

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

オーツカ光学×エイチ・イー・イー光学 無料セミナー


AI時代の目視検査 (静電気・異物対策を含む)

2022年4月吉日
株式会社エイチ・イー・イー光学 営業技術部
溝呂木 亨介
ESD Coordinator : ESDC-01-3848

社外秘・無断転載禁止

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

- ▶ 1.オーツカ光学とエイチイーイー光学の関係
- ▶ 2. 外観検査とは
- ▶ 3.外観検査の方法
- ▶ 4.外観検査と被検査品のトレンド
- ▶ 5.オーツカ光学の照明拡大鏡の特長
- ▶ 6.HAA光学のESD/ESA対策照明拡大鏡
- ▶ 7.Q&A



2

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

▶ 1.オーツカ光学とエイチイーイー光学の関係

OTSUKA 株式会社オーツカ光学

- ・世界では稀な照明拡大鏡専門メーカー。
- ・耐久性と目視検査性能を向上させる製品に注力。
- ・自社ラインナップにESD/ESA対策の製品がないことに気づく。
- ・海外製のESD対策製品を扱ってみたが、多くの懸念があった。

↓

我々は自社でESD/ESA対策照明拡大鏡を作ることを決定。
高いレベルの性能を持つESD/ESA対策照明拡大鏡の開発に成功。
オーツカ光学の既存商流はマーケティング能力が弱く、我々が直接ユーザーや有望客先にコンタクトを取ることが殆ど出来ない。

↓

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

HAA光学というESD/ESA対策照明拡大鏡のマーケティングと販売に特化した会社を設立。
お客様の声に耳を傾け、お客様のニーズにお応えしたいと考えております。

3

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

▶ 2.外観検査とは？

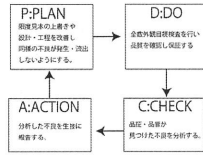
外観検査とは？

部品や製品の品質を維持・保証するために、外観を確認する検査。
異物、汚れ、傷、打痕、バリ、欠け、変形等の欠陥の有無を確認し、良否判定すること。
・外観目視検査(人間) 中心視による不良探し/周辺視による良品確認
・自動外観検査(機械)

外観検査を行う目的は？

- ①品質を確認し保証する。=> 全数外観目視検査を行う。
- ②品質を維持する。=> 見つけた不良をチェックして横展開し、同様の不良が流出しないよう仕組み化する。
- ③品質を向上する。=> 見つけた不良をチェックして設計段階までフィードバックする事により、設計や工程を改善する。

外観検査は品質向上のためのPDCA活動の一つのパーツでもある。



不良の対策

4

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

▶ 3.外観検査の方法

(A)人間の目で検査を行う方法(目視検査)

- ・天井照明のみの目視
○稀によく見える場合がある ×照度・再現性が低い
- ・天井照明+作業照明(デスクライト等)併用目視
○天井照明のみよりは照度・再現性が高い ×単体では拡大できない
- ・照明拡大鏡を使った目視
○明るい。目視より倍率が高い。 ×目視より疲労感が高い。酔う。
- ・実体顕微鏡を使った目視
○目視・拡大鏡より倍率が高い。 ×焦点が合う深度が浅い。視野が狭い。

HAA. 倍率について
HAA OPTICS CO.,LTD.

▶ 照明拡大鏡の倍率(面積倍率)
照明拡大鏡の倍率表示は、面積が何倍になるかを示している。

▶ ルーペ・顕微鏡の倍率(線倍率)
ルーペ・顕微鏡の倍率表示は、線が何倍になるかを示している。

照明拡大鏡の倍率 ≠ ルーペ・顕微鏡の倍率

<線倍率表示で見た製品領域>
1倍(目視) — 1.4倍(拡大鏡) — 3.9倍(実体顕微鏡) — 10倍以上(実体顕微鏡)

HAA. 実体顕微鏡の光学系
HAA OPTICS CO.,LTD.

▶ 双眼実体顕微鏡の光学系

顕微鏡の倍率は対物と接眼の積例題)
対物10倍×接眼10倍=100倍
対物5倍×接眼20倍=100倍
どちらが解像度が高いでしょう？

Ans.
前者の方が解像度が高い。
しかし、後者は前者よりも作動距離を長く取れるため作業がしやすい。

HAA. ルーペ・照明拡大鏡の光学系
HAA OPTICS CO.,LTD.

ルーペの光学系

照明拡大鏡の光学系



HAA OPTICS CO., LTD.

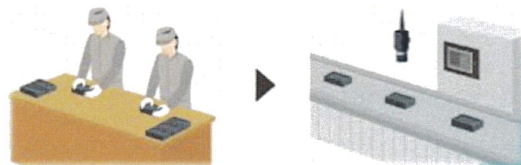
▶ 3.外観検査の方法

(B)機械で行う検査(自動外観検査)

不良を際立たせやすい照明とセンサーとレンズを組み合わせ、ソフトウェアが自動的に行う検査。

画像検査(画像処理)とも呼ばれ、製造ラインの中に組み込んで行う。

検査のスピードは速いが、導入への技術的、予算的なハードルも高い。大手ユーザー様の検査方法としては、こちらが主流。



HAA OPTICS CO., LTD.

『人間の目で検査するのは時代錯誤なのか?』

- ・最新の画像処理用カメラのセンサー (CCD/CMOS) は数千万画素。
- ・明るさ/色をフォトダイオードで受光し電荷に変換

- ・人間の の分解能をセンサーの画素数に換算した場合・約5~6億画素相当!
- ・但しははっきりと見えているのは黄斑部の7~800万画素程度
- ・人間の目には2種類のセンサーがある。

①色センサー：錐体細胞(中心窩とその近傍の黄斑部に集中/RGBに反応する3種類の錐体が片目に650万個あり、明るいところで働く/視野角2°/不良探しの中心視による目視検査で使う)

②超高感度明るさセンサー：桿体(杆体)細胞(黄斑部以外の場所に広く分布。片目に1億2千万個あり、薄暗いところで働く/視野角水平160°垂直135°/良品確認の周辺視による目視検査で使う)

・画像処理とディープラーニングを組み合わせれば、人間よりも既知の不良・欠陥をうまくとらえてくれるうえ、記録までしてくれる。人間にはとてもトレースできない。ただしある程度の見本データが必要。

一方、人間は初見の不良を不良だと認識できる能力がある。

人間の目と脳を使って目視検査を行うことは、アナログ的な方法では有っても、まだまだ時代錯誤な「アナクロ」な方法では無いとHAA光学は考えます。

10



HAA OPTICS CO., LTD.

▶ 4.外観検査と被検査品のトレンド

検査ラインから工程内検査(インライン検査へ)

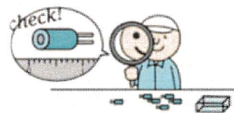
従来は検査を専門とする検査員が、製造ラインの後に検査室等で検査を行う事が一般的であったが、最近では、製造工程内で主に機械のオペレータ等が検査も行うことが一般的となっている。

被検査品のトレンド

製品の小型(薄型)・高機能・高集積・部品の高密度化がますます進む。

=> 静電気感受性デバイス使用の増加、デバイス危険電圧の低電圧化

自動車の電動化が進むことにより、これまで静電気対策を考えてこなかった現場においても、静電気対策が求められることが予想される。

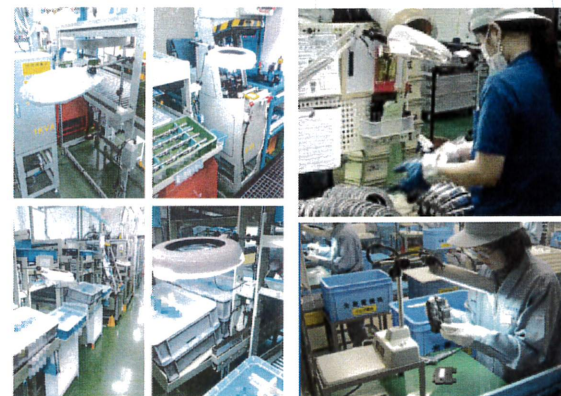


11



HAA OPTICS CO., LTD.

工程内での検査例(一般環境)



HAA. 工程内での検査例(クリーンルーム内)
HAA OPTICS CO.,LTD.

製造工程内での検査の様子




13

HAA. HAA OPTICS CO.,LTD.

▶ 5.オーツカ光学の照明拡大鏡の特長

人間の目に最も近い「倍率と視野」で作業を行う光学機器。
拡大像を見ながら両手が使える「使い勝手」の良さと、視野の大きさが特長。

観察対象物を拡大して行う作業全般に使えます。
特に「外観目視検査」に用いられるのが一般的。
照明とレンズを組み合わせたシンプルな構造。
耐久性を重視したデザインにより、さまざまな環境において
長期間安定的に使用が可能。



HAA. ▶ 5.オーツカ光学の照明拡大鏡の特長
HAA OPTICS CO.,LTD. 「最新の照明拡大鏡が最良の照明拡大鏡」

マイナーチェンジによる改善の一部をご紹介



15

HAA. HAA OPTICS CO.,LTD.

▶ 5.オーツカ光学の照明拡大鏡の特長(照明・レンズ)

製品ラインナップのうち90%はLED照明

一部蛍光灯モデルも残っている。しかし、蛍光灯は入手しにくくなっており
近い将来、全てが固体光源化(LED、有機EL)するの避けられない状況。

	蛍光灯照明拡大鏡 ENVシリーズ	LED照明拡大鏡 ENVLシリーズ
照明部	蛍光灯FCL20N/18 蛍光灯FCL20EX-N/18	高演色SMD LEDを搭載した 自社設計LEDモジュール
照度・配光	蛍光灯とほぼ同等になるよう照明部を設計	
調光	可:MAX~約90%減、機械式	可:MAX~約90%減、機械式
消費電力	25W	10W(蛍光灯比60%削減)
演色性	FCL20N/18:Ra=72 FCL20EX-N/18:Ra=84	Ra 90以上 抜取りでの実測値:94.7
メリット	標準品で入手しやすかった 安価だった 豊富なラインナップがあった 好みの色温度を選べた 交換しやすかった	長寿命 低消費電力(発熱が少ない) 演色性が高い 樹脂拡散板は割れにくい
デメリット	LEDに比べて短寿命 消費電力が高い(発熱が多い) 演色性が低い 割れやすい 湿度が高いと静電気を帯びてしまう	安く入手するためにはある程度の発注数量が必要=色温度が選べない 樹脂拡散板が静電気を帯びやすい 故障の際修理に出す必要がある



16

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

【参考】レンズ中心直下での照度測定データ表

LENS MAGNIFICATION	Working Distance[mm]	NEW ENVL Illuminance[Lx] (2000lm)	NEW SKKL Illuminance[Lx] (2000lm)	LED Lamp Ver NEW SKKOLD SKKL Illuminance[Lx]	Fluorescent Lamp Ver SKK Illuminance[Lx] 照度[Lx]
2X	160	4700-240	5200	5200	4400
3X	130	5800-300	5900	5900	4100
4X	110	6900-330	4200	4100	4700
5X	80	7200-380	5100	4800	3200
3X	94	7000-350	4800	4800	4800
10X	43	8500-330	4100	4400	4100
12X	35	5900-300	2900	3700	3900
15X	30	5900-290	3800	3700	3800

※抜取りによる実測データです。

- ・照度を蛍光灯と比較してもほぼ同等であることがわかります。
- ・ENVLタイプは調光できるため、調光無タイプに比べ照度が少し明るい設定になっています。
- ・JIS Z9110:2010 照明基準総則 表5-基本的な照明要件その1(屋内作業)に記載されている精密な視作業 $\geq 1000lx$ 、非常に精密な視作業 $\geq 1500lx$ 、超精密な視作業 $\geq 2000lx$ 全て適合です。

17

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

▶ 5.オーツカ光学の照明拡大鏡の特長(照明・レンズ)

レンズはすべてガラス製
オーツカ光学の工業用照明拡大鏡のレンズは光学ガラス製。

豊富な倍率ラインナップ
主力の「ラウンドシリーズ」は2倍~15倍の8段階。
直径130mm、150mmの丸レンズ、144×108mmの角レンズ等、数種類の設定有。

倍率の選定(照明拡大鏡の表示倍率は面積倍率)
全数検査の場合やはんだ等の作業・・・低倍率(2X,3X,3.5X,4X,6X)
抜き取りでの検査の場合・・・高倍率(8X以上)

18

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

▶ 5.オーツカ光学の照明拡大鏡の特長

LEDの方が傷は良く見える?
LEDだから「見える傷」は少なく、両光源の検出力に大差は無い。

それよりも大切なのは「ワークへの照明の当て方」

- ▶ 落射照明
 - ・リングライト：ワークを明るく影・ムラなく均一に照明可能。
 - ・ラインライト：視野に対して1方向から照明を当てることであえて影を作り出し、ワーク表面の凹凸を可視化する照明。
 - ・同軸落射照明：正反射箇所は明るく、拡散反射箇所はそれより暗く見えるため、表面の形状が強調されて見える効果がある。止まり穴や溝の内部も明るく拡大して観察可能。
- ▶ 透過照明：透過性のあるワークに下から光を当てて観察ができる。
- ▶ その他：拡大鏡だけではなく、作業照明・作業補助照明もある。

19

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

対応製品と照明配置以外の特長

照射タイプ	リングライト	SKKL	ENVL	ESKK	LSK
落射照明	ラウンドシリーズ LED照明	ラウンドシリーズ LED照明・調光可	ラウンドシリーズ LED照明・調光可	ESD対策ラウンドシリーズ LED照明・調光可 ESD/ESD-SAFE	ワイドシリーズ・AR標準 LED照明・調光可
落射照明	OLIGHTF ラウンドシリーズ・蛍光管照明・インバータ	OLIGHT3 レクタシステム 蛍光灯照明・インバータ	OLIGHT3L レクタシステム LED照明・調光可	OLIGHT5 BIGレクタシステム・AR標準 LED照明・調光可	
透過照明	ポアルーベ φ40レンズ LED同軸落射照明	サーフライト □レンズ・130X50mm・AR標準 LED同軸落射照明・調光可			
透過照明	SKKL-CL	ENVL-CL	LSK-CL	OLIGHT5-CL	
透過照明	ラウンドシリーズ LED落射照明 +LED透過照明	ラウンドシリーズ LED落射照明・調光可 +LED透過照明	ワイドシリーズ・AR標準 LED落射照明・調光可 +LED透過照明	BIGレクタシステム・AR標準 LED照明・調光可 +LED透過照明	
透過照明	LZ-1 LED透過照明 調光・調色可				
その他	ML230F 高耐久性能作業照明 LEDライト/色別・調光可	EL270F 高耐久性能作業照明 有機ELライト/色別・調光可	バーライト2 表面凹凸検査照明 垂直方向斜角LED照明 照射部L:224mm (垂直方向照射角φ°)	バーライト3 表面凹凸検査照明 垂直方向斜角LED照明・調光可 照射部L:224mm (垂直方向照射角調節可6~30°)	バーライト530 表面凹凸検査照明 垂直方向斜角LED照明 照射部L:530mm (垂直方向照射角φ°)

レンズのシリーズ
ラウンドシリーズ
取付部径：φ130
倍率(2,3,4,6,8,10,12,15)
ESD対策ラウンドシリーズ
取付部径：φ130
倍率(2,3,4)
ワイドシリーズ
取付部径：φ150
倍率(2,3,4)
レクタシステムシリーズ
有効レンズ寸法：139X103
倍率(2,3,5)
BIGレクタシステムシリーズ
有効レンズ寸法：180X120
倍率(2,4)

20

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

▶ 6. HAA光学のESD/ESA対策照明拡大鏡

1. 静電気とは
2. 日本における静電気対策の規格
3. 静電気対策
4. アースの有効性
5. 誘導帯電
6. 静電気による電界(帯電電圧)と塵埃付着の関係
7. HAA光学製品のご紹介
8. Q&A

21

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

静電気とは

- ▶ 電荷量は、極めて少ない
- ▶ 表面電位は、比較的高い
- ▶ 通常の電圧測定器では測定出来ない
- ▶ 目に見えない
- ▶ 2kV以上の電位が無いと人間には感じない
- ▶ 静電容量との関係で電位が大きく変化

22

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

日本における静電気対策の規格

- ▶ 1998年発行のIEC61340-5-1を基に訂正を加え、増補したものが、最新の日本電子部品信頼性センター規格(略称RCJS)
- ▶ RCJS-5-1(第3版)：2016が最新版
- ▶ 規格の序文でESD損傷が発生するケースが明記されている
 - ・帯電した人体や物体が静電気敏感性デバイス(ESDS)に接触する場合。
 - ・ESDSが、静電界に曝された状態で、導電性表面に直接接触する場合。
 - ・帯電したESDSが、異なる電位を持つ他の導電性表面に接触する場合。
(この場合の導電性表面は、接地されているか否かに関係しない。)
- ▶ 規格の基本的なESD管理の原則は次の通り
 - ・EPA内全ての物を同じ電位にする。
=>等電位管理
 - ・EPA内全ての帯電した導体(人体、装置)から静電気敏感性デバイス(ESDS)への放電を回避する。
=>全ての帯電した導体を排除する。
 - ・EPA内全ての帯電物をESDSから遠ざける。
=>ESDSが誘導帯電しないようにする。
 - ・EPA内のESDSが帯電しないように対策を行う。
=>ESDSが帯電する可能性のある摩擦・剥離・誘導帯電の要因を排除する。

23

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

RCJS-5-1(第3版：2016)の適用範囲

- ▶ 適用範囲

RCJS-5-1は、静電気放電と静電界から静電気敏感性デバイス(ESDS)を保護するための一般要求事項を規定する。

RCJS-5-1は、HBMで100V以上の敏感性閾値を持つESDSを、静電気放電現象による損傷リスクを最小にして取り扱うことのできる保護区域をいかに確立し、履行し、維持管理するか管理手順を明確化するESD管理プログラムの要求事項を規定する。

24

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

静電気対策用語

From IEC 61340 5-1 Standard:

- ESD: Electro Static Discharge (静電気放電)
- ESA: Electro Static Attraction (静電吸着)
- ESDS: Electro Static Discharge Sensitive Device (静電気敏感性デバイス)
- EPA: ESD Protection Area (ESD保護区域)
- EBP: EPA グラウンド接続点
- HBM: 人体帯電モデル
- MM: マシンモデル
- CDM: Charged Device Model (帯電デバイス)
- SDM: Socketed Discharge Model (ソケット放電モデル)



25

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

静電気対策用語

From IEC 61340 5-1 Standard:

- 静電気導電性材料: $\geq 1.0 \times 10^2 \Omega$, $< 1.0 \times 10^4 \Omega$
- 静電気拡散性材料: $\geq 1.0 \times 10^4 \Omega$, $< 1.0 \times 10^{11} \Omega$
- 絶縁性材料: $1.0 \times 10^{11} \Omega$ 以上 (* $10^{11} \Omega$)
- Rs: 表面抵抗値
- Re: 接続点間抵抗値
- Rp: 点間抵抗値
- Rg: 接地間抵抗値

26

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

静電気対策用語

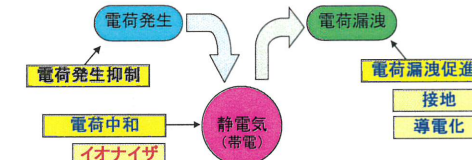
From IEC 61340 5-1 Standard:

- 床面抵抗地(Rg): $\leq 1.0 \times 10^9 \Omega$
- 作業椅子の抵抗値 (Rg): $\leq 1.0 \times 10^{10} \Omega$
- 作業服の抵抗値 (Rp): $\leq 1.0 \times 10^{12} \Omega$
- 用具の抵抗値 (Rg): $\leq 1.0 \times 10^{12} \Omega$
- リストバンド(未着用 ; Rp): $\leq 1.0 \times 10^5 \Omega$
- リストバンドコード(Re): $7.5 \times 10^5 \Omega \leq Re \leq 5.0 \times 10^6 \Omega$
- リストバンド(着用 ; Rg) : $7.5 \times 10^5 \Omega \leq Rg \leq 3.5 \times 10^7 \Omega$
- 靴 (Rg): $5.0 \times 10^4 \Omega \leq Rg \leq 1.0 \times 10^8 \Omega$
- 指サック・手袋 (着用 ; Rg): $7.5 \times 10^5 \Omega \leq Rg \leq 1.0 \times 10^{12} \Omega$
- 照明拡大鏡は対象外?

27

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

帯電防止対策概要




電荷発生 → 電荷漏洩 → 静電気(帯電)

電荷発生抑制 → 電荷中和 (イオナイザ)

電荷漏洩促進 → 接地, 導電化

対策	対象物	方法/装置
接地	導体 (金属、人体)	帯電防止靴 リストストラップ
電荷の漏洩促進 (導電化)	誘電体 (絶縁物)	加湿 帯電防止剤
電荷の中和 (イオン再結合)	総ての帯電物	除電装置 (イオナイザ)

28



HAA. 静電気的特性
HAA OPTICS CO., LTD.

2. 導体は電荷移動を繰り返して接地効果は逃がすことが出来ない。帯電量 = 発生量 - 減衰量

接地による効果無し

帯電した状態は+と-とが不均衡な状態であることを意味する。つまり、正確には-帯電時は接地により大地へ-電荷が移動し、+帯電時はプラス電荷が大地から移動してくる。

29

HAA. 帯電の特徴
HAA OPTICS CO., LTD.

摩擦

剥離

誘導

不規則

30

HAA. 誘導帯電の例
HAA OPTICS CO., LTD.

帯電なし

誘導帯電発生

帯電物体が接近

帯電なし

帯電物体が離れる

帯電状態となる

絶縁物

接地

接地

+電荷が接地へ放電

接地

31

HAA. 誘導による人体帯電
HAA OPTICS CO., LTD.

- ①帯電物体に接近
- ②帯電物体から誘導帯電を受ける
- ③人体からドアノブへ放電!

32

HAA. 誘導によるデバイス帯電

HAA OPTICS CO.,LTD.

- ①ICの近くに帯電物体がある
- ②帯電物体から誘導帯電を受ける
- ③接地した作業者が手でICを触る
- ④ICの電荷が作業者へ放電しICは破壊

33

HAA. 誘導によるPCB基板の帯電

HAA OPTICS CO.,LTD.

もし拡大鏡が帯電物体となっていたら？

34

HAA. (参考) 照明拡大鏡の帯電電圧管理値の例

HAA OPTICS CO.,LTD.

一般的にCEPAでESDSを扱う場合の電界強度管理値を50V/cm以下とする場合 (RCJS-5-1:2016)

レンズ倍率	①アイポイント [mm]	②レンズ径 [mm]	③作動距離 [mm]	④視野径 [mm]	ESDSを50V/cm以下に管理するための帯電電圧上限値[V]
2X	150	φ130	160(16cm)	φ170	800
3X	150	φ130	130(13cm)	φ140	650
4X	150	φ130	110(11cm)	φ120	550
6X	100	φ105	82(8.2cm)	φ70	410
8X	105	φ90	54(5.4cm)	φ40	270
10X	80	φ90	43(4.3cm)	φ40	215
12X	80	φ90	35(3.5cm)	φ40	175
15X	80	φ90	30(3cm)	φ30	150

電界強度E=50 [V/cm] が規格値なので、Y=Edで各レンズの作動距離での管理上限電圧が求められます。
 dはレンズ下面～ESDSまでの距離 (=③作動距離)
 例えば4倍レンズの場合、ESDSから拡大鏡レンズまでの距離の仕様が11cmなので、
 Y=Ed=50X11=550V
 つまり4倍レンズの場合、ESDSに一番近づくレンズ最下部の帯電電圧を550V以下に管理しないと、ESDSは50V/cmを超える電界強度に晒されることになり、規格値を超えてしまいます。

35

HAA. (参考) 照明拡大鏡の帯電電圧実測値

HAA OPTICS CO.,LTD.

	2倍	3倍	4倍	6倍	LED拡散版	レンズカバー	ルーベ	蛍光管
未対応レンズ	2kV以下 NG	2kV以下 NG	2kV以下 NG	2kV以下 NG	2kV以下 NG	数十kV とても危険	数十kV とても危険	数十kV 以上 NG
ESDS対応レンズ	アース無し 50V以下 OK	アース無し 50V以下 OK	アース無し 50V以下 OK	未対応	アース無し 50V以下 OK	アース無し 50V以下 OK	アース無し 50V以下 OK	未対応
推奨レンズ	16cm	13cm	11cm	8.2cm	16~3cm	N/A	適置きにて使用	16~3cm
	800V	650V	550V	410V	800V(16m) ~150V(3m)		このルーベは数十kVに帯電する可能性があるため、電界強度を管理する。また、レンズと被検物の間の電圧が数十ボルト程度。	=デバイスの破壊特にWDSはゲート下の絶縁層の電圧が数十ボルト程度

36

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

静電気による電界(帯電電圧)と塵埃付着の関係

引力

ゴミ

製品

- ・ゴミは帯電していなくても静電誘導により、製品に引き付けられる。
- ・一度付着すると、製品の+とゴミの-が強力に引き合い、離れない。
- ・付着した後外側からイオナイザをかけても効果無し

対策: イオンエアで製品とゴミを離しつつ除電を行う。
対策: 塵の静電気を除電する。

SP

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

静電気による電界(帯電電圧)と塵埃付着の関係

クーロン力

帯電物体間に働く、吸引・反発作用であり、両物体が異極同士の場合吸引力、同極の場合は反発の力が働く。また一方が帯電し他方が帯電していない場合は、帯電した物が近くにあるときの誘導帯電により、吸着の力が働く。一般的にコンタミネーションを生じさせる作用は、重力、ブラウン運動(拡散)、静電気力であるが、粒径が数ミクロン以下の微粒子は静電気力が支配的となる。

$$F = \frac{Q1 Q2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

f : 二つの点電荷に働く力
Q1, Q2 : 電荷量
r : 二つの電荷の距離
 ϵ_0 : 空気の誘電率

SP

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

静電気による電界(帯電電圧)と塵埃付着の関係

Minimum Particle Diameter (um)	Tolerable Field (V/cm)
0.01	15
0.02	21
0.03	26
0.05	34
0.1	47
0.2	67
0.3	82
0.5	106
1	150
2	212
3	260
4	300
5	335
6	367
7	396
8	424
9	450
10	474

SP

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

一般の照明拡大鏡における レンズ・拡散板・ステージの帯電

- レンズの帯電(2kV程度)により、検査対象物へ誘導帯電を引き起こし、塵埃も付着・堆積する。
- 拡散板の帯電(2kV程度)により、検査対象物へ誘導帯電を引き起こし、塵埃も付着・堆積する。
- ステージの帯電(2kV程度)により、検査対象物へ誘導帯電を引き起こし、塵埃も付着・堆積する。

SP

HAA. HAA OPTICS CO., LTD. **一般の照明拡大鏡における
レンズ・拡散板の帯電**

旧型 SKKL-B
LSK-B

- レンズの帯電(2kV程度)により、検査対象物へ誘導帯電を引き起こし、塵埃も付着・堆積する。
- 拡散板の帯電(2kV程度)により、検査対象物へ誘導帯電を引き起こし、塵埃も付着・堆積する。

41

HAA. HAA OPTICS CO., LTD. **HAA光学製品のご紹介
ESD/ESA対策照明拡大鏡(ESKK-Bpro型)**

ESKK-Bpro型

- レンズ：拡散性領域以下の抵抗値へ変更
- アース接続端子に接続できるアイテム
リストストラップ 測定器 付属の静電気アース接続ケーブル
- 樹脂拡散板：拡散性領域以下の抵抗値へ変更
- アース接続端子：バナナプラグ対応
- 静電気対策マット
- システム全体の帯電：±5V以下
湿度45%、製品が正しくアースに接続されている場合

42

HAA. HAA OPTICS CO., LTD. **ESD/ESA対策照明拡大鏡
(ESKK-F/CFpro型)**

ESKK-Fpro型
ESKK-CFpro型

- レンズ：拡散性領域以下の抵抗値へ変更
- アース接続端子：バナナプラグ対応
- 樹脂拡散板：拡散性領域以下の抵抗値へ変更
- システム全体の帯電：±5V以下
湿度45%、製品が正しくアースに接続されている場合

43

HAA. HAA OPTICS CO., LTD. **交換用ESD対策交換レンズシステム
(オプション：2倍・3倍・4倍)**

まとまった数量のご要望があれば、他の倍率も検討可能です。

両面を拡散性領域以下の抵抗値へ変更

レンズ枠：拡散性領域以下の抵抗値へ変更

単体での帯電：±50V以下
測定条件：室温23℃
湿度12%
アース接続無

44

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

交換用ESD対策拡散板 (オプション)

拡散性領域以下の抵抗値へ変更

単体での帯電：±50V以下
測定条件：室温23℃
湿度12%
アース接続無

45

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

交換用ESD対策レンズカバー (オプション)

拡散性領域以下の抵抗値へ変更

単体での帯電：±50V以下
測定条件：室温23℃
湿度12%
アース接続無

46

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

ESDフリールーペ

・ルーペ倍率：線倍率10倍

未対策品表面抵抗値
R=測定範囲外H
(12乗以上)

対策品表面抵抗値
R=8乗台(拡散性)

静電気絶縁性

彩光部の樹脂の表面抵抗値
静電気絶縁性=>拡散性へ変更
ESDSに直接触れても、ESDSに影響なし

静電気拡散性材料：帯電した電荷を緩やかに拡散させる材料
↓
帯電したワークに接触しても、電荷が緩やかに拡散する。

47

HAA.
HAA OPTICS CO.,LTD.

--新製品その1-- 簡易ESD/ESA対策照明拡大鏡 ESKKスタンダードシリーズ

▶ 100V HBM 適合運用できる設計

ENVL-B ENVL-F ENVL-CF

+

ESD簡易対策交換レンズ
※B型のみステージも対策した

ESD対策拡散板

ESD対策レンズカバー


主要部品の帯電
±50V以下にて
運用可能

ESKKスタンダードシリーズとして設定

48

HAA. HAA OPTICS CO.,LTD. **--新製品その2--**
ESKKproPL(フォトリソ)シリーズ

▶ ESKKproシリーズのESD/ESA-SAFE性能



ESKK-Bpro ESKK-Fpro ESKK-CFpro

+

ピーク600nm,500nm以下カット, 黄色LED

||

ESKKproPLシリーズとして性能検証中

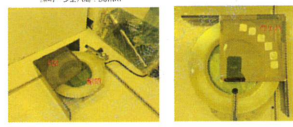
49

HAA. HAA OPTICS CO.,LTD. **CONFIDENTIAL**

膜厚実験 **CONFIDENTIAL** **測定方法** **CONFIDENTIAL**

各光線のレジストへの影響を曝露時間を高効率化して比較。前水層 2倍 (160nm) 4倍 (110nm)、15倍 (90nm) の位置で実施した。

【パターン構造】
 初期—ウエハ厚: 30mm



【レジスト塗布】
 レジスト塗布機

【レジスト】
 24H経過

光線	110nm	160nm	24H	2H	6H	12H	24H
g線	110nm	160nm	24H	2H	6H	12H	24H
ig線	110nm	160nm	24H	2H	6H	12H	24H
h線	110nm	160nm	24H	2H	6H	12H	24H

g線, ig線, h線各レジスト材を塗布した試料に照明直下高さ30mmの位置にマスクをセットし照度14kluxで資料を照らし、2,6,12,24H経過した時のレジスト残厚を測定した。

2Hの暴露では初期厚から変化なし、6Hで若干現象が始まり、24Hで膜厚ゼロになるという結果が得られた。

実用上4~5klux程度での使用になるため、膜厚減少時間は伸びます。

50

HAA. HAA OPTICS CO.,LTD.

**ご清聴
 ありがとうございました。**

2022年4月吉日
 エイチ・オー・エー光学(株) 営業技術部

転載禁止

51