

会社・事業所名(フリガナ)

発表者名(フリガナ)

キオクシア株式会社・四日市工場(キオクシアカブシキガイシャ・ヨツカイチコウジョウ)

内田 翔太(ウチダ ショウタ)



CMPサークル

発表のセールスポイント

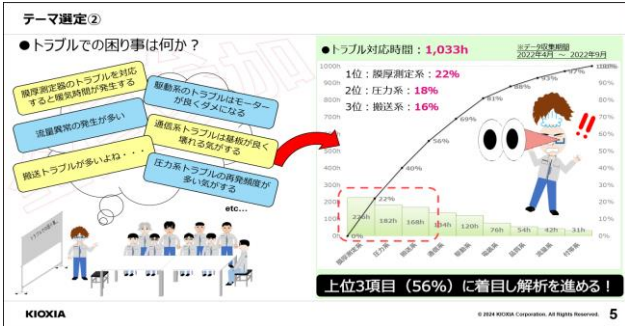
私達は装置の安定稼働と能力最大化に向け、「挑戦・開拓」を合言葉に、日々改善に取り組んでいるGrです。
今テーマでは、頻発する測定器のトラブル撲滅に向け、実機を教材とし試行錯誤を重ね、装置メーカーが取り組まなかった対策に、サークル員一同果敢に挑戦し、作業効率やコスト改善に繋げた活動事例となります。

私達キオクシア株式会社は「記憶“KIOKU”」とギリシャ語で「価値」を表す“AXIA”を組み合わせ、メモリ事業とSSD事業を展開しています。四日市工場は世界最大級の半導体工場で、フラッシュメモリを製造しています。私の職場は、前工程・後工程に分かれており、前工程のエッチング工程にあるCMP装置を担当しています。CMP装置では製品表面の凹凸を平坦加工しており、加工された製品の厚みは膜厚測定器にて光を当て値を測定します。単位はナノメートル、髪の毛の100万分の1の世界を測定しています。

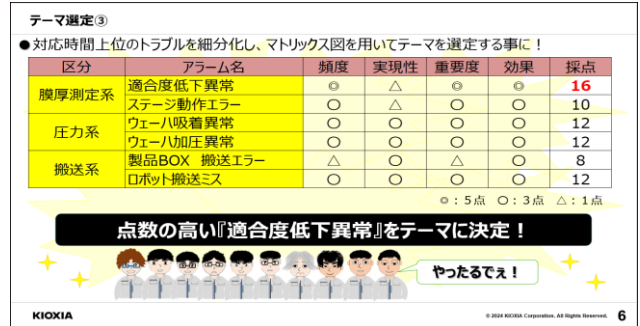
サークル紹介です。サークル名は、C (Challenging : 挑戦的な) M (many : 多数) P (pioneer : 開拓者) の頭文字を取り「CMP」と命名しました。サークルレベル/リーダーレベル共にCゾーン。サークルの強みを活かして活動を行って行きます。

テーマ選定です。工場目標である“Low Cost Operation”に着目。我々MKの日々の業務件数を調査すると、最もメンテナンスに費やす件数が多い事が判明しましたが、作業時間ではトラブル対応に時間が掛かっている事がわかりました。

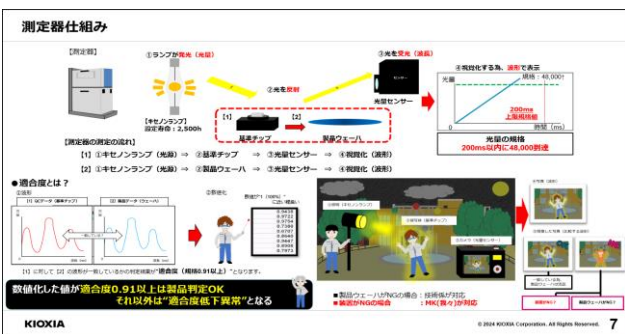
QCサークル紹介	サークル名 (フリガナ)		発表形式	
	CMP (シーエムピー)		プロジェクター	
本部登録番号	1696-8		サークル結成年月	2022年 10月
メンバー構成	10名		会合は就業時間	内・外・両方
平均年齢	39.3歳(最高 60歳、最低 23歳)		月あたりの会合回数	2回
テーマ暦	本テーマで 1件目 社外発表 2件目		1回あたりの会合時間	1時間
本テーマの活動期間	2022年 10月 ~ 2023年 9月		本テーマの会合回数	24回
発表者の所属	フラッシュ製造統括部 フラッシュ製造課		勤続	15年



トラブル対応時間を更に調査すると、膜厚測定系・圧力系・搬送系の3項目だけで50%以上を占めている事が分かり、この3項目について解析を進めていきます。

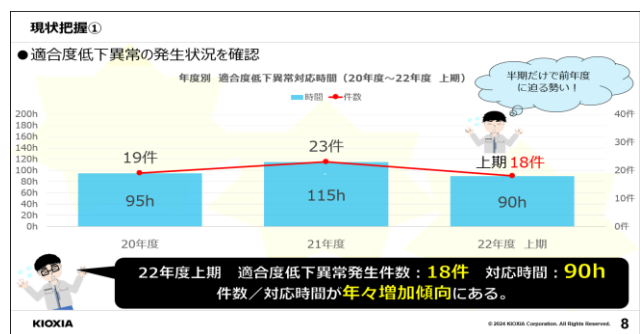


3項目のトラブルで主に発生するアラーム項目から、頻度・実現性・重要度・効果の4項目で評価を行ったところ、適合度低下異常が最も評価点が高いため、活動テーマとして取り組むことになりました。

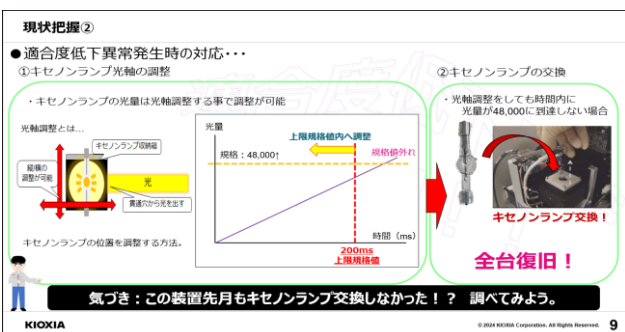


膜厚測定器はランプの光を基準チップ、製品ウェーハそれぞれに当てて、その反射光をセンサーが受光することによって測定しています。適合度とは、基準チップと製品ウェーハを測定した情報を照合し、適合度の判定をします。

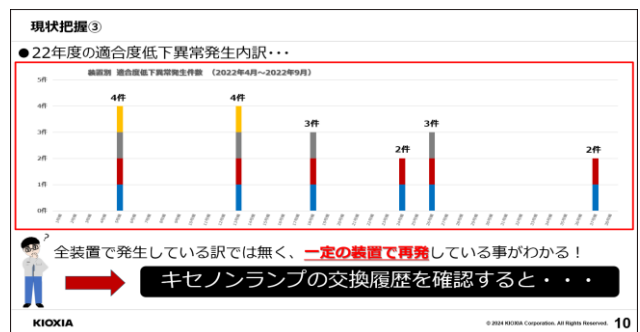
- ・光量の規格：200ms以内に48,000
- ・適合度規格：0.91以上で製品ウェーハは正常。下回ると適合度低下異常となり、装置要因もしくは製品ウェーハ要因かの調査を行います。



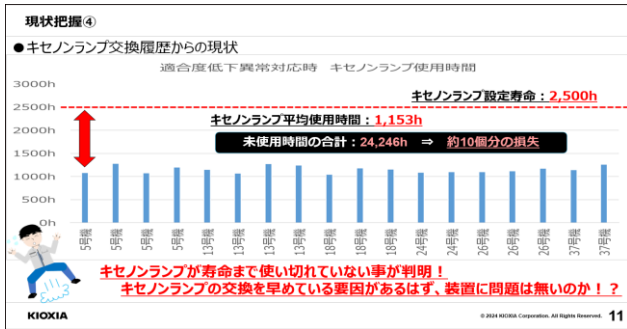
適合度低下異常発生状況を確認してみると、年々増加傾向にあり、22年は上期だけで、21年度に迫る勢いで増加していることが分かりました。



適合度低下異常(装置要因)発生時の対応方法です。キセノンランプは消耗品であり、使用時間が長くなると光量が低下する為、まずは適合度低下異常発生時は光量調整を行います。そこで200ms以内に光量規格48,000以上到達すれば装置復旧となります。ただし200msを超えてしまうとキセノンランプの寿命と判断し交換となります。そんな時メンバーの一人がある事に気づきました。『この装置先月もキセノンランプ交換しなかった？』、早速調査してみる事にしました。



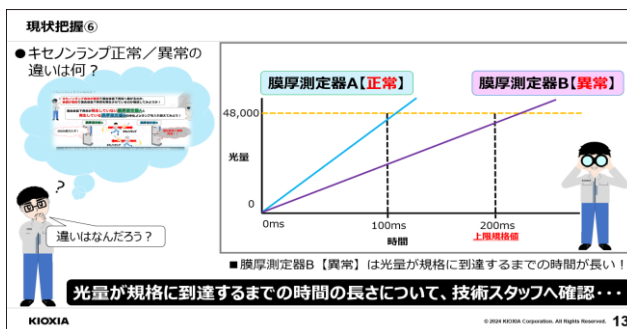
装置別に適合度異常発生件数を調査。調査結果から全装置で異常が発生している訳ではなく、一定の装置で再発していることがわかりました。そこで異常が発生している装置のキセノンランプ交換履歴を調べてみることにしました。



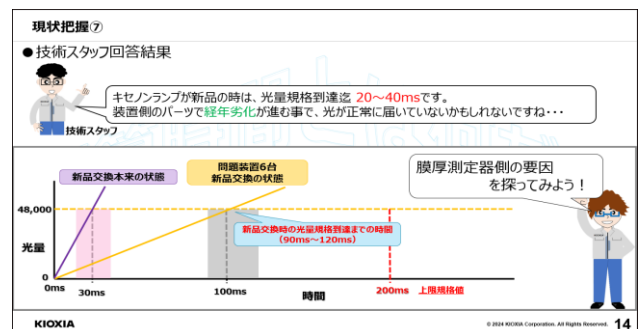
キセノンランプ交換履歴を調査した結果、
キセノンランプ設定寿命：2500 h に対し、
平均：1153hで交換されている事が判明しました。
発生している装置には、キセノンランプの交換を早めている要因があるはず、
との思いで調査を進めて行きました。



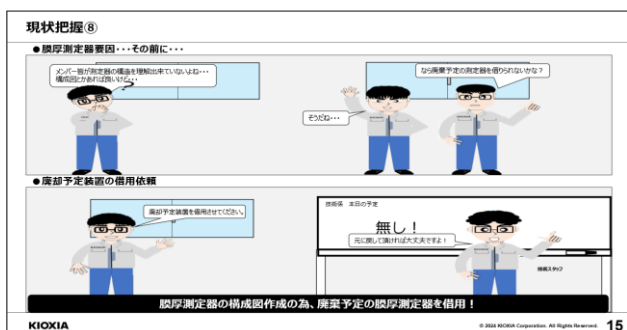
キセノンランプ個体の異常有無を調査する為、適合度低下異常発生装置から正常稼働装置へキセノンランプを入れ替えて検証を行いました。
結果、異常発生装置では使用不可と判定されたキセノンランプが、正常装置に取り付け後は、設定寿命まで使用可能となりました。
つまり、キセノンランプ個体には、問題無い事が判明しました。



キセノンランプ入れ替え結果から、膜厚測定器に要因がある事から分析を開始しました。適合度低下異常発生装置では200ms以内に光量48,000に到達しませんでした。同じキセノンランプを使用し正常装置では、約100msで光量規格に到達。異常発生装置は光量を満たすまでに時間を要している事が分かりました。そこで光量が規格に達するまでの時間の長さについて、技術スタッフへ確認することになりました。



技術スタッフの回答によると、通常キセノンランプ新品装着時は、光量規格到達まで時間20~40msが正常との事。その事から装置側のパーツで経年劣化が進み、光が届きにくい状態になっている可能性について提言されました。
そこで、膜厚測定器側の本格調査に着手する事にしました。



ただ私達サークル員は膜厚測定器の構造に精通していません。メンバーで対策を検討していると、あるメンバーから廃棄予定の膜厚測定器の存在を知らされ、早速技術スタッフに相談。元に戻す事を条件に装置の借用を許可され、装置構造の把握へ向け学習開始です。



MKの知識を共有しながら装置構造の学習を重ね、膜厚測定器構成図及びパーツリストが完成。しかし役割については不明なパーツも多く、このままでは要因の究明に至らない事から、技術スタッフに勉強会開催を依頼。

現状把握①

●役割は不明確なパーツについて、技術スタッフへ確認！

小さくて見えない... これはなんですか？

この部品は？

役割は？

このパーツは？

やっただぜ！

【パーツリスト（完成版）】

技術スタッフ協力の元、各役割を記載し、パーツリストが完成！

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 17

技術スタッフ支援の元、パーツの役割を記載したリストが完成。各パーツの役割を学習し、時間超過の要因となりえる箇所を推測し、対策の狙い所を絞っていきます。

対策の狙い所①

●時間超過の要因となりえる箇所は？

①光源ユニット
光源ユニットは...
用途：キセノンランプの光を集束させる

②基準チップ
基準チップは...
用途：キセノンランプの光を反射させる

調査結果：光量に関係する箇所は、①光源ユニット ②基準チップと判明！

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 18

対策の狙い所です。
メンバーで時間超過の要因となり得る箇所の絞り込みを行い、
①光源ユニット
②基準チップ
の2箇所が候補にあがりました。

対策の狙い所②

●光源ユニット
ランプの拡散された光を被写体（基準チップ）に集中させる為、照明を覆って（光源ユニット）光を集めています。

●基準チップ
照明当てた時に、被写体（基準チップ）が綺麗に写るよう、照明に対して向きを合わせます。

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 19

光源ユニットと基準チップの役割について紹介します。
光源ユニットはランプの拡散された光を基準チップに集中させる為、照明を覆って光を集めています。
基準チップは照明を当てた時に基準チップ自体が綺麗に写るよう、照明に対して向きを合わせています。
これらが正常に機能しないと光量低下に繋がる事が推定されるため、ターゲットとします。

対策の狙い所③

●情報を整理すると...

- 1、適合度低下異常とは、適合度が規格値を下回っていると発生する！
- 2、適合度低下異常発生時、キセノンランプの交換を行うが、キセノンランプ要因では無い！
- 3、キセノンランプ新品交換時点で、光量が48,000へ到達するまでの時間に差がある！
- 4、要因箇所は光源ユニットor基準チップである！

現状把握で分かったこと	対策の狙い所
キセノンランプ交換装置は光量(48,000)到達時間が長い(90ms~120ms)	光量(48,000)到達時間を正常値(20ms~40ms)に戻す

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 20

ここまでの情報を整理すると、キセノンランプ交換装置は光量(48,000)到達までの時間が長い(90ms~120ms)ことがわかりました。
対策の狙い所として、光量(48,000)到達時間を正常値の(20ms~40ms)に戻すこととします。

目標設定

・なにを(目標設定)
適合度低下異常 発生件数

・いつまでに(達成期間)
2022/10/1 ~ 2023/9/30までに

・どうする(目標値)
発生件数：18件/半期 ⇒ 0件

適合度低下異常件数

20件
18件
16件
14件
12件
10件
8件
6件
4件
2件
0件

現状 0件 目標 0件

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 21

目標設定です。
・なにを：適合度低下異常 発生件数
・いつまでに：2022年10月1日~2023年9月30日までに
・どうする：対応件数 18件/半期 ⇒ 0件

活動計画と世話人コメント

区分	項目	種別	10月	11月	12月	2023年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
P	チーム運営	育成	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施
	取組推進	育成	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施
D	現場改善の2400時間	育成	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施
	設備改善	育成	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施
C	設備保全実施	育成	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施
	設備点検	育成	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施
A	設備点検実施	育成	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施
	設備点検	育成	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施	実施

■世話人からのアドバイス
MK基本の3現主義を元に、観察し分析を行った結果からリスク抽出をしてサークル員一丸となって改善の取り組みを宜しくお願いします。
世話人:田村

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 22

活動計画と世話人からのコメントです。
世話人から、「MK基本の三現主義を元に、観察し分析を行った結果からリスク抽出をして、サークル員一丸となって改善の取り組みをよろしく願います。」
とアドバイスを頂き、対策を開始しました。

対策の立案①

●優先順位を考える

1次手段 2次手段 3次手段 効果 コスト 実現性 出社日

基準チップを清掃する	×	○	○	11
基準チップを調整する	○	○	○	11
基準チップを交換する	○	○	×	7
光源ユニットを清掃する	×	○	○	9
光源ユニットを交換する	○	×	×	7

光量(48,000)到達までに(20ms~40ms)戻す

パーツを修復する

『基準チップを清掃/調整する』に決定!

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 23

対策の立案です。
 対策の狙い所（規定時間内に光量確保する）について、系統マトリクス図にて評価を行いました。
 最も評価点の高い、『基準チップを清掃/調整する』を対策案に選出しました。

対策の検証①

●基準チップを清掃する ●基準チップを調整する

光量 規格値: 48,000 到達時間 200ms 時間

基準チップの表面が汚れていると仮定し清掃する! ⇒効果は無い...

基準チップがズレていると仮定し調整する! ⇒効果は無い...

基準チップを清掃/調整行っても上限規格値(200ms) 以内に光量規格(48,000)を満たさない。

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 24

対策の検証です。
 [基準チップを清掃する]では基準チップ表面が汚れていると仮定し、清掃を実施しました。しかし、効果はなし。
 [基準チップを調整する]では基準チップがズレていると仮定し、調整を実施しました。しかし、効果はなし。
 結果、基準チップを清掃/調整を行っても規定時間内に光量の規格を確保することはできませんでした。

対策の立案②

●光源ユニットの清掃

1次手段 2次手段 3次手段 効果 コスト 実現性 出社日

基準チップを清掃する	×	○	○	11
基準チップを調整する	○	○	○	11
基準チップを交換する	○	○	×	7
光源ユニットを清掃する	×	○	○	9
光源ユニットを交換する	○	×	×	7

光量(48,000)到達までに(20ms~40ms)戻す

パーツを修復する

基準チップの対応では復旧せず...

次点の『光源ユニットを清掃する』を実施!

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 25

『基準チップを清掃/調整する』は失敗。
 そこで再度系統マトリクス図より、次点である『光源ユニットを清掃する』を対策案として選出しました。

対策の検証②

●光源ユニットを清掃

光源ユニットを調べた結果、レンズが変色していることが確認された。レンズが変色した原因で、光量が低下した。

レンズが変色した原因で、光量が低下した。

レンズが変色した原因で、光量が低下した。

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 26

光源ユニットの清掃方法確認に向け廃棄予定の装置より再度借用し分解してみると、レンズが入っている事を見出し、取り外しには困難を極めるも何とか取り外しに成功。レンズを観察すると一部白く変色している事に気づき、この変色が不具合を起こしているのでは?と想定し、実際に適合度低下異常を発生させている装置を確認すると、同様の症状を発見。正常装置のレンズを確認してみると変色のない透明な状態である事を確認。この変色したレンズが不具合を発生させている想定から、レンズのみ入れ替えて確認したところ、症状が入れ替わる結果となり、レンズの変色が原因で光量が低下していることが判明しました。

対策の実施①

●新品のレンズだけを購入しよう!

安全第一

お世話になります! 光源ユニットのレンズのみ購入していただけますか? メーカー

メーカーでは分解はそもそも出来ないので、レンズのみの取り扱いはしていない事が判明! レンズ購入手段を考えねば...

●高社へ相談

高社担当者

高社に協力頂いて、レンズを詳しく調べる事に!

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 27

早速メーカーへレンズ単体を発注しました。
 しかしながら光源ユニットは一体型でしか販売されておらず、レンズ単体での購入は出来ませんでした。
 他にレンズの購入手段を検討した結果、高社に協力を仰ぐこととし、レンズの調査を依頼しました。

対策の実施②

●レンズはどういう状態だったのか?

●レンズが変色するとは

失透...長時間加熱される、不純物が付着する、過分の付着等が原因で白濁してしまう現象

数年後...

失透の症状は様々有り、部分的に変色する物や、全体的に変色する物がある

皆さんの身近な物で例えると...

新車のタイヤは 明るく反応~

数年後...

そのまますべてのレンズを利用することは出来ない為、レンズ製作が可能か確認をする事に!

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 28

レンズ調査結果：レンズが変色しているとの回答。
 正式には失透と言われる症状で、長時間加熱され続ける等の影響により、化学変化を起こしレンズ内部が白濁したようになるとの事でした。以上の事から復元は出来ないが、製作が可能かを確認を頂くことにしました。

対策の実施③

● **レンズ制作について調べてみる!**

まずは純正品同等品の作成が可能か確認。
 寸法を確認し、製図を依頼。
 製作に掛かる費用を確認。

材料、成分の確認が完了!
 製図が完了!
 安価で製作が可能であることを確認

商社担当者
 このような結果になりました

よし! レンズ安価で確保できた!!

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 29

レンズの成分分析から製作可能との最終回答を頂き、製作依頼を行いました。結果、安価でレンズを確保することに成功しました。

対策の実施④

● **レンズ分解工具制作 (1号機)**
 専用の分解工具を制作し、現場で分解作業を実施。

● **レンズ分解工具制作 (2号機)**
 専用の分解工具を制作し、現場で分解作業を実施。

● **レンズ分解工具制作 (3号機)**
 専用の分解工具を制作し、現場で分解作業を実施。

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 30

しかしここでもう一つ課題を克服する必要があります。
 レンズを分解する際一般工具では、かなり苦労した経緯がある事から、専用治具作成を合わせて依頼し了承を頂きました。
 数日後記念すべき試作品1号機が完成。ただし小さくて扱いづらく失敗。
 試作品2号機はサイズアップさせましたが、今度は強度不足で折れてしまい失敗。その反省点から試作品3号機は焼き入れする事により強度を高め見事成功。

対策の実施⑤

● **レンズ組み立て**
 必要な物が全て揃ったので、修理を実施する!

● **実機確認**
 あるべき姿に戻ったね!

60日間経過観察して再発無し、積算時間変化無し!

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 31

完成した専用治具を使用し実機レンズを交換。レンズ交換後は正常な時間で光量規格を満たす事が確認でき、その後の経過も良好。
 (時間: 30ms/光量: 48,000到達)
 あるべき姿を取り戻す事が出来ました。

効果確認

● **効果確認**
 【改善効果】
 適合度低下異常 発生件数: 18件 ⇒ 0件達成!
 【波及効果】
 ケセノンランプ未使用時間: 24,246h 削減
 光源ユニット購入費用 削減

目標達成!

一致団結の成果!

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 32

効果の確認です。
 対象装置(6台)の光源ユニット(レンズ)交換が完了。
 適合度低下異常発生件数も、その後"0件"で目標達成です。
 波及効果としてケセノンランプが2500hまで使用可能となり、未使用時間: 24246hのロス削減にも成功。レンズ単体での交換も可能となり、光源ユニット購入費削減にも大きく貢献出来ました。

標準化と管理の定着

● **標準化**

[When (いつ)]	[Where (どこで)]	[Who (誰が)]	[What (何を)]	[Why (なぜ)]	[How (どのように)]
ケセノンランプ使用設定未実施時	現場	M K	レンズ失速状況	ケセノンランプ使用設定迄使用	レンズ交換

● **サークルレベル**
 サークルレベル: B
 リーダーレベル: B
 サークルレベル/リーダーレベル共にCゾーン ⇒ Bゾーンへアップ!

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 33

標準化と管理の定着です。
 5W1H手法にて管理方法を確立し標準書を作成。
 各作業者がスムーズに作業を行えるようにしました。
 サークルレベル/リーダーレベル: Cゾーン ⇒ Bゾーン到達しました。

活動の振り返りと来期に向けて

■ **良かった点**

- メンバー全員で活動を行えた事で、個々のスキルアップだけでなく、チームワークも高まりました。
- 他課、社外の方々とのコミュニケーションを円滑に進める事が出来た事で、大きな成果を得られました。

■ **反省点**

- 専門的な部分が多い為、メンバー間で共有するのに時間が掛かりました。
- 活動に対する時間が取れない時期もあった為、もう少し出来る部分があったのでは無いかと思いました。

■ **来期の取組み (意気込み)**

- 後継機も同様のトラブルが散見され始めた為、引き続き改善作業に取り組みたいと思います。またメンバー全員で協力し、更なるスキルアップが出来よう頑張りたいと思います。

KIOXIA © 2024 KIOXIA Corporation. All Rights Reserved. 34

活動の振り返りですが、メンバー全員スキルアップ出来た事、また他課・社外の方々とのコミュニケーションを円滑に進められた事で、大きな成果へと繋げる事が出来ました。
 来期に向けては、今回の活動で得た知識を活かし、後継機での改善にも取り組みながら、メンバー全員の更なるスキルアップに繋げていけるよう頑張ります!