

HAA.
HAA OPTICS CO., LTD.

オーツカ光学×エイチ・エー・エー光学 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9月吉日
株式会社エイチ・エー・エー光学 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エーエー光学の関係
- ▶ 2.外観検査とは
- ▶ 3.外観検査の方法
- ▶ 4.外観目視検査と照明の関係
- ▶ 5.倍率について
- ▶ 6.実体顕微鏡/照明拡大鏡の光学系
- ▶ 7.外観検査と被検査品のトレンド
- ▶ 8.オーツカ光学の照明拡大鏡の特長
- ▶ 9.HAA光学のESD/ESA対策照明拡大鏡
 - ・静電気とは?
 - ・ESD対策規格 (RCJS)
 - ・照明拡大鏡のESD未対策品/対策品の帯電電圧実測データ比較
- ▶ 10.Q&A



HAA.
HAA OPTICS CO., LTD.

OOTSKA 株式会社オーツカ光学

- ▶ 1.オーツカ光学とエイチエーエー光学の関係

世界では稀な照明拡大鏡専業メーカー。
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。

HAA.
HAA OPTICS CO., LTD.

▶ 2.外観検査とは?

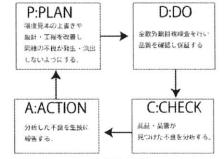
外観検査とは?

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。
色の比較で良否判定することは稀。

- ・外観目視検査(人間)
- ・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なう。
(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活動の一つのパートでもある。



不良の対策

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.
HAA OPTICS CO., LTD.

▶ 4.外観目視検査と照明の関係

光源の種類：

- > 落射照明
 - ・リング状の光源 => 影・ムラなく均一にワークを照らす。
 - ・ライン状の光源 => 光源の真下にワークを置き、光源に近いところで観察する
 - と、光源が投影されたワークを観察するという同軸照明に
 - 近い位置関係になります。一方、視野とワークに対して少し離れたところに照明を配することであえて影を作り出し
 - コントラスト差によりワーク表面の凹凸を可視化する位置
 - 関係にもできます。
- > 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できる。
- > 透過照明 => 透過性のあるワークに下から光を当てて観察できる。

HAA.
HAA OPTICS CO., LTD.

▶ 5.倍率について

▶ 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 | 1.4倍 | 3.9倍 | 10倍以上 |
| (目視) | (拡大鏡) | | (実体顕微鏡) |

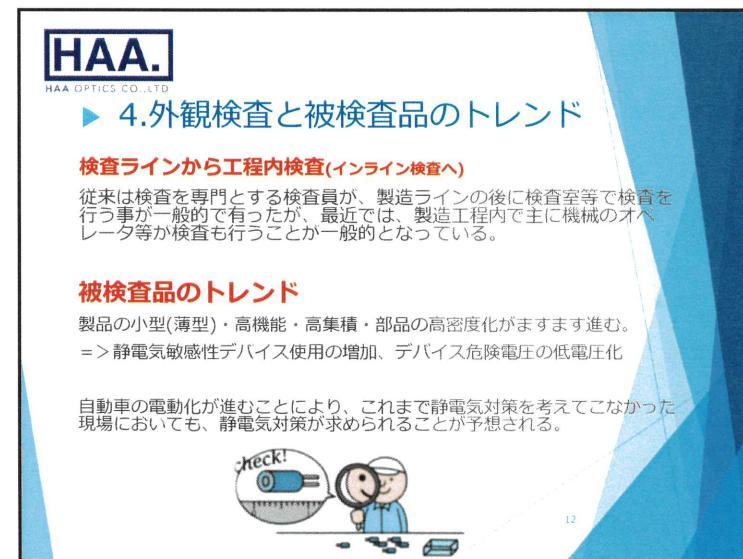
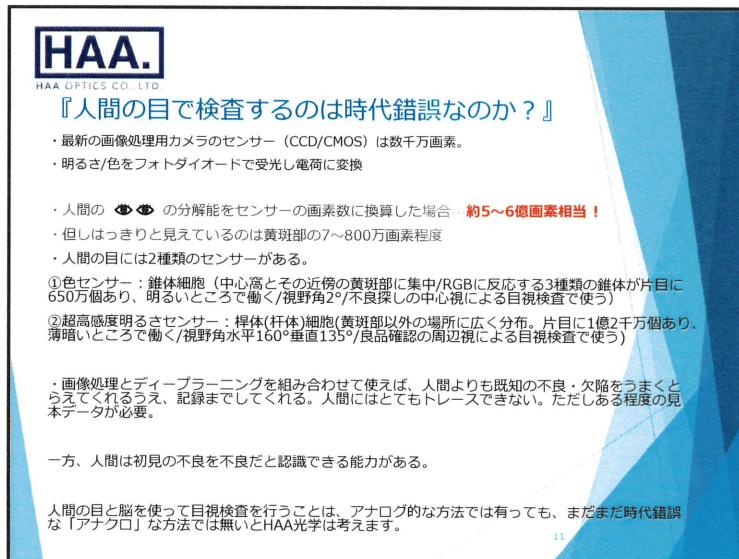
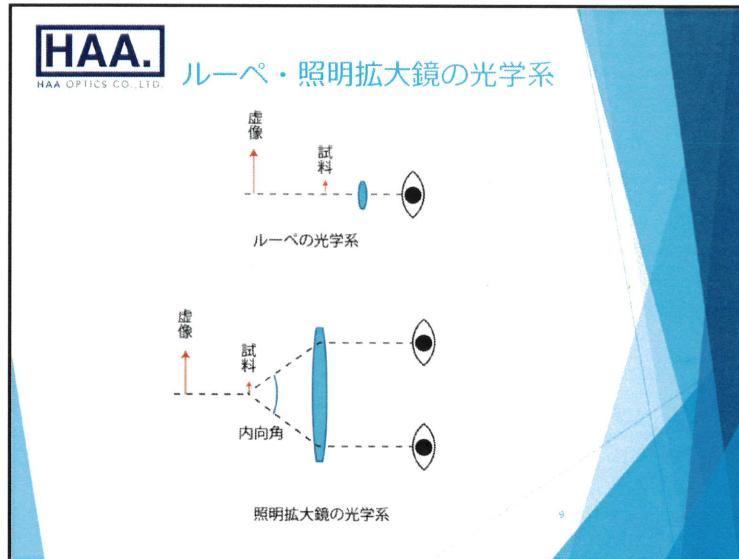
HAA.
HAA OPTICS CO., LTD.

実体顕微鏡の光学系

▶ 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.
HAA OPTICS CO., LTD.

工程内での検査例(一般環境)

HAA.
HAA OPTICS CO., LTD.

工程内での検査例(クリーンルーム内)

製造工程内での検査の様子

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.
HAA OPTICS CO., LTD.

▶ 5.オーツカ光学の照明拡大鏡の特長 「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例をご紹介

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している。しかし、蛍光灯は入手しにくくなっている。
近い将来、全てが固体光源化(LED、有機EL)するには避けられない状況。

| | 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射部を設計 | |
| 調光 | 可: MAX～約50%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 | |
| 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 樹脂遮散板が耐れにくい |
| 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 温度が低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 樹脂遮散板が静電気を帯びやすい 故障の修理料に出す必要がある |

17

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 ENFL Illuminance [lx] (2019 Feb～) | NEW SKKL Illuminance [lx] (2018 Feb～) | LED lamp Ver. NEW SKK(GOLD SKKL) Illuminance [lx] | Fluorescent lamp Ver. FCL20N Illuminance [lx] |
|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| 2X | 140 | 4700~240 | 3200 | 3000 | 3400 |
| 3X | 130 | 5800~300 | 3800 | 3600 | 4100 |
| 4X | 110 | 6500~330 | 4500 | 4100 | 4700 |
| 6X | 80 | 7200~340 | 5100 | 4800 | 5200 |
| 8X | 54 | 7000~350 | 4800 | 4800 | 4800 |
| 10X | 43 | 6500~330 | 4100 | 4400 | 4100 |
| 12X | 35 | 5900~300 | 3800 | 3700 | 3900 |
| 15X | 30 | 5800~290 | 3800 | 3700 | 3800 |

ボリュームつまみ有
ボリュームつまみ無
スイッチが金属グル
スイッチが樹脂白押しボタン

※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≥1000lx、非常に精密な視作業≥1500lx、超精密な視作業≥2000lx 全て適合です。

18

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)

19

HAA.
HAA OPTICS CO., LTD.

▶ 5.オーツカ光学の照明拡大鏡の特長
照明拡大鏡を使った検査時に疲労を低減する工夫

- ▶ 亂視 : 眼鏡やコンタクトで乱視を補正した状態で拡大鏡を使用する。
- ▶ 作業姿勢 : レンズの上に覆いかぶさるような姿勢での長時間作業は疲れるため、背骨が曲がらない状態で、ワークの見たい部分とレンズの中心と目が光軸上で一直線になる位置関係でセッティングするのが、一番収差と疲労が少ない。

20

HAA. > 5.オーツカ光学の照明拡大鏡の特長
照明拡大鏡を使った検査時に疲労を低減する工夫

- ▶ レンズの反射：反射が少ない方がレンズに入ってくる情報量が増えたため検査の精度が上がり、疲労低減につながる。
- ▶ レンズの倍率：見える範囲でできる限り低い倍率を選ぶと疲労低減につながる。
- ▶ 照明：検査項目に色の比較等、色の評価に関する項目がある場合は、ワーク面照度が2000lx以上確保でき、Raが90以上となるような照明を選ぶといい。
- ▶ 照明：検査項目に色に関する項目がなく、明暗のコントラストや反射性の高いワークにライン照明を投影して反射光を見ながら検査する場合は、見えるのであれは限りなく低い照度で検査するとよい。この場合、拡大鏡や作業照明の照度をいくら低く設定しても、周辺の環境光が明るい場合は効果はほんくなってしまうため、検査ブースなどで環境光を遮断する等の工夫が必要。

21

HAA.

| 対応製品と照明配直以外の特長 | |
|----------------|---|
| レンズ | SKKL ENVL ESKK LSK ラウンドシリーズ ラウンドシリーズ ESD対策ラウンドシリーズ ワイドシリーズ・AR標準 LED照明 LED照明 LED照明・調光可 LED照明・調光可 OLIGHTF ラウンドシリーズ・蛍光管照明・インバータ |
| ランプ | OLIGHT3 レクタングル レクタングル・インバータ OLIGHT3L レクタングル レクタングル・調光可 |
| ランプ | OLIGHT5 BIG レクタングル BIG レクタングル・AR標準 EL270F 高耐久性断下照明 (S1灯、D2灯) 有機 EL ライトハネル・調光可 |
| ランプ | OLIGHT6 BIG レクタングル・AR標準 GELEX 有機 EL 照明・調光可 TE270S/D 高耐久性断下照明 (S1灯、D2灯) 有機 EL ライトハネル・調光可 |
| 表面 | パーライト2 パーライト3 パーライト530 表面用凸鏡照明 表面用凸鏡照明 表面用凸鏡照明 照射角L: 24mm 照射角L: 24mm 照射角L: 530mm (垂直方向発散角6°) (垂直方向発散角6°) (垂直方向発散角6°) |
| 表面 | ボアーレーベ サーフライト φ40レンズ LED 同軸反射照明 表面用凸鏡照明 表面用凸鏡照明 照射角L: 130X50mm - AR標準 LED 同軸反射照明 LED 同軸反射照明・調光可 |
| 表面 | SKKL-CL ENVL-CL LSK-CL OLIGHT5-CL ラウンドシリーズ ラウンドシリーズ ワイドシリーズ・AR標準 LED照明+調光可 LED照明+調光可 LED照明+調光可 +LED 透過照明 +LED 透過照明 +LED 透過照明・調光可 |
| 表面 | LZ-1 LED 透過照明 調光・調光可 |

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)
レクタングルシリーズ 有効レンズ寸法 : 139X103 倍率 (2,3,5)
BIGレクタングルシリーズ 有効レンズ寸法 : 180X120 倍率 (2,4)

22

HAA. オーツカ光学新製品のご案内

デモ機ございます

OLIGHT6シリーズのOLED照明は角度可変式です。ワークに光源を投影しやすくなります。

TE270S TE270D 設置例

23

HAA.

▶ 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. 誘導帶電
6. 静電気による電界(帯電電圧)と塵埃着の関係
7. HAA光学製品のご紹介
8. Q&A

24



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
- 2 kV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

25



日本における静電気対策の規格

- HAA OPTICS CO., LTD.
- ▶ 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が誘導帶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・誘導帶電の要因を排除する。

26



RCJS-5-1(第3版：2016)の適用範囲

HAA OPTICS CO., LTD.

▶ 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) を保護するため的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、維持管理するかの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。

27



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



28



静電気対策用語

From IEC 61340 5-1 Standard:

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

29



静電気対策用語

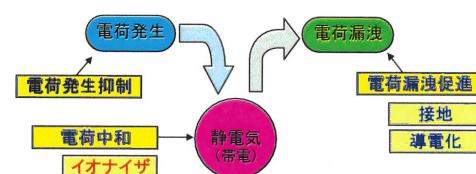
From IEC 61340 5-1 Standard:

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

30



帯電防止対策概要



| 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) |

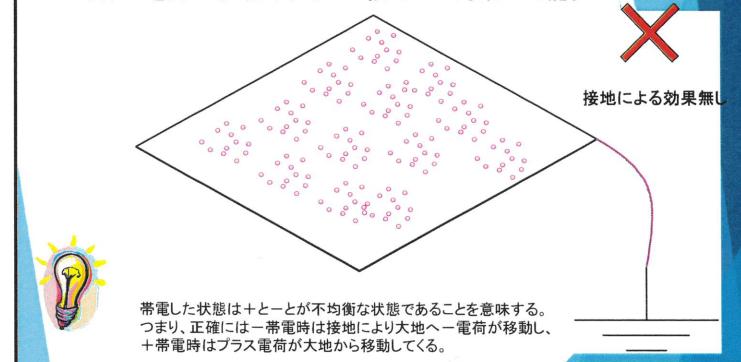


31

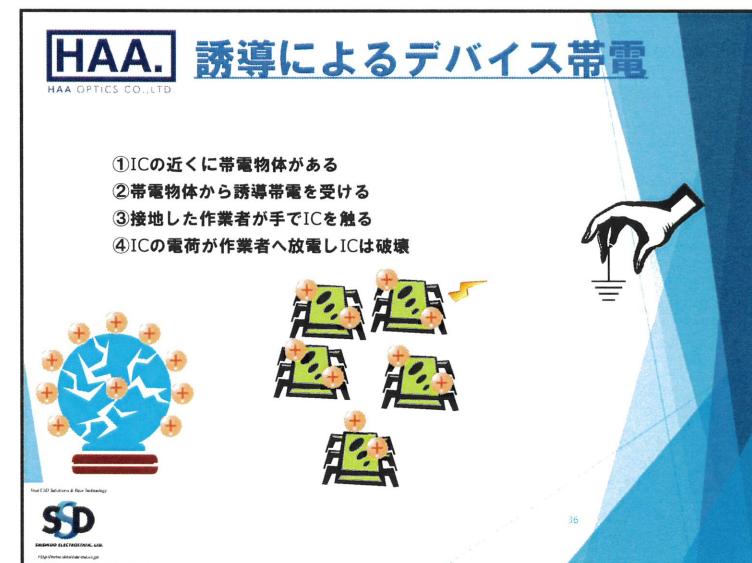
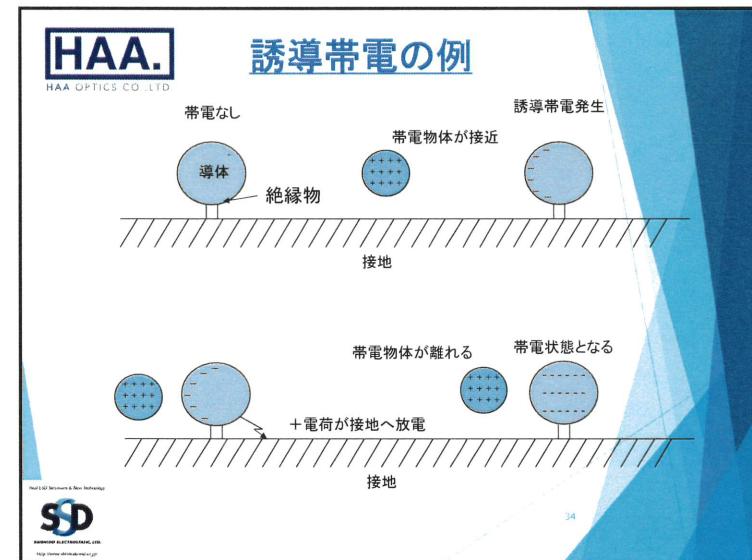
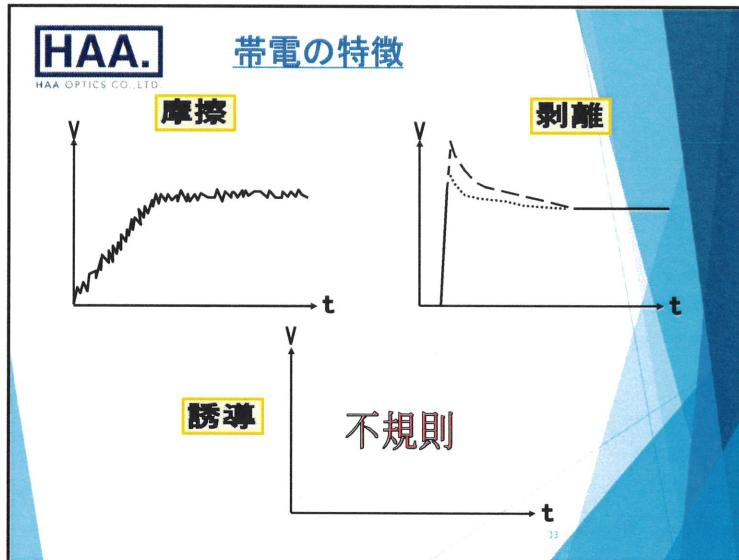


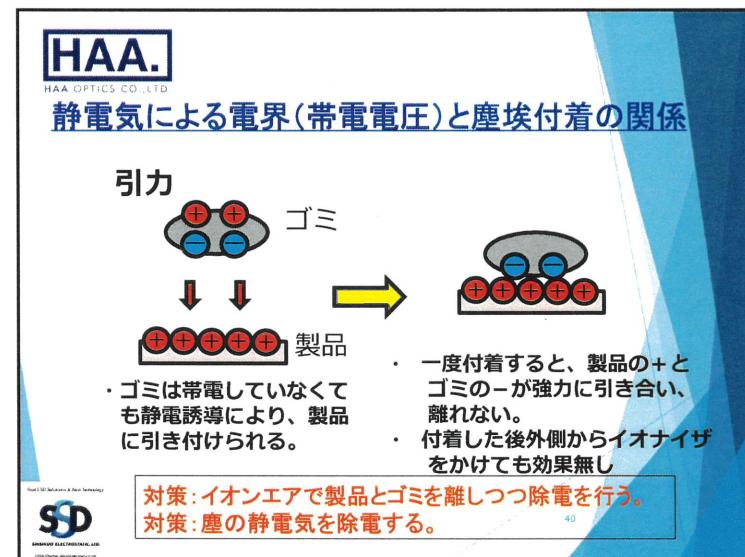
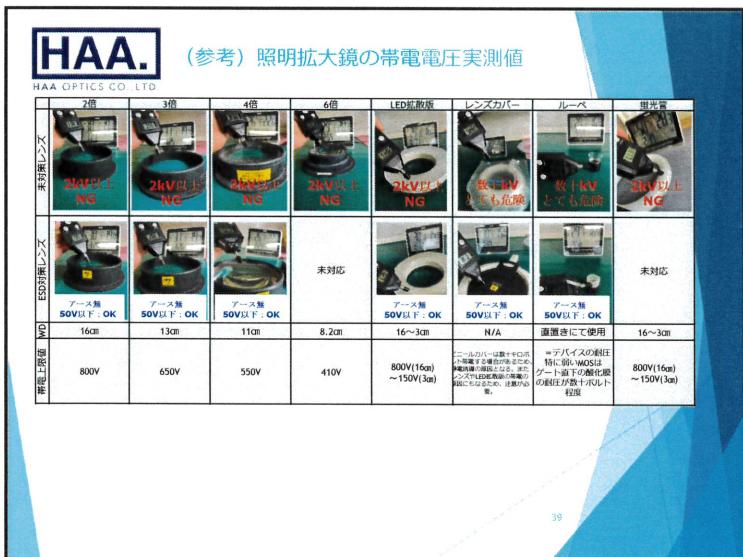
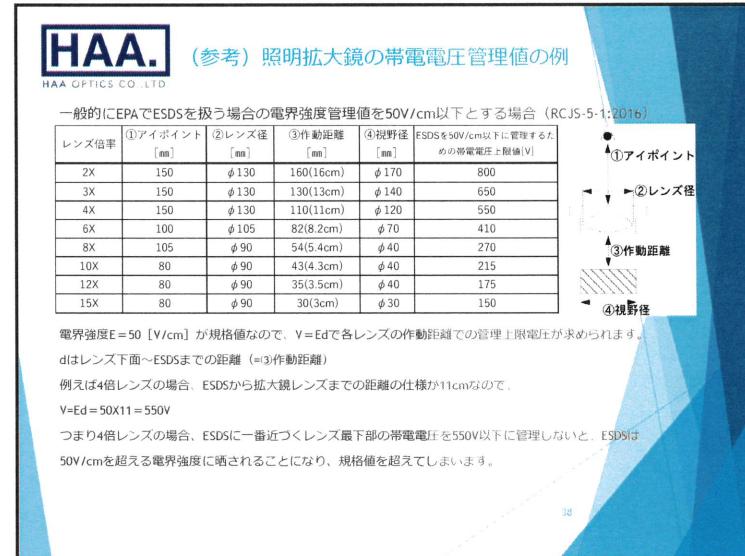
静電気の特性

- 絶縁材は電荷が表面を移動出来ず接地では逃がすことが出来ない。帯電量 = 発生量 - 減衰量
- 導体は電荷が移動出来るので接地にて対策が可能。



32





HAA. 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、プラン運動(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。

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

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

41

Alfa LSI Solutions & New Technology
SSD
 SHIMADZU ELECTRONIC CO., LTD.
<http://www.alfa-lsi.com>

HAA. 静電気による電界(帯電電圧)と塵埃付着の関係

| Minimum Particle Diameter (μm) | 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 |

42

Alfa LSI Solutions & New Technology
SSD
 SHIMADZU ELECTRONIC CO., LTD.
<http://www.alfa-lsi.com>

HAA. 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。

43

HAA. 一般の照明拡大鏡におけるレンズ・拡散板の帯電



- 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。

44



HAA. HAA OPTICS CO., LTD. 交換用ESD対策レンズカバー（オプション）

49

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 ESD対策拡散板 ESD対策レンズカバー
※B型のみステージも対策した

|| ESKKスタンダードシリーズとして設定

90

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

51

HAA. HAA OPTICS CO., LTD. 対照実験 CONFIDENTIAL

各光路の各レジストへの影響を確認時間変化させた比較。拡大率 2倍 (160mm)、4倍 (110mm)、15倍 (30mm) の位置で実施した。

半導体ウエハ → レジスト前処理 → マスク → [レジスト材] → [マスク] → [露光] → [現像] → [露光] → [現像] → [露光] → [現像] → [露光] → [現像]

●[レジスト]前: Device: KMG1, RT: 10sec, pre-bake: 100deg 90sec, Device: KMG1, RT: 10sec, post-bake: 120deg 90sec

●[レジスト]前: Device: KMG1, RT: 10sec, pre-bake: 100deg 90sec, Device: KMG1, RT: 10sec, post-bake: 120deg 90sec

●[レジスト]前: Device: KMG1, RT: 10sec, pre-bake: 100deg 90sec, Device: KMG1, RT: 10sec, post-bake: 120deg 90sec

初期値 990nm

| 時間 | 15min. | 30min. | 1h | 2h | 6h | 12h | 24h |
|-----|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 初期値 | 990nm | 990nm | 990nm | 990nm | 990nm | 990nm | 990nm |
| 初期値 | 990nm | 990nm | 990nm | 990nm | 990nm | 990nm | 990nm |
| 初期値 | 990nm | 990nm | 990nm | 990nm | 990nm | 990nm | 990nm |

初期値 1290nm

| 時間 | 15min. | 30min. | 1h | 2h | 6h | 12h | 24h |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 初期値 | 1290nm |
| 初期値 | 1290nm |
| 初期値 | 1290nm |

初期値 890nm

| 時間 | 15min. | 30min. | 1h | 2h | 6h | 12h | 24h |
|-----|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 初期値 | 890nm | 890nm | 890nm | 890nm | 890nm | 890nm | 890nm |
| 初期値 | 890nm | 890nm | 890nm | 890nm | 890nm | 890nm | 890nm |
| 初期値 | 890nm | 890nm | 890nm | 890nm | 890nm | 890nm | 890nm |

対照実験 製版一ウェーブ: 30nm

g線, Ig線, Ig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。

52

