



一般財団法人 日本電子部品信頼性センター
Reliability Center for Electronic Components of Japan



BlueVision

～ESD可視カメラ～

高感度紫外線検出によるESD可視化

ご協力: 沼津高専 大津研究室

株式会社ブルービジョン

長谷川孝美

2019年11月

Contents

- 会社案内 Mission
- 分光Imagingとは
- 既存技術
- ESD可視カメラ開発意図
- 先行研究
- 剥離放電
- チャージプレートモニターの電圧依存性
- ESDガンの電圧依存性
- 参考資料

(株) ブルービジョン ご案内



英名 : BlueVision Ltd., Japan
設立 2009年4月16日
所在地 横浜市港北区新横浜1-13-12
資本金 9,000万円
従業員 20名 (45名 製造部門を含む)

事業内容

プリズム分光方式カメラの企画、設計、製造及び販売
可視光からSWIR光カメラの企画、設計、製造及び販売
その他特殊プリズムカメラの企画、設計、製造及び販売

Mission

(株)ブルービジョンは、プリズムを用いた高度な分光イメージングカメラと専用レンズをお客様に提供することで、産業分野における生産性向上に貢献します

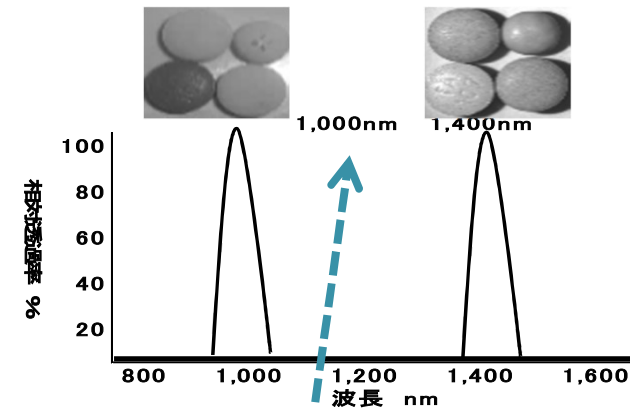
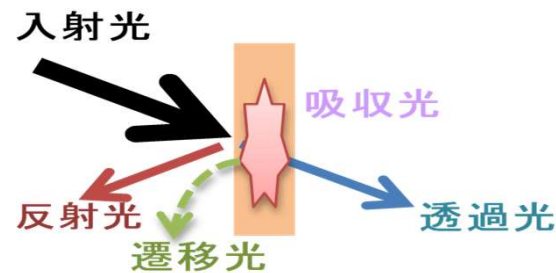
プリズム分光によるマルチ特定波長の画像化

分光Imagingとは

被写体に対して特定の波長が入射したとき、**波長に依存**して光の反射、吸収、透過、遷移が違うことを画像化すること。【Spectroscopyの分野】

被写体の反応（総和）

- 反射
- 透過
- 吸収
- 遷移
(偏光)



1000nmの光源と1400nmの光源では得られる反射画像に差異がでる

一方、センサーは光入力をエネルギー（光子）として捕らえるため、波長の認識ができない。従って波長情報を得るためには光学的な方法（分光）を採用する必要がある。1個のセンサーは一つの反応しか撮像できないが、プリズム分光は複数の反応が撮像できるので定量的な測定しやすい

Prism分光 得意な分野 プリズム分光カメラ



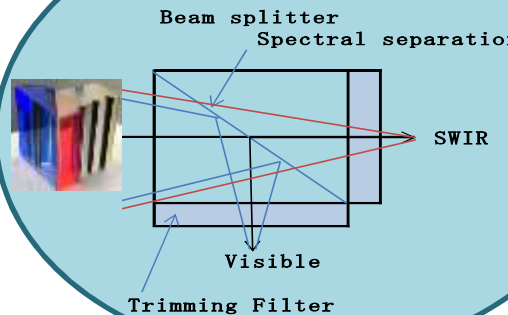
波長の違う数
種類の光源

Prism
Camera専用
Lens



複数の波長による定量解析

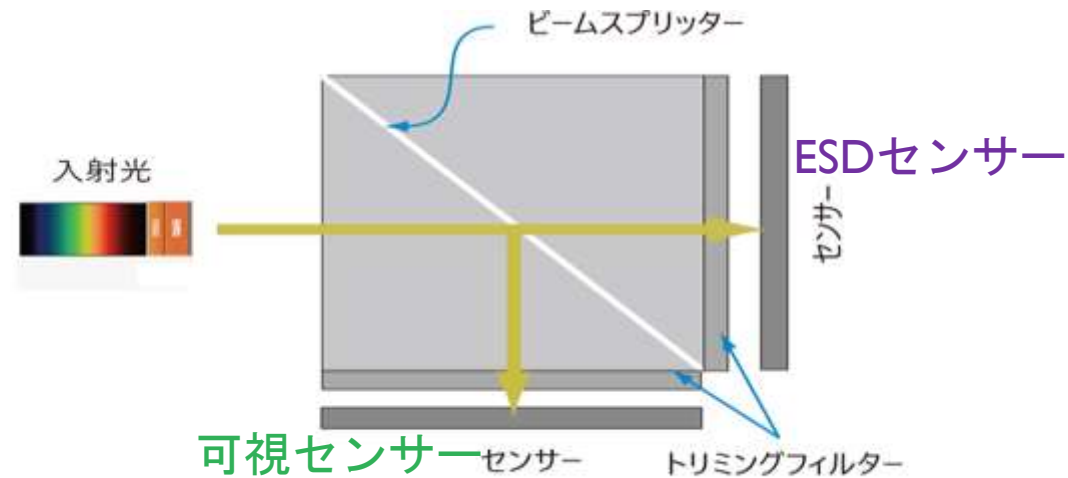
Prism分光



可視光からSWIR
帯域のSensor選
択

SensorとPrismの
接着技術

2波長分光カメラ



Model	ビームスプリッター	トリミングフィルター
BV-C3200	ハーフミラー	ショートパス、ロングパス
BV-C3300	P波（偏光）S波（偏光）分離	—
BV-C3500	ハーフミラー	可視光帯域、SWIR光帯域

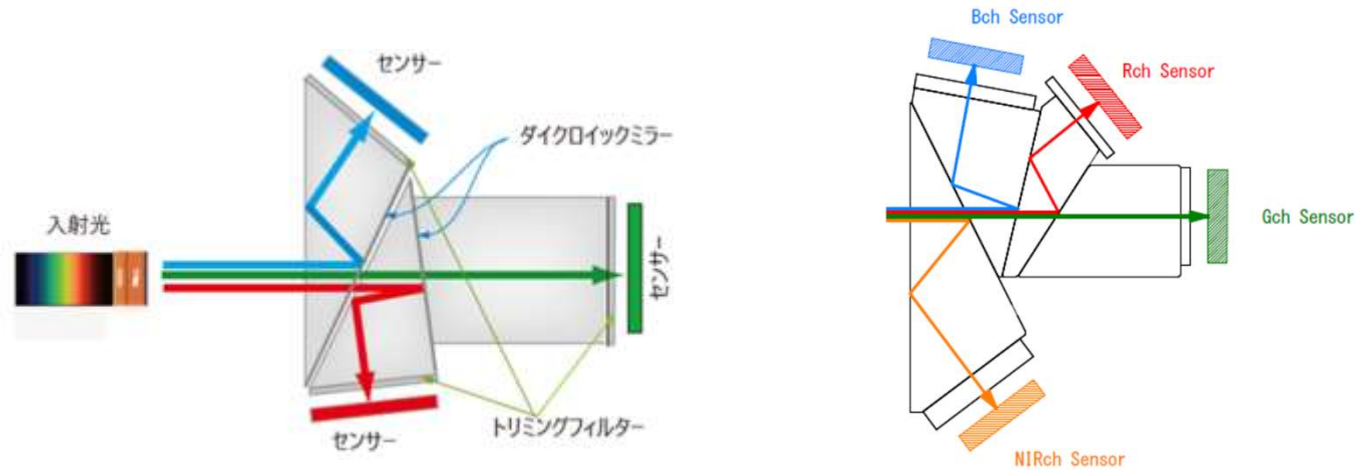
ビームスプリッター、トリミングフィルターを要望に合わせ設計、生産いたします

3波長/4波長プリズム

分光カメラ



BlueVision



Model	ダイクロイックミラー	トリミングフィルター
BV-C5400	B/R反射、G透過	R, G, B各帯域
BV-C8320	B/R反射、G透過	R, G, B各帯域
BV-C6100	B, R, NIR反射、G透過	B, G, R, NIR各帯域

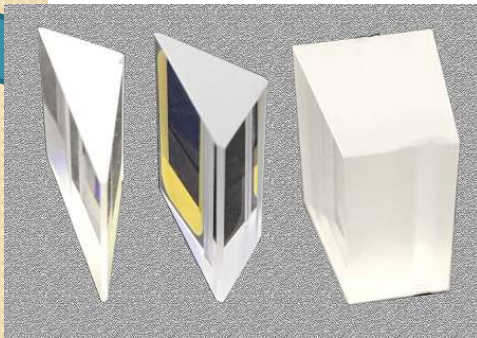
ダイクロイックミラー、トリミングフィルターを工夫することにより、可視光、NIR、SWIRに分離することができます

原理・特長 プリズムブロック

個々のプリズムの分光特性設計

誘電体物質による多層薄膜コーティング

高屈折率 TiO_2 低屈折率 SiO_2



プリズムブロックの組み立て・貼り合わせ



プリズムブロックへ
センサーAss'yの貼り付け



既存技術

静電気放電位置可視化装置 (愛称：ステルススナイパー)

先行技術は、ESD発生時に発生する電波である
GHz帯域の電磁波を複数位置で受信し、視化している

既存技術 御社の製造工程や現場で発生する

静電気でお困り ではありませんか？



↓
静電気 トラブル解決のお手伝い をいたします！

↓
世界初！静電気放電位置可視化装置
で静電気の放電位置が見える化できます！

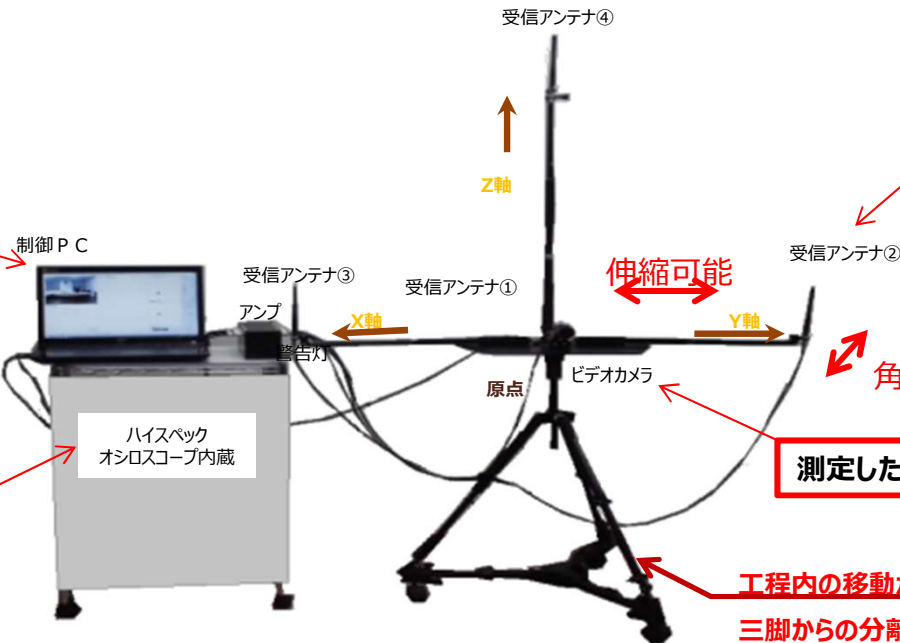
↓
現象の見える化 で、対策漏れの発見 や
原因究明 に役立ちます。

既存技術 静電気放電位置可視化装置
ESD Point Visualizer



装置の概要

放電位置座標を演算
放電位置の可視化
各種解析結果を表示



静電気起因の電磁波を受信

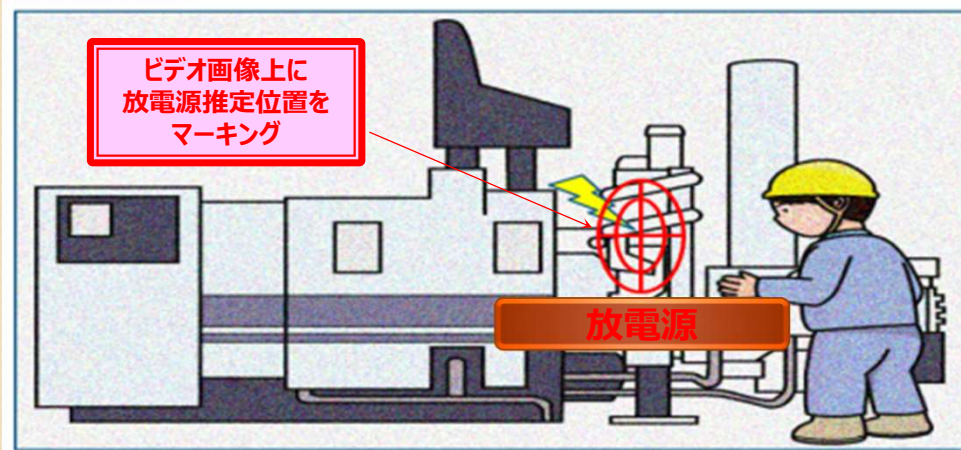
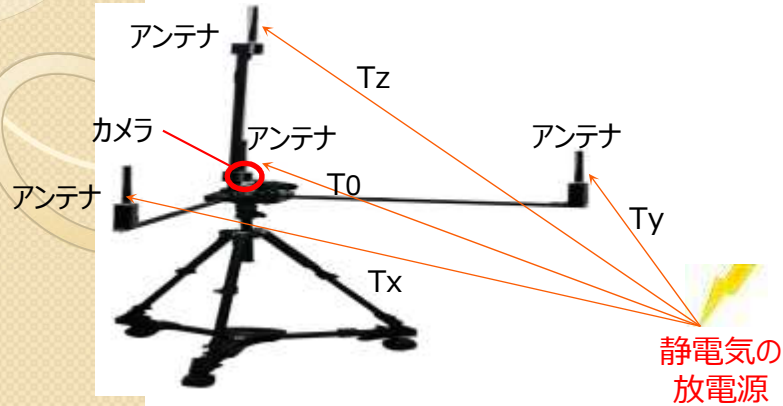
角度可変 (任意の位置に配置可能)

測定したい工程を監視

工程内の移動が容易!
三脚からの分離も可能!

アンテナで取得した波形を
超高速サンプリング処理

既存技術【測定原理と仕組み】



原点位置に設置されたビデオカメラ画像

放電源から発せられた電磁波を
4本の受信アンテナで受信

受信波の到達時間差から
放電源の3次元座標を算出

※GPSの原理に類似

演算で求めた放電源の (X,Y,Z) 座標

原点に設置したビデオカメラで撮影した
画像上のどの位置に相当するか演算

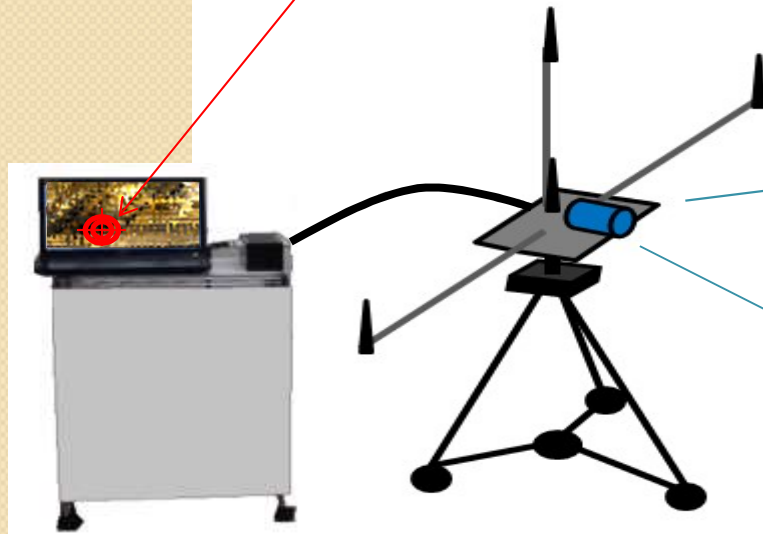
静電気放電源推定位置を
ビデオ画像上にマーキング表示

視覚的に
静電気放電源が
見える (分かる) !

画期的!

既存技術 測定の様子

静電気放電発生位置
パソコンのモニター上に可視化



製造工程に
向けて
測定



製造工程

5 m以内に設置

既存技術 具体的な測定例

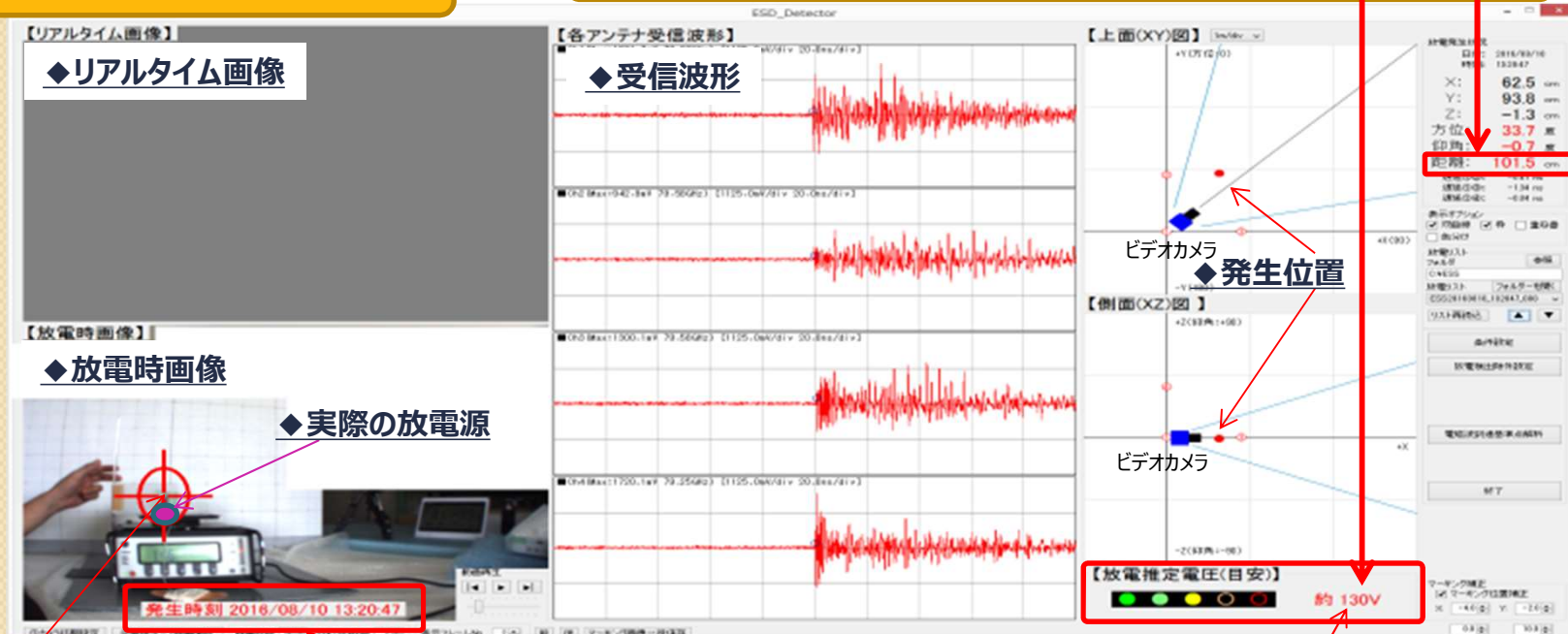
(実験条件)

- ※ 発生源 :
チャージプレートモニターを使用
- (1) 放電源との距離 : **100cm**
- (2) 放電電圧 : **150V**



(実験結果) ★ほぼ正確に放電源発生情報を算出★

- ※ 発生源のマーキング位置 : 放電源とのずれ 約2cm
- (1) 算出距離結果 : **101.5cm**
- (2) 放電電圧推定値 : **130V**



◆ 放電源推定位置

◆ 発生時刻

◆ 放電電圧 (推定値)

ESD 放電可視カメラ開発の動機

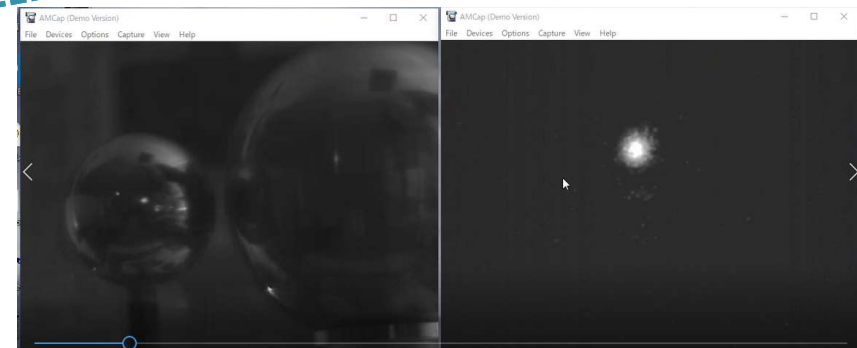
ESDは、工場火災、電子部品の品質劣化等の原因となっている。ESDを改善するツールとして、ESDがいつどこで発生したか、画像で見る手段があれば、社会貢献ができると考えた。論文を精査すると、コロナ放電時の光、火災時に発生する紫外線が、ESD時に発生する波長と近いと考えた。この紫外線を、高感度撮像を行い、画像化することにより、GHz帯域の電磁波を受信する方法と異なった応用ができると考えた。



放電イメージ 放電現象の可視化

目的：200V前後の微小な静電気の放電がどこで発生したか画像化しました

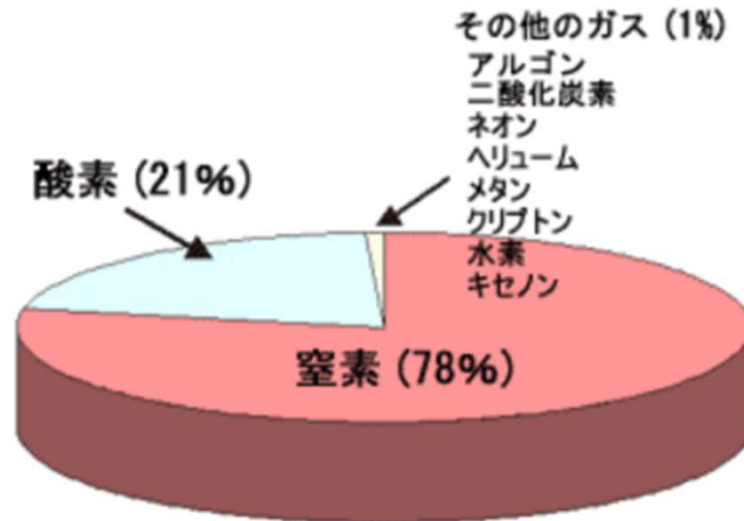
製品：BV-C2950



可視カメラの画像に放電場所を表示

先行研究 ESD検出と原理

- 空気中の成分である窒素、酸素が主に発光する。弊社は、窒素が持っている発光スペクトルの特に紫外線領域に着目した。発光エネルギーが非常に小さいため、蛍光灯の波長、エネルギーと分離する必要があると考えた。[1, 2, 3] 論文等にてコロナ放電等、放電時にGHz帯域の電磁波と300nm付近のNUV（近紫外線）を放出することが知られている。



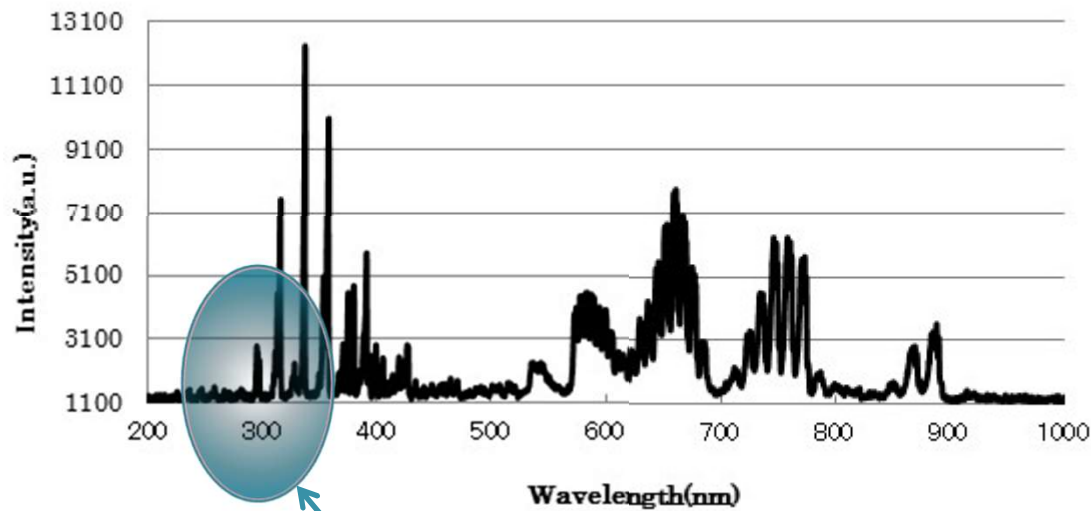
空気中の成分

放電のプロセス
摩擦・・・帯電・・・放電
大気の絶縁破壊の電界強度を
超えると放電

先行研究 ESD検出と原理

窒素プラズマのスペクトル BlueVision

下図は、マイクロ波で励起された窒素プラズマの発光スペクトルである



アリオス(株)HPより

この波長帯に着目

BV-C2950

ESD検出と原理

- ESD（静電気破壊）のモニターリングに力を発揮する、超高感度カメラを開発しました。放電時に発生する電磁波に含まれる、紫外線を超高感度で撮像し、低電圧レベルの放電現象がいつ、どこで発生したか、モニターリングすることを目的として製品化しています。放電を検出するカメラと被写体を撮像する可視カメラも持っていますので、どこで放電が発生したか、精度よく検出が可能です。

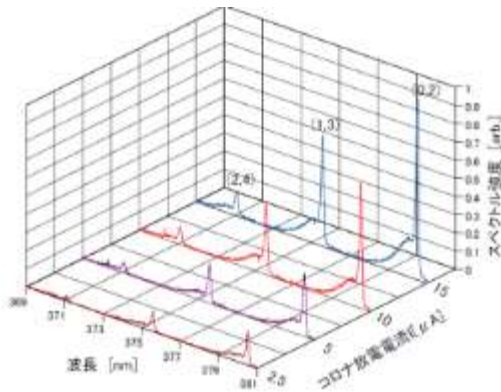
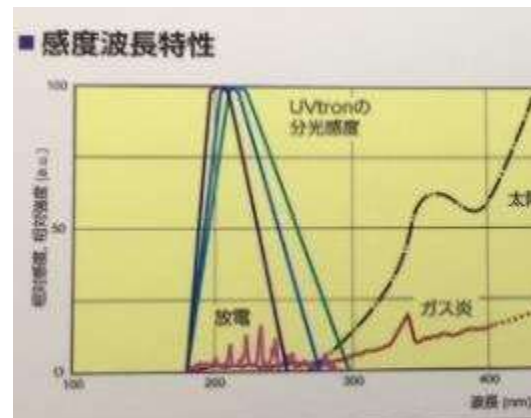


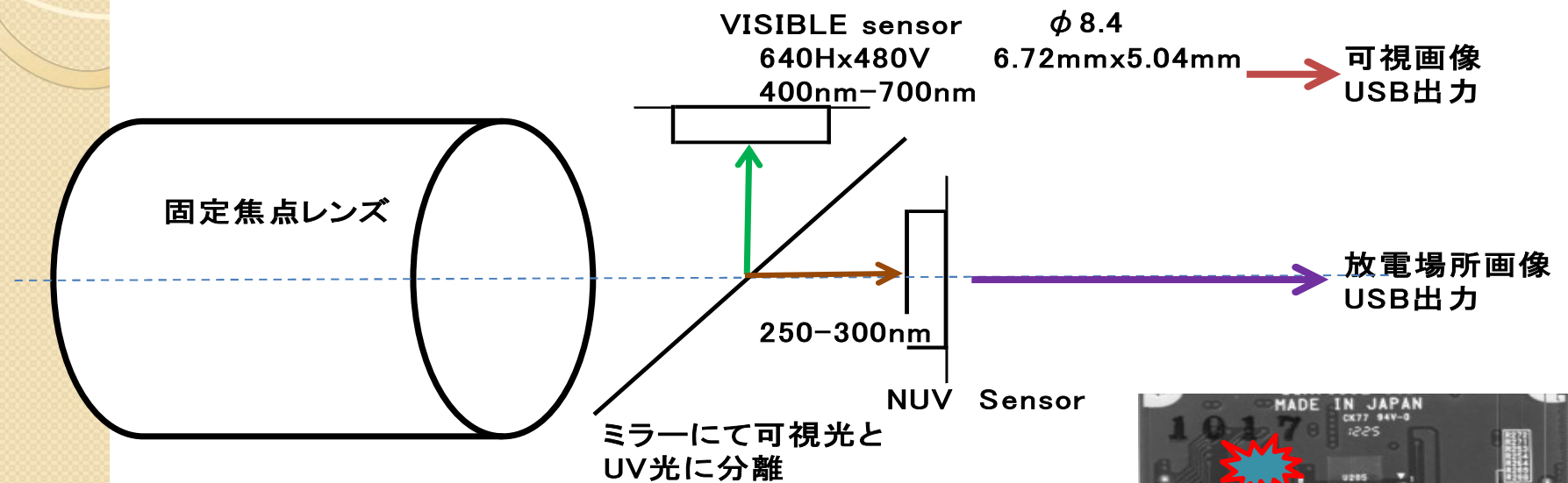
図2 2P(0,2)系列のスペクトル強度



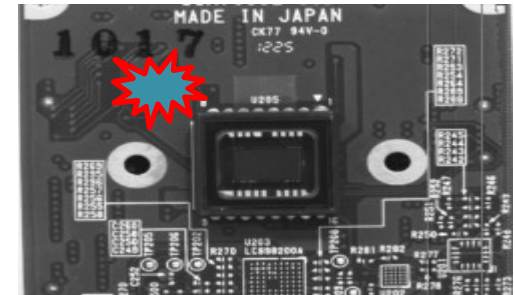
論文等にてコロナ放電等、放電時にGHz帯域の電磁波と300nm付近のNUV（近紫外線）を放出することが知られています

H17 横山他 福岡大学 電気関係学会
浜松ホトニクス社資料

BV-C2950 カメラ構成図



NUVセンサーは約10万倍のゲイン



ESD 剥離放電可視画像 BV-C2950



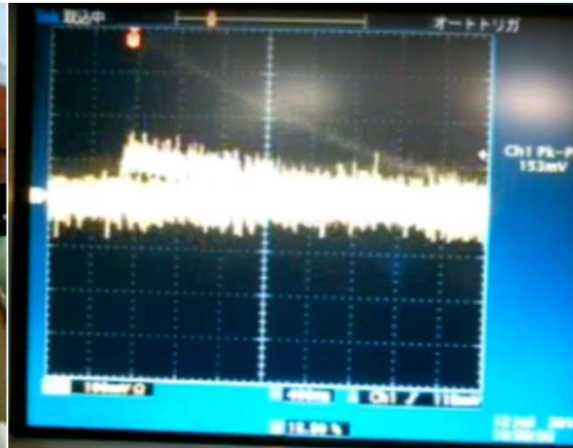
ご協力: 沼津高専 大津研究室

株式会社ブルービジョン 2019年9月23日

剥離放電 放電発生方法と評価



作業台上でフィルムを剥離してESD発生



発生したESDの電磁波による確認



発生した紫外光を撮像

剥離放電 放電発生方法と評価

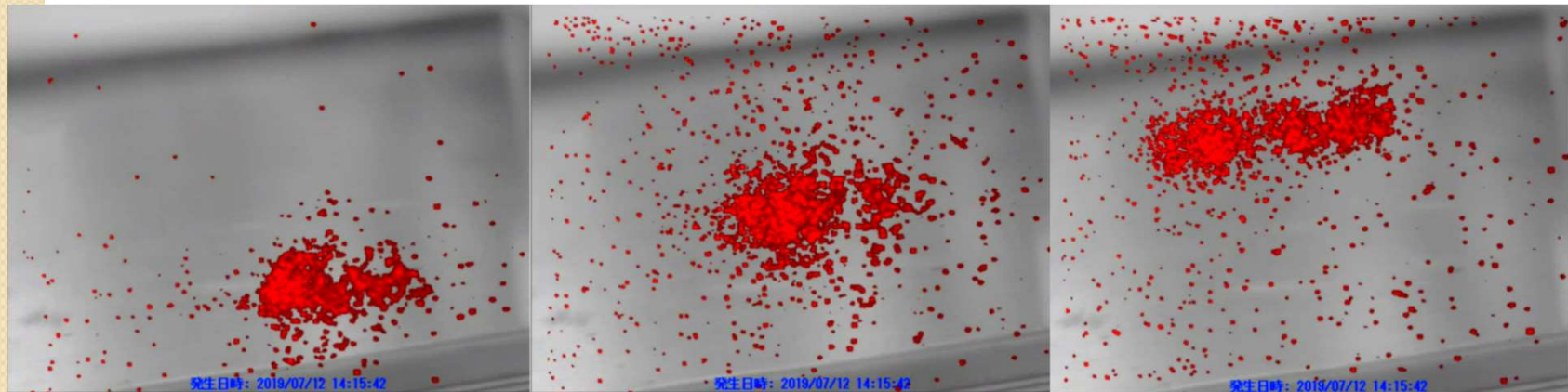


可視光カメラ画像
フィルム移動の確認

ESDカメラ画像

可視光とESD画像の
合成画像

剥離放電 剥離されながらESD画像が移動する様子



剥離開始

剥離途中

剥離後半

合成画像中の赤い像の塊がESD画像です
どこでどのようなESDが発生したか、画像にて確認ができます

剥離放電 剥離速度と放電エネルギーの関係

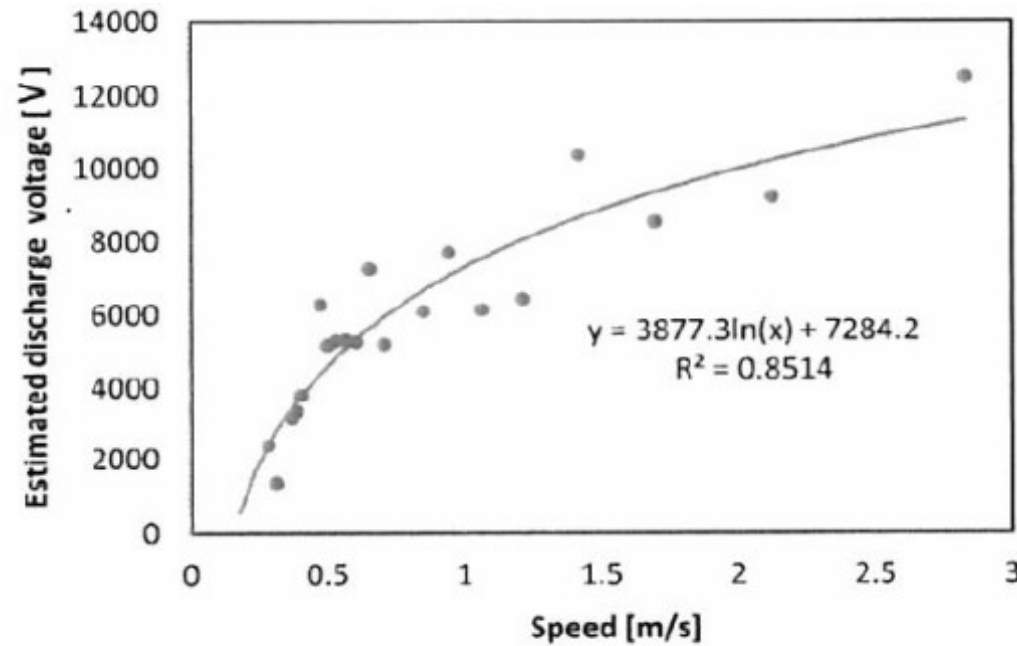


Fig 4 Estimated discharge voltage vs. Peel speed

剥離速度が速いほど、放電電圧が高い

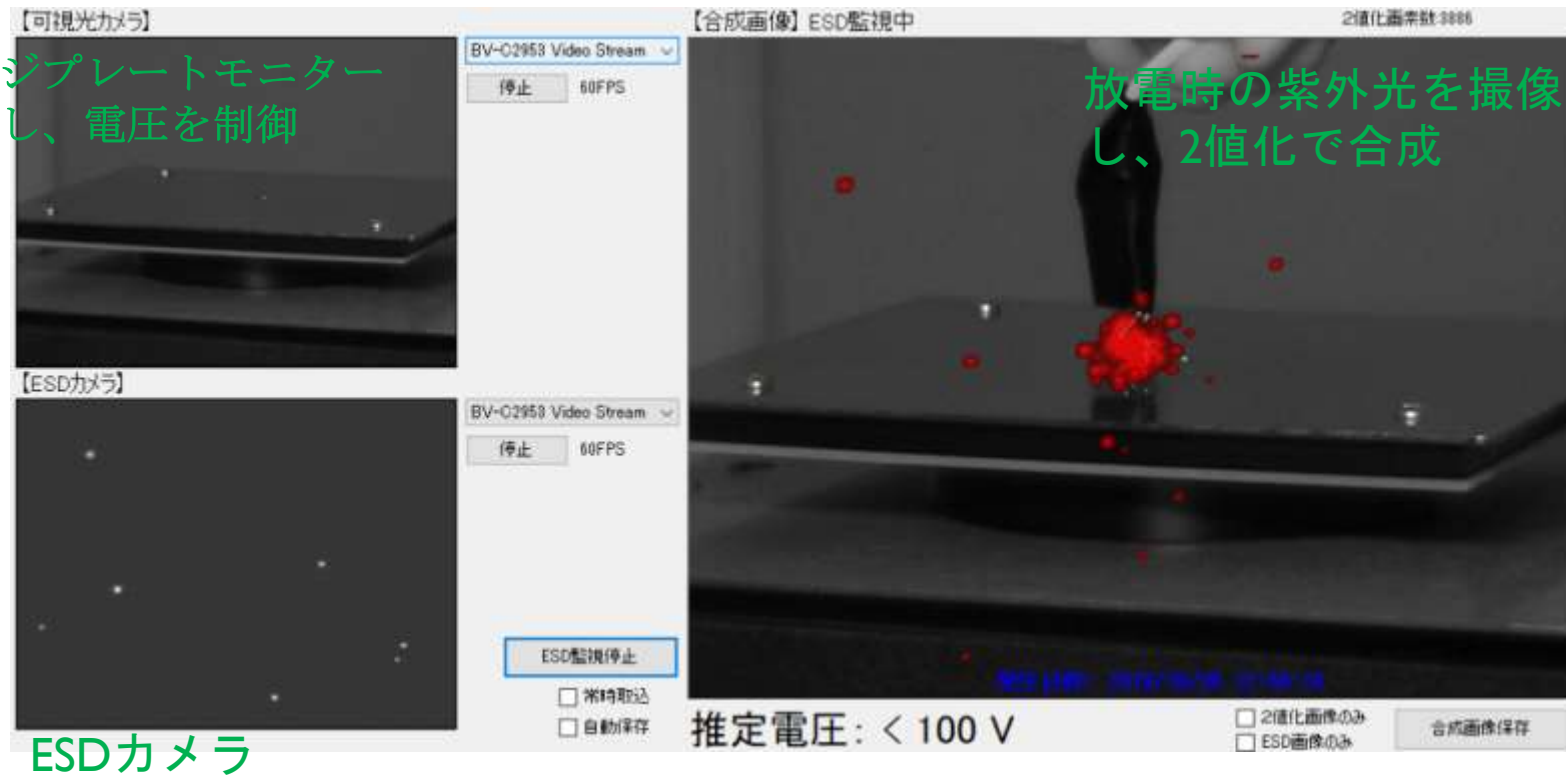
チャージプレートモニターの電圧依存性 ANSI/ESD-STM3.1-2000

BV-C2950



剥離放電 チャージプレートモニターの電圧依存性

チャージプレートモニターに帯電し、電圧を制御

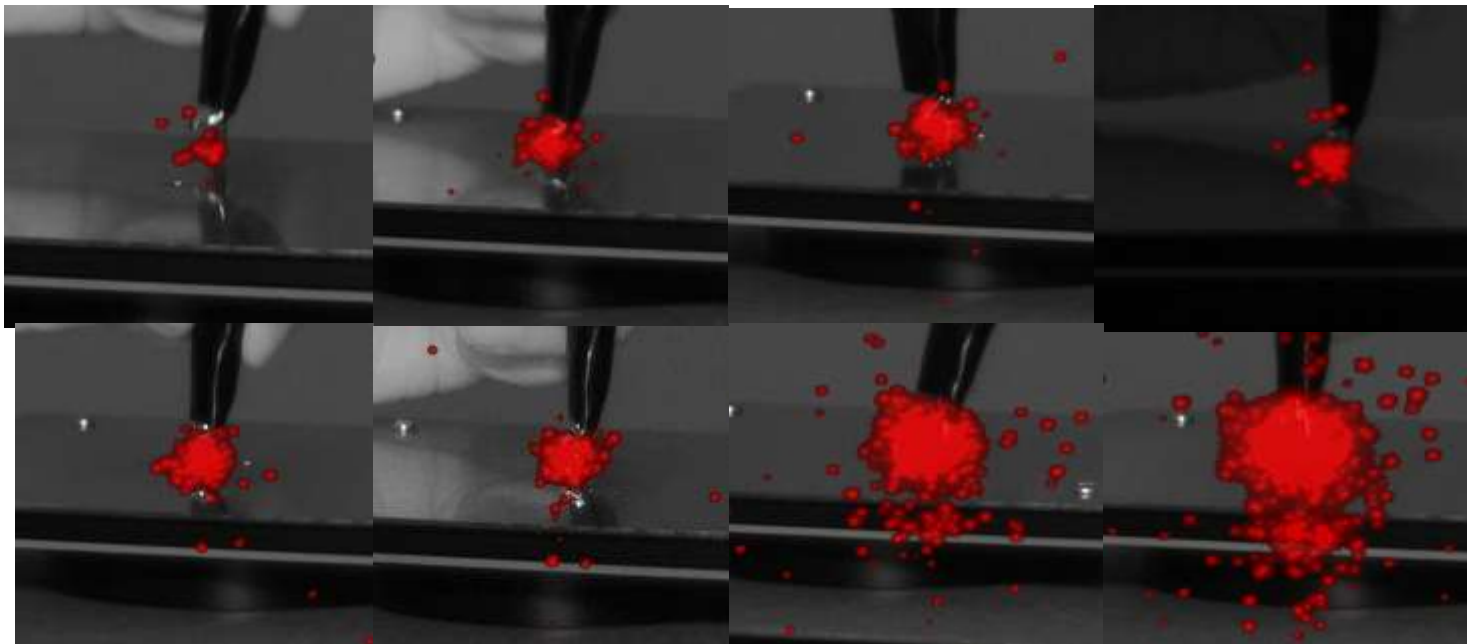


チャージプレートモニターに帯電し、GNDに放電する。
この時に発生する紫外線を撮像（200V時の放電画像）

剥離放電 チャージプレートモニターの電圧依存性

100V

200V



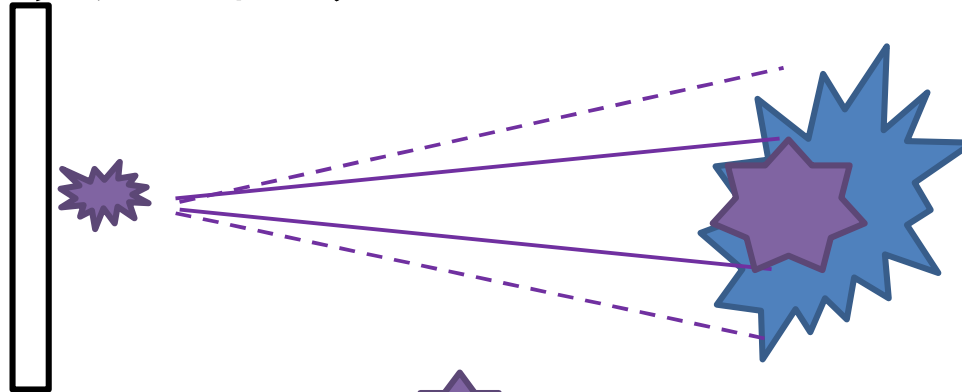
400V

800V

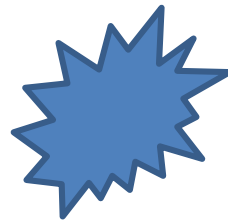
チャージプレートモニターに帯電し、GNDに放電する。
この時に発生する紫外線を撮像

チャージプレートモニターの電圧依存性 BlueVision

チャージプレートモニター



200V時の発光画像

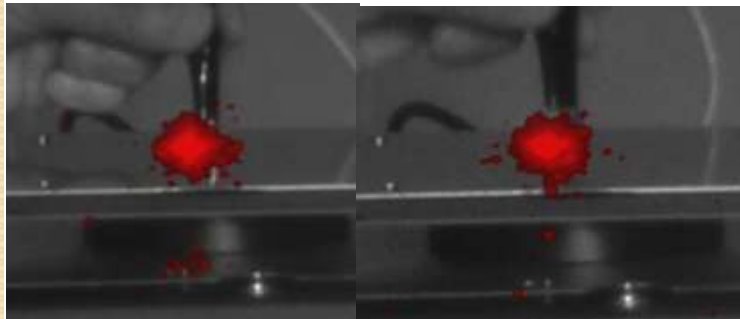


400V時の発光画像

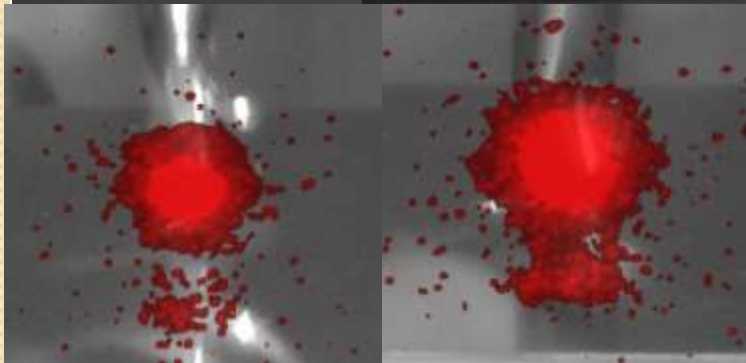
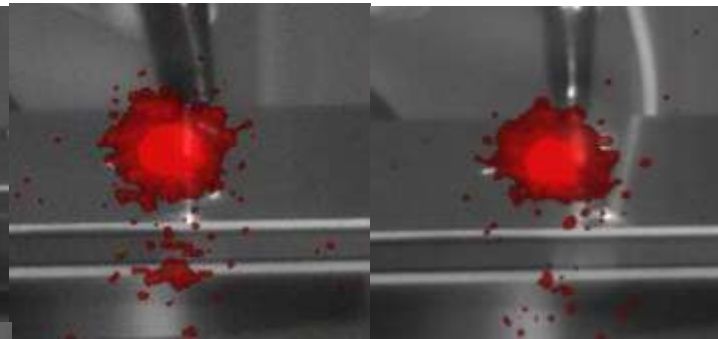
仮説：発光エネルギーは、放電電圧に比例し、画面上の面積の大小となつて表示される。距離依存性も同じ傾向である。

チャージプレートモニターによる距離依存性

2m 800V



1m 800V



0.5m 800V

チャージプレートモニターに帯電し、
GNDに放電する。
この時に発生する紫外線を撮像し、
距離依存性を評価する

ESDガンの電圧依存性

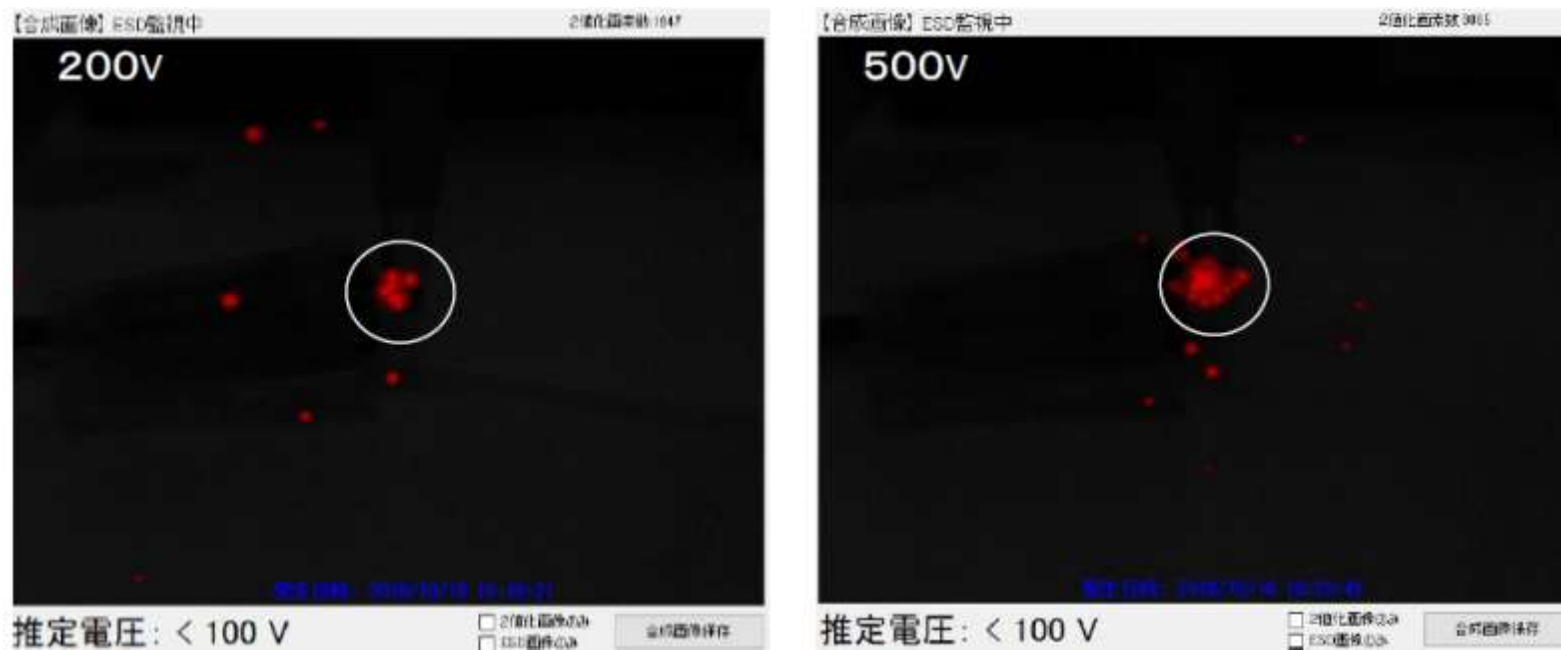
IEC61000-4-2

BV-C2950



ESDガンの電圧依存性

ESDガン:ESS-S3011A>-30TR

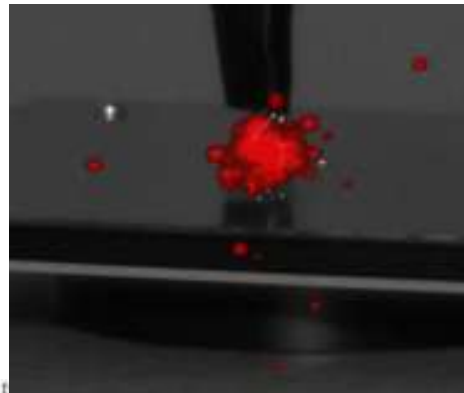


検出率 : 500V時100% 200V時30%

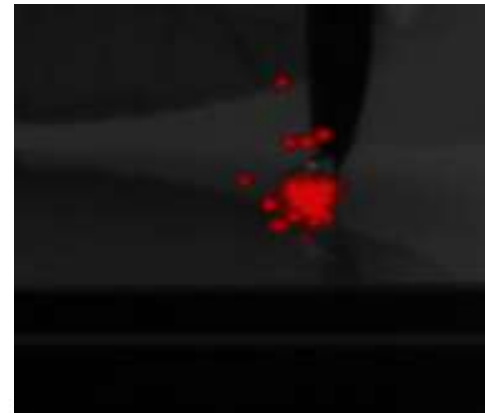
ESDガン先端からGNDに放電する。この時に発生する紫外線を撮像

放電規格と撮像画像

ANSI 200V



ANSI 200V



IEC 200V



IEC 500V



推定電圧: < 100 V

0.010000
1.110000
0.000000

推定電圧: < 100 V

0.010000
1.110000
0.000000

ANSI規格とIEC規格では、放電エネルギーに差異がある

BV-C2950 NUV カメラ 検査値

本機は、下記の条件において所要の性能が確認されています

共通条件： Camera BV-C2950
 WD 距離 約1m
 WS 視野 約20cm
 照明 LED蛍光灯下（比較的NUV成分を持っていない）

使用機器	発生電圧 電力	判定
Charge Plate Monitor ANSI/ESD-STM3.1- 2000	帯電電圧：200V 負荷：20pF 電力：約1 μ J	ESD画像として検出できた
ESD gunによる Sparkの発生 IEC61000-4-2	Pulse幅：約0.8 μ sec Discharge Time：約60nsec 電力：約10 μ J	ESD画像として検出できた

BV-C2950 注意点他

外乱光の影響

- ・ 蛍光灯下ではNUV外乱光を含んでおり、外乱光のShot Noiseの影響で検知能力が落ちます。

UNVを含まない、WLED照明下は問題ないと思われま

- ・ 放射光の検出ですので、カメラ位置が重要になります
- ・ プラスチック、フィルム、ガラス越し等NUV光を透過しない遮蔽物があると検出できません
- ・ 帯電している部品どうしが発生する衝突ESD検出には向いているが、Film層間の誘導ESD検出は困難です

カスタム光学系

用途によって、感度、視野、距離が異なりますので、専用のレンズが必要になります

本製品は、1mの距離で視野190mm前後です

BV-C2950 ESD 放電可視カメラ応用例

生産現場におけるESD（静電気破壊）のモニターリングに力を発揮する超高感度カメラ

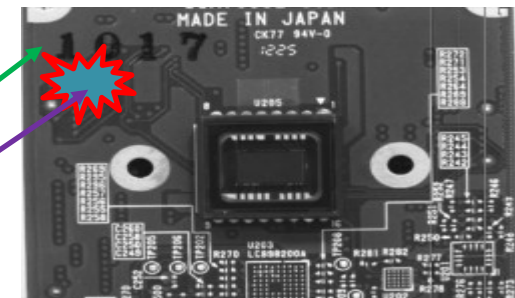
応用例（太字は確認済み）

- ・ 半導体の製造工程
 - プリント基板内の放電
- ・ ディスプレイの生産現場
- ・ 化学プラント等のESDモニターリングが必要な現場
 - フィルムの剥離放電
 - プラスチック製品の放電
- ・ 移動する作業者のESDモニターリング
- ・ 電動工具の静電気放電
- ・ 静電気環境における健康被害管理
- 除電機器の効果測定
- ・ 粉塵放電
- ・ 微小なコロナ放電の可視化
- ・ 塗装現場、医療現場

可視光カメラ画像

UVカメラ画像

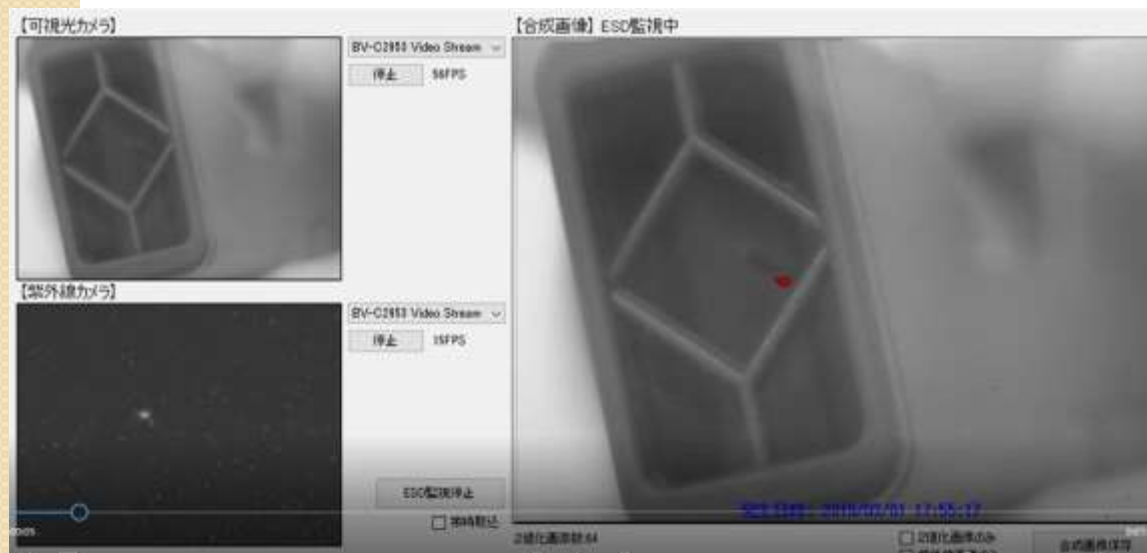
2019/11/25 Bluevision



解決すべき課題 放電現象の可視化

目的：200V前後の微小な静電気の放電がどこで発生したか画像化しました

製品：BV-C2950



課題

- ・ 高感度紫外線カメラ
- ・ 200Vの安定撮像
- ・ 合成画像精度

放電画像 可視カメラ + ESD合成画像
イオナイザーの放電画像

BV-C2950 課題

測定値の定量化

およその測定値表示は可能であるが、より測定精度を向上する必要がある

空気中以外でのESD撮像

真空中等、空気中以外でのESD事故も多くある。より多くの環境にて測定ができないか検討したい

参考文献・資料リスト

1. 横山他 (H17) 福岡大学 電気関係学会
2. 浜松ホトニクス社資料
3. 三浦・塩田・中山() 「誘電体間の摩擦に伴う放電発光と帯電電位差」
研究会報告、p168
4. アリオス(株) ホームページ

(株)ブルービジョンは、ユーザーのご要望に沿った分光イメージング用カメラ・光学系・特殊光源の開発に注力してまいります。

謝謝

Thank You

ご清聴ありがとうございました。