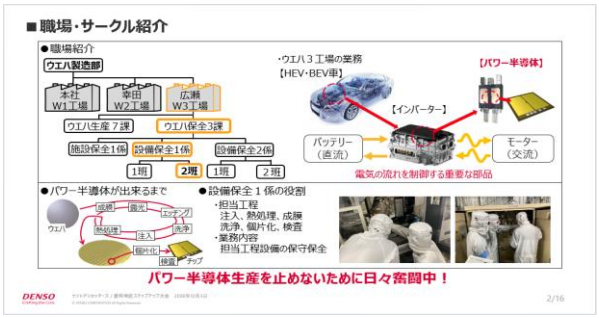
No.	テーマ（フリガナ）チップトクセイケンサソウチ　オンドイジョウボクメツ ～コウフカソウチヲゼッタイニトメナイ！　ワカテリーダーノチョウセン～ チップ特性検査装置　温度異常撲滅　～高負荷装置を絶対に停めない！　若手リーダーの挑戦～

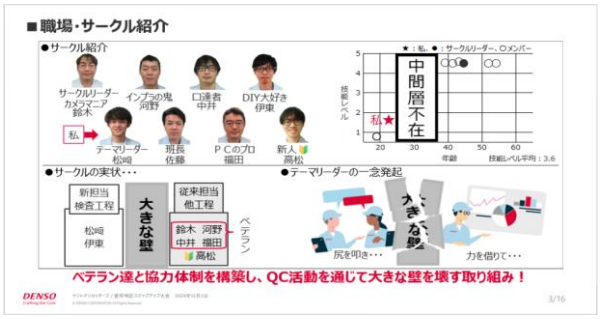
会社・事業所名（フリガナ）カブシキガイシャデンソー　ヒロセセイサクショ	発表者名（フリガナ）マツザキ　ジュンペイ
株式会社デンソー　広瀬製作所	松﨑　純平



当社は1949年に設立された、
自動車用システム製品から暮らしの製品までを取り扱う総合メーカーで、
2035年度のカーボンニュートラル実現に向けた環境負荷低減を推進するとともに、
高度運転支援システムの普及を通じて、安心・安全な交通社会の実現を目指しています。
私たちは、愛知県豊田市にある広瀬製作所に勤務しており、
魅力ある製品でお客様に満足していただける製品づくりをしています。

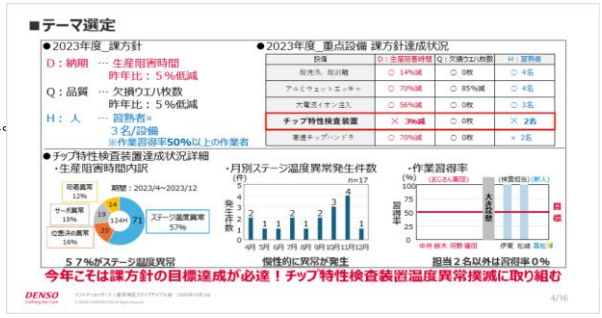
私の所属するウエハ製造部ウエハ３工場ではハイブリッド車やバッテリーEV車に
搭載されるインバーターの構成部品パワー半導体を製作しています。
この部品はバッテリーからモーターへ、モーターからバッテリーへと電気の流れを制御する
大変重要な部品です。
パワー半導体はシリコンウエハに成膜や露光、洗浄等、様々な工程を繰り返し、
最終的にはチップ状に個片化し、最終テストを経て出荷となります。
設備保全１係は注入、熱処理、成膜、洗浄、個片化、検査、６工程の設備の
保守・保全を担当しており、パワー半導体生産を止めないよう日々奮闘しています。



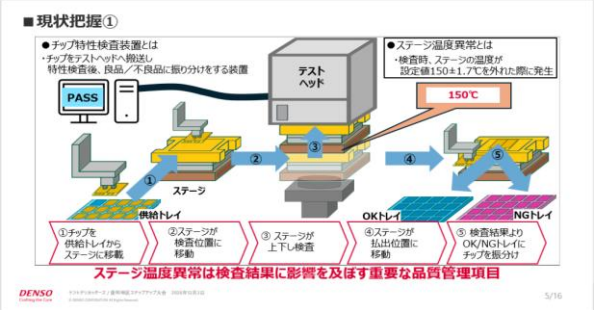


私たちのサークルは個性豊かで経験豊富なベテラン勢が揃っており、
どの分野にも隙がないというのが特徴のサークルです。
しかし、私と新人髙松さんを除けば全員アラフォーを超えたオジサンたちばかりで
中間層が不在。
私の担当している検査工程は３年前に１係が新たに担当することになった工程で、
馴染みが無い他のベテラン勢は今更新しい工程は・・・と作業習得が進まず、
検査工程と他工程で大きな壁を感じていました。
このままではいけないと、テーマリーダーの私は一念発起し、ベテランたちの尻を叩き、
時には力を借りながら、ベテランたちと協力体制を構築し、
QC活動を通じて大きな壁を壊せるよう取り組みました。

まずは課方針を確認。
納期は、生産阻害時間を昨年比5%低減、
品質は、欠損ウエハ枚数を昨年比5%低減、
人は、習熟者を設備当たり3名在席　となっています。
なお、習熟者とはその設備の作業習得率50%以上の作業者のことをいいます。
重点設備の課方針達成状況では、私が担当しているチップ特性検査装置だけが、
生産阻害時間と習熟者の2項目で課目標未達成という不本意な結果となっていました。
生産阻害時間内訳を確認すると
生産阻害時間124時間のうち、ステージ温度異常が71時間で
全体の57%を占めていました。
月別ステージ温度異常の発生件数を見てみると
一年を通じて慢性的に異常が発生しており、
このままでは2024年の課方針も未達が決定的です。
次に作業習得率を見てみると
担当２名以外のおじさん軍団と新人髙松さんは習得率０%で
こちらも目標未達が予想されます。
そこで今年こそは課方針の目標を必達するべく、
チップ特性検査装置のステージ温度異常撲滅に取り組むことに決めました。

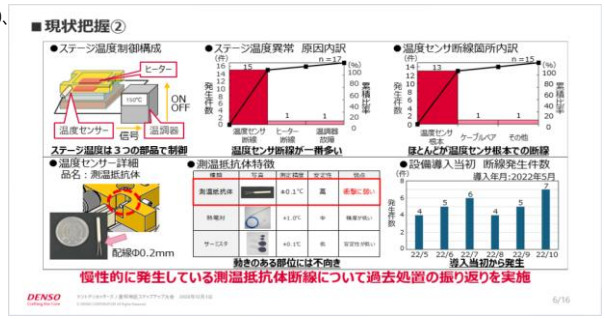


ＱＣサークル紹介	サークル名（フリガナ） ケントデリカッターズ　（　ケントデリカッターズ　）		発表形式 プロジェクタ
本部登録番号	2091951	サークル結成年月	2018年　1月
メンバー構成	8　名	会合は就業時間	(内)・外・両方
平均年齢	40 歳（最高　53歳、最低　21歳）	月あたりの会合回数	2　回
テーマ暦	本テーマで　9件目　社外発表　1件目	１回あたりの会合時間	1　時間
本テーマの活動期間	24年　1月　～　24年　12月	本テーマの会合回数	20　回
発表者の所属	ウエハ製造部　ウエハ3工場　ウエハ保全3課		勤続　5　年

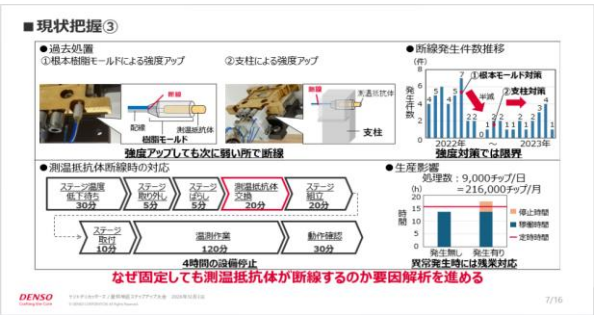


チップ特性検査装置とは、
チップをテストヘッドへ搬送し、特性検査後、良品、不良品に振り分けをする装置です。
動作フローは
①チップを供給トレイからステージに移載
②ステージが検査位置に移動
③ステージが上下し検査
④ステージが払出位置に移動
⑤検査結果よりOK/NGトレイにチップを振分け
以上が１連の動作となります。
ステージ温度異常とは検査時、ステージの温度が設定値150℃±1.7℃を外れた際に
発生する異常で温度は検査結果に影響を及ぼす重要な品質管理項目となっています。

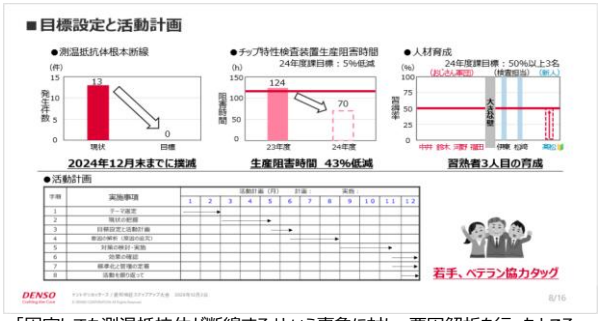
ステージの温度制御は、温度センサ、温調器、ヒーターの３つの部品から構成されており、
温度センサがステージの温度を読み取り、
温調器がその信号を受けて、ヒーターのON、OFF制御を行っています。
ステージ温度異常の原因内訳を見ると
温度センサ断線が15件と最も多く発生していました。
また、断線箇所別の内訳では15件中13件が温度センサ根本で発生しており、
ほとんどが温度センサ根本に集中していることが分かりました。
温度センサは測温抵抗体を使用しており、配線径0.2mmと非常に小さな部品です。
測温抵抗体は測定精度と安定性に優れる一方で、衝撃に弱いという特徴があります。
本来は動きのある部位での使用は不向きですが、検査精度を確保するため、
測温抵抗体を採用しています。
さらに設備導入当初からの断線発生件数を確認したところ
2022年5月の設備導入当初から慢性的に発生していることが分かり、
断線について過去処置の振り返りを実施することにしました。

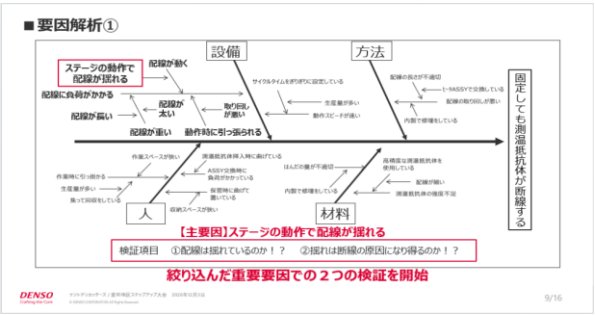


過去の処置では断線しやすい温度センサ根本の強度アップを実施していました。
1つ目の処置は樹脂モールドによる強度アップです。
測温抵抗体の根本を樹脂でモールドしましたが、モールドした末端で断線が発生。
2つ目の処置は支柱による強度アップです。
支柱を製作し、測温抵抗体の根本から配線にかけて包み込むように固定しましたが、
固定した末端で断線が発生。
このように強度アップをしても次に弱い所で断線してしまい、いたちごっこになっていました。
断線発生件数推移を見ると発生件数の半減には成功したものの、
依然として月1件以上のペースで断線が発生しており、強度対策では限界です。
測温抵抗体断線時の対応はこのフローのようになっており、
１件当たり4時間の設備停止となります。
生産影響は月当たり216,000チップ処理して、発生件数１回と低頻度ですが、
1件でも発生すると挽回のための残業対応が必要となります。
以上の現状を踏まえ
なぜ固定しても測温抵抗体が断線するのかについて要因解析を進める事にしました。



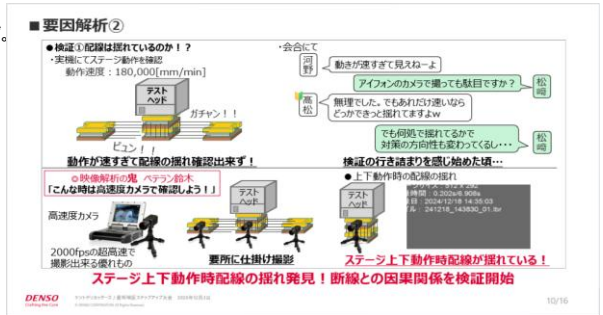
目標は測温抵抗体根元断線を2024年12月末までに撲滅
それによりチップ特性検査装置の生産阻害時間を43%低減でき
課目標達成が見込めます。
そして人材育成に関しては本活動を通じて
新人高松さんに測温抵抗体の交換作業・温測作業・基本操作をＯＪＴし、
習熟者3人目の育成も目指します。
活動計画はこのように立て、
若手とベテラン手を取り合って活動を進めていく事としました。





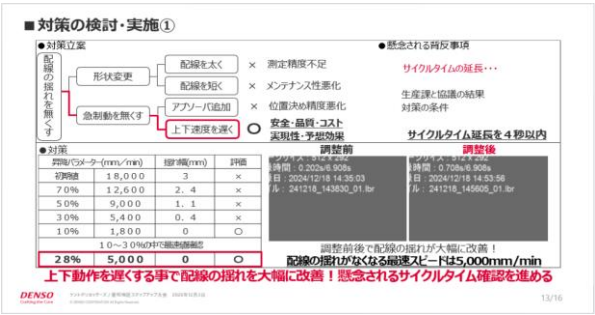
「固定しても測温抵抗体が断線する」という事象に対し、要因解析を行ったところ
主要因として【ステージの動作で配線が揺れている】が浮かび上がりました。
そこで私たちは、
①配線は本当に揺れているのか！？
②揺れは本当に断線の原因になり得るのか！？
絞り込んだ重要要因での２つの検証を開始しました。

検証①配線は揺れているのか!?について、実機にてステージ動作を確認。
ステージ動作時の配線を目で追ってみましたが、動作が速すぎて配線の揺れ確認できず。
会合にて検証方法を話し合い検証の行き詰まりを感じ始めていた頃・・・
映像解析の鬼、ベテラン鈴木さんから
「こんな時は高速度カメラで確認しよう！」と提言！
高速度カメラとは2000fpsの超高速で撮影できる優れもの。
これを要所に仕掛け、都度、映像を確認。
その結果、上下動作時の配線の揺れを確認することが出来ました。
その映像をご覧ください。
この様に、ステージ上下動作時配線の揺れ発見！断線との因果関係を検証開始

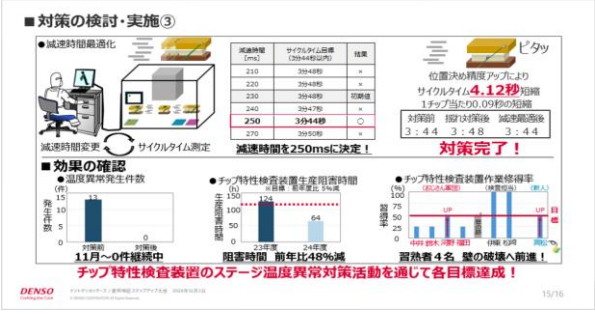




実際に上下動作マシンで検証開始。
動作開始から29時間後、1.2か月分で断線。
追加で検証すると3回とも平均1ヵ月で断線しました。
装置での断線までの期間と比較すると、装置は平均0.9か月で、
上下動作マシンの断線時間とほとんど同じことが分かりました。
次に、配線の揺れ幅を比較するため
上下速度を等倍速度の1/2にしたところ、揺れ幅が3.0mmから1.2mmに減少。
さらに上下速度1/2で検証すると30ヵ月分断線無し。
以上の、揺れ幅が少なくなると断線しなくなるという事から
ステージ上下動作時の配線の揺れが断線原因と判明！
揺れを無くす対策案の検討に移ります。

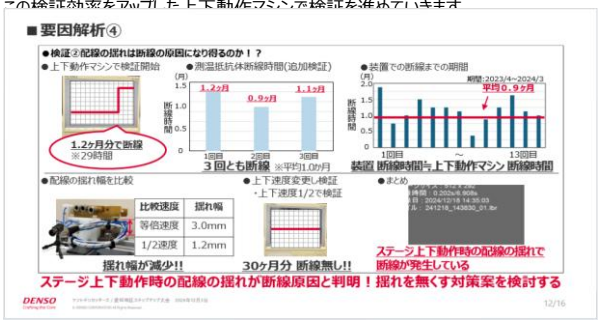


確認の結果、1トレイ当たり４秒の増加に留めることができ、条件クリア。
早速、生産課へ対策結果を報告しようとすると
保全効率の鬼　ベテラン中井さんから
「了承もらっているからって、安易にサイクルタイムを伸ばしていいと思ってんのか」
と喝が入り、それならはじめに言ってほしいと思いながらも思い改め、
伸びたサイクルタイムの短縮に着手！
動作を再確認し、横移動の速度を上げるも効果なし。
「速度アップだけがサイクルタイム短縮ではない」と
サーボ制御の鬼ベテラン福田さんが参上。
そこでステージのサーボ制御について勉強会を開催。
サーボ制御とは現在の状態（位置・速度など）を監視しながら
設定された速度で目標位置に移動させる制御のこと。
現在、装置は目標位置を行き過ぎて戻り、戻りすぎてまた行きとイッタリキタリを行った後
目標位置で停止するといった状態になっていました。
これは、急激な減速により、目標位置で止まりきれず発生する現象です。
これを理想的にピタッと止まれるようにするためには緩やかに減速させることが必要。
サーボ制御原理より減速時間の最適化でサイクルタイム短縮対策できないか
検討を進める事にしました。

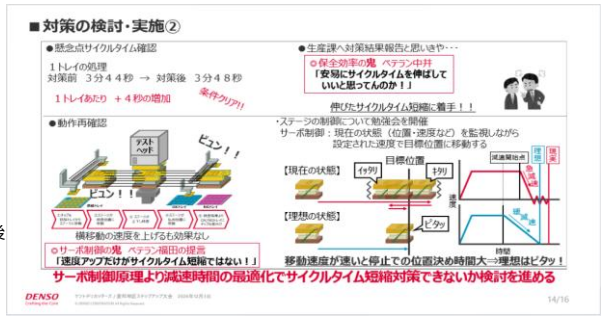


標準化と歯止めです。
同型設備への横展開は1月に完了し、
部内の幸田製作所やデンソー岩手にも展開済み。
温度異常の発生件数推移と配線揺れ幅の変動確認は引き続き月1回確認。
測温抵抗体に関する知識はSIC設備導入時に同様の異常が発生しないよう
反映していきます。
活動の振り返りです。
今回のQC活動ではベテランの得意分野が遺憾なく発揮され
設備導入当初からの慢性異常を撲滅出来ました。
また、その知識・技能を先輩方から学び、
保全マンとして一段と成長できた活動となりました。
若手の2人も鬼のご指導もあり技能レベルアップ。
若手とベテラン全員参加で活動した結果
サークルとして多能工育成と知識技能の向上意欲レベルアップを達成できました。
今後もよりレベルの高いサークルになっていけるようメンバー同士
日々切磋琢磨していきたいと思います。
以上で発表を終わります。
ご清聴ありがとうございました。

検証②配線の揺れは断線の原因になり得るのか!?について検証方法を検討。
タイバにこだわる私は、
「ステージを上下動作だけさせて、切れるのか確認しましょう」と提案。
装置にて上昇、下降のプログラムを作成しましたが、
断線確認には長時間の設備占有が必要で、高設総率の設備の為、断念。
「無いのなら 作ってしまえ 加速試験器」
名言と共に機械工作の鬼　ベテラン伊東さんが登場。
「上下動作のみの加速試験機を作って検証効率アップを目指すぞ！」と意気込み、
遊休機から外したPLCやフレームの端材を使った上下動作マシンが完成。
上下動作マシンはPLC制御によりシリンダーで上下動作を繰り返し、
スピコンにより上下動作速度を制御しています。
また、温度を常時ロギングしており断線をすると常温の25℃から200℃まで
温度が跳ね上がる為、断線が一目瞭然です。
日当たり動作回数を見てみると、装置は日当たり9000回の上下動に対し
上下動作マシンでは日当たり216000回動作が可能。
これは装置の24倍の効率となっており、1日で装置の約1か月分の
動作確認をすることが出来ます。
この検証効率をアップした上下動作マシンで検証を進めています。



対策立案では対策の方向付けを「配線の揺れを無くす」とし、対策案を絞り込みました。
その結果「配線を太くする」、「配線を短くする」、「アブソーバを追加する」、
「上下速度を遅くする」という４つの対策案が挙がりました。
それぞれの案を安全・品質・コスト・実現性・予想効果の観点で評価した結果、
「上下速度を遅くする」を採用。
この対策は各評価項目において欠点がなく、完璧な対策と思われましたが、
背反事項として、サイクルタイムの延長が懸念されました。
そこで、生産課と協議を行い、設総率を考慮した結果、
「１トレイ当たりのサイクルタイム延長が４秒以内なら許容可能」との合意を得て、
対策を進めることにしました。
対策は上下軸昇降速度のパラメータを新人の髙松さんと一緒に繰り返し変更し検証。
評価の結果、揺れがなくなるパラメータは5000が最速と判明。
調整前後の揺れを高速度カメラで撮影しましたので映像をご覧ください。
始めに調整前です。次に調整後です。
このように上下動作を遅くする事で配線の揺れを大幅に改善！
懸念されるサイクルタイム確認を進める事にしました。



減速時間最適化に向けて、上下軸昇降速度と同じように、
減速時間変更、サイクルタイム測定を繰り返した結果、減速時間を250msに決定。
位置決め精度アップにより、サイクルタイム4.12秒短縮に成功。
1チップ当たり、たった0.09秒の短縮ですが、ソコにこだわり、
伸びてしまったサイクルタイムを元に戻すことが出来ました。
これにより、配線が切れないサイクルタイムの延長もない対策が完了。
効果の確認。
温度異常発生件数は対策前の13件から2024年11月の対策実施以降、0件継続中。
チップ特性検査装置の生産阻害時間も課目標の前年度比5%減に対し、48%減を達成
また、本活動を通して、作業習得率を習熟者4名にする事ができ、壁の破壊へ1歩前進。
チップ特性検査装置のステージ温度異常撲滅を通じて各目標達成することができました。

