙間があるか。現行品は90°、トライとして60°と120°の角度で調査を実施。結果、どの角度を使用してもナット内部へスパッタが付着していた。

●ナット断面形状調査

良品とNG品は目視では違いが見受けられない。カットし断面をマイクロスコープで差分析実施。
OK品(ナットA)は、ナットがブラケットに対して左右平行に溶接されていたが、NG品(ナットB)は、ナット突起の変形状態に差があり、ナット右に対して左が0.15mm高い状態で斜めに溶接されていた。



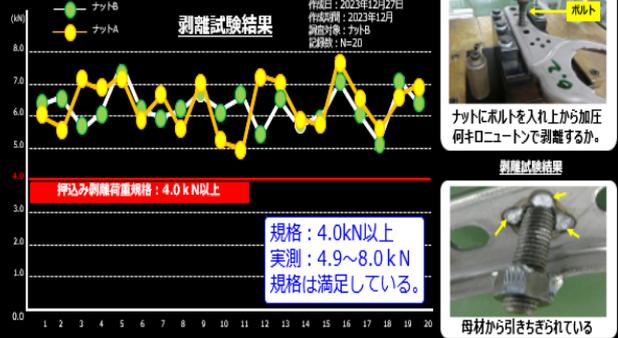
BRKTに対して、左右平行に加圧、溶接されていることが分かった。 突起の変形状態に差があり、ナット片側は斜めに溶接されていた。

検証③。

良品と不具合品は目視では違いが分からないため、カットしてマイクロスコープで断面を確認。結果、OK品は、ナットがブラケットに対して左右平行に溶接されていたが、NG品は、ナット突起の変形状態に差があり、ナット右に対して左が0.15mm高い状態で斜めに溶接されていた。

●剥離試験調査

懸念されたナットの剥離荷重は規格に対して満足。なぜナットが斜めに溶接されてしまうのか。



母材から引きちぎられている

検証④。

斜めに溶接された製品にボルトを締付け、剥離試験を実施。結果、ナットA、B共に母材破壊しており、4kN以上で規格は満足していた。まずはひと安心。

●サークルメンバーと共に活動でQC手法レベルupへ

『中途半端にやる』のではなく、『不良が0になるまでやりきる』

【目標設定】 24.2月までにスパッタ付着不良をゼロに!

【活動計画】

N	項目	サブリーダー	サポーター	23.11月				23.12月				24.1月				24.2月			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	テーマ決定	徳増	木下																
2	現状把握 目標設定	西山	西川																
3	活動計画	富木	池田																
4	要因解析	大村	西川																
5	対策の計画・実施	徳増	木下																
6	効果確認	深間	池田																
7	反省と課題 標準化と管理 の定着	富木 大村	徳増																
8	反省と今後	西山	西川																

活動前 23.11月 活動後 24.2月

※重要要因を1つの検証を絞り進めることとした

目標設定と活動計画。
2024年2月までにスパッタ付着不良を撲滅!
活動計画は、3つのシンカを盛り込み技術伝承と改善能力向上を図る

●重要要因を1つの検証を絞り進めることとした

4M要因解析図:

- 設備: 命数管理が無い、スローワークが早い、治具寿命による位置ズレ、設定ミス、点検頻度が低い
- 人: 標準作業できていない、人のクセ、作業量により方法が異なる、新人、セットミスをする、人がよって集まりが揃う、工数が不足している
- 材料: 製品の材質、人プラケット寸法不良、異物付着、異物
- 方法: プレス不良、穴径寸法NG、手が入らぬ構造ではない、定期清掃、未定検箇所での汚染原因、実施箇所がない

※重要要因を1つの検証を絞り進めることとした

要因解析。
現状把握で分かった「ナットが斜めに溶接される」を特性とし、4Mで要因を洗い出し、設備から『上部電極プレートがズレている』を重要要因として取り上げた。

●重要要因である電極の位置ズレ確認実施

【カーボン紙とは...】
複写に用いる紙。油・塵ろく・顔料を混合。薄い羅皮紙などの片面または両面に塗ったもの。

【設備・治具の位置確認】
電極の左右移動量に対し、黄色いプレートの長さが短い。ナットB点上部電極が移動した際に傾いてしまう。

【上下電極ずれ確認】

ナットB: 左側低圧/右側強圧

ナットA: ほぼ均等に圧を

上部電極が傾いた状態で加圧している為、ナットも斜めに溶接されてしまう。
プレート命数管理や摩耗管理は実施していない。

要因検証。
カーボン紙で、上下電極の平行度調査を実施。
ナットA点はほぼ均等に圧力がかかっているが、ナットB点は右側だけに圧力がかかっている。電極移動量に対し、プレートが短く傾いた状態で加圧し、ナットが斜めに溶接されてしまう。

●重要要因を1つの検証を絞り進めることとした

要因解析で掴んだ真の要因を解決するための対策案を洗い出し、評価をして最適な対策に絞り込んでいく。

目的	方策	対策案	評価項目				採・否	
			費用	期間	実現性	期待効果		
上下電極のズレをなくす	プロジェクション溶接設備、治具仕様変更	電極プレートの長さや材質変更	○	○	◎	◎	16	採
		上部電極形状変更	○	○	○	○	12	否
		溶接条件変更	◎	○	△	△	10	否

◎:5点 ○:3点 △:1点 ×:0点

対策立案。
要因解析で掴んだ真の要因を解決するため、対策案を洗い出し最適な対策へ絞り込んでいく。費用、期間、実現性、期待効果で評価。
対策案として「電極プレートの長さや材質変更」を採用。

●上部電極スライド部のプレート変更

電極の左右移動量に対し、黄色いプレートの長さが短い。ナットB点上部電極が移動した際に傾いてしまう。

【変更前】 120mm

【変更後】 150mm

【変更内容】

- 電極プレート図面変更: 旧:縦80mm×横120mm, 新:縦80mm×横150mm
- 電極プレート材質変更: 旧:銅合金, 新:銅

打点の傾きがなくなった
※カーボン紙で確認した結果、半円から円へ

ナットが真っすぐ溶接
※プラケットとナットが垂直の状態へ

対策①。
上部電極傾き対策として、プレート長さを120mmから150mmに変更、更に材質も「銅合金」から「銅」へ変更。均等に圧力が加わるようになり、ナットが真っすぐ溶接できるようになった。

●製造、製造技術、品質管理、生産技術、工機課の知識と知恵を!

その翌日...すぐに会議を開催

組織で動く!

モノづくり本部
生産部門
製造部
生産技術部
品質管理課
生産技術課
リクルー課
工機課
生産技術課

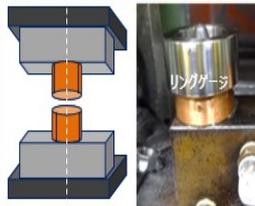
製造課長: ゲージ確認が出来れば良いのでは?
品質課長: ゲージではほぼ位置確認が保証できず、ゲージ保証は、今現在の設備も寸法を確保、標準化しますよ。
工機課長: では、内蔵で製作し、コストを抑えたいです。
品質課長: 点検頻度と校正も検討しましょう。

他部署への応援要請。
サークルグループラインより、電極位置を簡易的に確認できる方法はないか? をやり取りした内容がこちら。結果を上司へ相談。翌日、製造、製造技術、品質管理、生産技術、工機が集まり、会議を開催。関係部署の知識と知恵をいただき、ゲージ保証していくことに決定。図面化し、内製製作、更に点検校正まで。やはり組織で動く早い!

●管理方法の追記

加圧時の上下電極の位置関係。目視では確認不可の為、新たにリングゲージを製作し確認を実施。
【上下電極位置確認方法】 【上下電極位置繰り返し精度確認】

目視で数ミリのずれを確認する事は現実的でない!

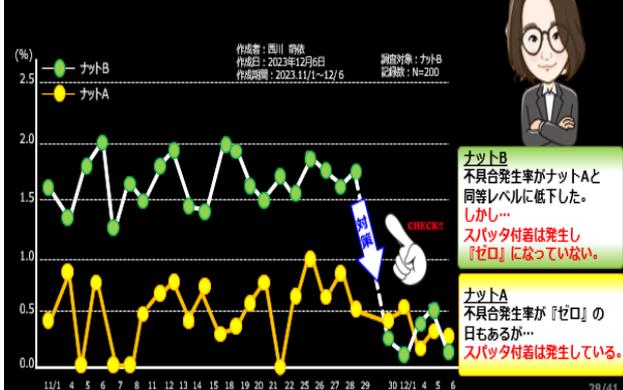


←生産技術担当者より、リングゲージが完成
電極上下位置ずれ確認、ヨシ!

これで問題解決!
スパッタ付着の慢性的不良が撲滅できた。

対策②。
加圧時の上下電極位置関係は、目視での確認不可。リングゲージを製作し確認を実施。上下電極位置の繰り返し精度も、ナットA、B、それぞれ100回確認。結果、位置ずれは、ゼロ!
これで問題解決!!スパッタ付着の慢性不良は撲滅できた!

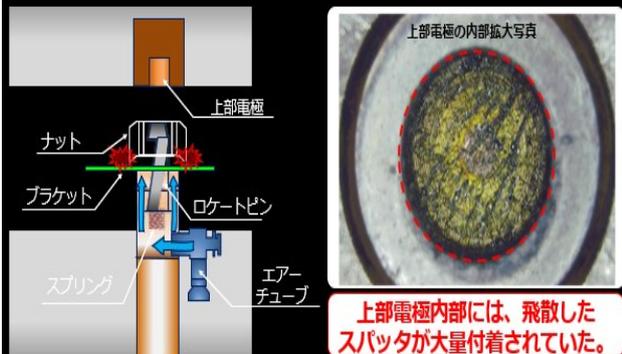
●スパッタ付着発生率調査



と、思ったが…対策後発生率については大幅に低減したが、ナットA、B共にスパッタ付着がゼロにならず発生し続けている。

●スパッタが発生するメカニズム

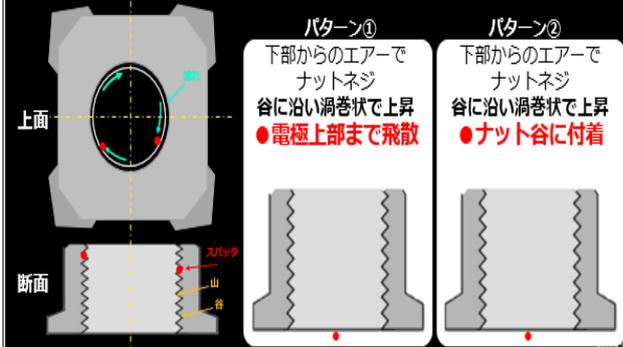
加圧時に発生したスパッタが、下部からのエアブローにより上部へと吹き上げられる。



追加要因解析。
プロジェクション溶接から発生するスパッタのメカニズムを調査。現状、加圧時に発生するスパッタは、下部からのエアブローにより上部へと吹き上げられている。上部電極内部を確認、飛散されたスパッタが電極内部に蓄積されていた。

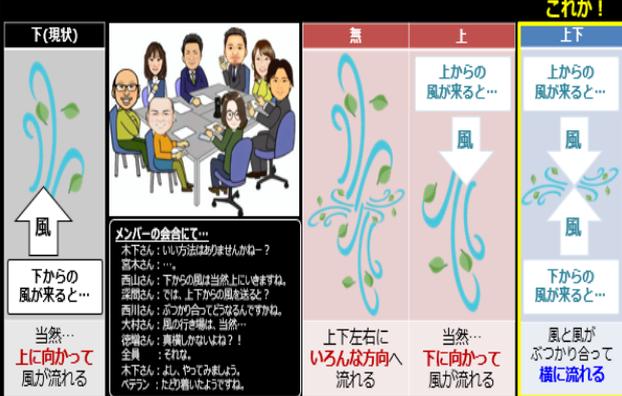
●スパッタが上昇するメカニズム

下部電極からのエア-のみの場合、ピンとナットのネジ(谷)に沿ってエア-とスパッタが渦巻状に上昇。だから、スパッタは谷に付着する。



追加要因解析。
下部電極からのエア-のみの場合、ピンとナットのネジ(谷)に沿ってエア-とスパッタが渦巻状に上昇。だから、上部へ飛散又はスパッタが谷に付着する。

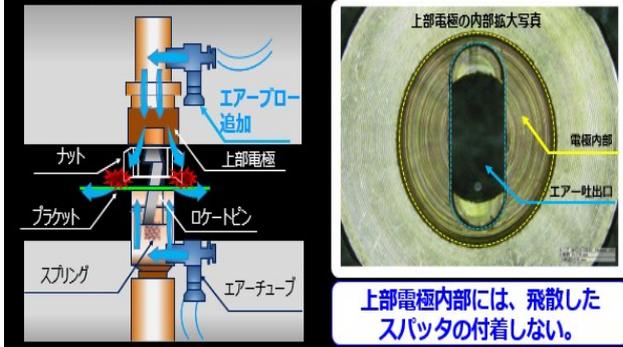
●スパッタの飛散方向をコントロールできれば…



アイデア創出。
サークルメンバーで、スパッタの飛散方向をコントロールできないかについて話し合った。下からの風が吹けば、上に流れる。上から風が吹けば、下に流れる。無風では上下左右へコントロールできない。では、上下同時に風を送れば…風同士がぶつかり合って、横に流れるようコントロール出来るのでは?と考えた。

●二刀流によるスパッタ付着撲滅

加圧時に発生するスパッタを、上下からのエアブローにより左右へと吹き飛ばす! 上下からエア-の流す量は、一定にすることで、エア-がぶつかり合い左右に火花が飛ぶ。



対策③。
二刀流によるスパッタ付着撲滅へ。上下からエア-を一定量流すことで、エア-がぶつかり合い真横にスパッタが飛散。上部電極内部にもスパッタの付着は無い。

