

# RCJS-5-1（第4版）（2025）（「静電気現象からの電子デバイス保護 一般要求事項」）の解説

1. RCJS-5-1（第4版）：2025発行の経緯
2. IEC 61340シリーズとRCJSシリーズの文書体系比較
3. RCJS-5-1（第4版）作成に当たっての基本方針
4. RCJS-5-1（第4版）と第3版からの主な変更点
5. RCJS-5-1（第4版）の第3版（2016）との項目比較
  - 5.1 対象とするESDS：HBM100V、CDM200V、孤立導体の帯電を35V以下の根拠
  - 5.2 表1の製品認定と適合性確認の違い
  - 5.3 衣類による人体接地の要求事項
  - 5.4 EPA内での絶縁体管理
  - 5.5 包装特性要求事項
  - 5.6 附属書A、Bでの追加項目
6. まとめ

一般財団法人 日本電子部品信頼性センター  
塩野 登

## RCJS-5-1(第4版):2025発行の経緯

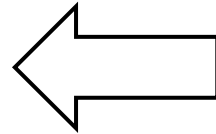
- ・最初（2002年11月）のESDコーディネータ資格認証セミナー用テキストは、IEC 61340-5-1TR2（Technical Report Type 2）:1998，を翻訳して作成したもので、ESDC認証の基準規格とした。
- ・その後、2007年に、IEC 61340-5-1が正式な国際規格（IS）として発行された。しかし、このISは、接地環境で人体安全上重大な問題があることが判明し（人体接地用アイテムに下限抵抗無し）、JISとして発行できないことが判明した。そこで、下限抵抗を要求している1998年の旧版を採用し、当時の最新情報を含め、技術的内容を変更した団体規格として、RCJS-5-1（第1版：2010）、RCJS-5-1（第2版：2013）、及び（第3版：2016）を発行し、ESDC認証の基準規格としてきた。
- ・今回、2024年にIEC 61340-5-1 ed.3が発行されたのに伴い、RCJS-5-1(第4版):2025を発行した。この第4版では、従来通り日本特有の接地環境を考慮し、及びユーザの利便性を継承し、附属書に、IEC 6340シリーズの最新版のESD管理用アイテムの試験方法を掲載して作成した。

# IEC 61340シリーズの文書体系

基準書

IEC 61340-5-1  
(ESD管理規定書：  
要求事項のみ、16頁)  
IEC 61340-5-3  
(包装規定書)

引用



- ・測定標準 (IEC 61340-2シリーズ)  
(帯電性能、拡散性能 (減衰)、抵抗)  
IEC 61340-2-1、2-2、2-3
- ・特定応用のための試験方法 (IEC 61340-4シリーズ)  
(リストストラップ、衣類、床、靴等)  
IEC 61340-4-1、4-2、...4-9
- ・シミュレーション方法 (HBM、MM)  
IEC 61340-3-1、3-2 (廃止になった)  
(TC47 (半導体) 規格を引用)

IEC TR 61340-5-2  
(ガイダンス文書)

IEC TS 61340-5-4 ed.2  
(適合性確認)

IEC TR 61340-5-5  
(包装システムの解説)

IEC TS 61340-5-6 (プロセス評価手法) (2025.7に発行) :  
但し、IEC 61340-5-1では、5-6は引用されていないので 5-1の検討からは除外

# RCJS-5シリーズの文書体系

## 基準書

RCJS-5-1（第4版）：**新発行**  
（ESD管理規定書  
：要求事項のみでなく、附属書に試験  
方法の記述やチェックリストあり。包装  
規定（5-3）も含む。）

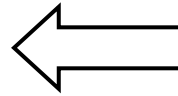


RCJS-TR-5-2（指針）：既発行

RCJS-TS-5-4（適合性確認）  
**新発行**（ed.2を先取り）

RCJS-TR -5-5：既発行  
（包装システムの解説）

主要部分  
を附属書に  
記述



- ・測定標準  
（帯電性能、拡散性能（減衰）、抵抗）  
IEC 61340-2-1、2-2、2-3
- ・特定応用のための試験方法  
（リストストラップ、衣類、床等）  
IEC 61340-4-1、4-2、・・・4-9
- ・シミュレーション方法（HBM、MM）  
IEC 61340-3-1、3-2（廃止）  
（TC47（半導体）の規格を参照）

解説書：2026年に、**新版（静電気に敏感な電子  
部品類の為の静電気管理技術(題名変更)**）を発  
行した。

## RCJS-5-1(第4版)改訂の基本方針

1. RCJS-5-1のみで完結するようにし、ESD管理用アイテムの試験方法規格の重要部分は附属書に入れる方針は継承。  
また、附属書の試験方法は、IEC 61340-2、-4シリーズの測定関連規格は最新版を採用。
2. IEC 6130-5-1ed.3 (2024) の内容を、基本的に全て取り込んだ（接地環境と包装規定を除いて）。RCJS-5-1（第3版：2016）では、適用範囲でCDM200Vと孤立導体35Vは除いていた（開発途上と考え）が、第4版では取り込んだ。
3. IEC 6130-5-1ed.3に無い、従来からの規定はそのまま継承した（標識・マークキング、適合性証明、フィールド作業、品質責任（点検項目と頻度、定期監査）など。

# RCJS-5-1(第4版)の第3版(2016)との主な変更点

1. 適用範囲で、対象ESDSとして、HBM100Vに加え、**CDM200Vと孤立導体35V**を加えた。
2. 人体接地手段として、リストストラップシステム、人体/履物/床システムに加え、**衣類システム**も可能とした。
3. 表1にESD管理用アイテムの初回製品認定に加え、**適合性確認の項目を加えた**。
  - ・ 適合性確認は、EPA構築後の性能維持確認のための試験方法を規定している。その規格は、RCJS-TS-5-4（IEC TS 61340-5-4の翻訳版）を引用している。但し、RCJS-5-1では、適合性確認では、IEC 613405-2または4シリーズを引用している製品認定試験も使用できると注釈を加えた。
4. マネージメント側面で**ESD管理プログラム計画書**作成要求の明確化
  - ・ ESD管理プログラム計画書には、教育・訓練計画、製品認定計画（初回製品選定時）、適合性確認計画（点検・監査）が含まれる。

# RCJS-5-1（第4版）の第3版（2016）との項目比較（1）

項目名の比較		内容（第4版の第3版からの変更の概要）
RCJS-5-1 : 2025（第4版）	RCJS-5-1 : 2016（第3版）との比較	
序文	同じ	・マネジメント側面として、①ESD管理プログラム計画、②教育・訓練計画、③製品認定計画、④適合性確認計画の策定の必要性を明記。
1 適用範囲	同じ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・対象のESDSをHBM耐性100Vに加え、CDM 耐性200Vを追加、さらに孤立導体の帯電を35V以下に制限することを追加。</li> <li>・ESDSを取り扱う工程の詳細を記述。 （本規格は、次のような組織に適用する。人体モデル（HBM）で100 V、デバイス帯電モデル（CDM）で200 Vに等しいかそれ以上の静電気放電により損傷を受けやすい電気又は電子部品、実装品及び機器を製造、処理、組立、据え付け、包装、ラベル付け、サービス、試験、検査、輸送、又はその他の取り扱いを行う組織である。また、孤立した導体からの保護は、孤立導体の電圧を35 V以下に制限することで対処する。）</li> </ul>
2 引用規格	同じ	・ほぼ同じ

**対象とするESDS：HBM耐性 100Vに加え、CDM 耐性200V、さらに孤立導体の帯電を35V以下に制限を追加 — この値の根拠**

## 説明項目

1. 半導体の取扱いで損傷が発生するメカニズム（HBM、MM、CDM）
2. ESD耐性試験方法
3. 放電波形と故障メカニズム
4. 生産している半導体のESD耐性の分布と耐性の目標値
5. RCJS-5-1の対象ESDSの耐性値の根拠（推定）  
（HBM耐性 100V、CDM 耐性200V、孤立導体の帯電35V以下）



# 半導体の取扱いで損傷が発生するメカニズム

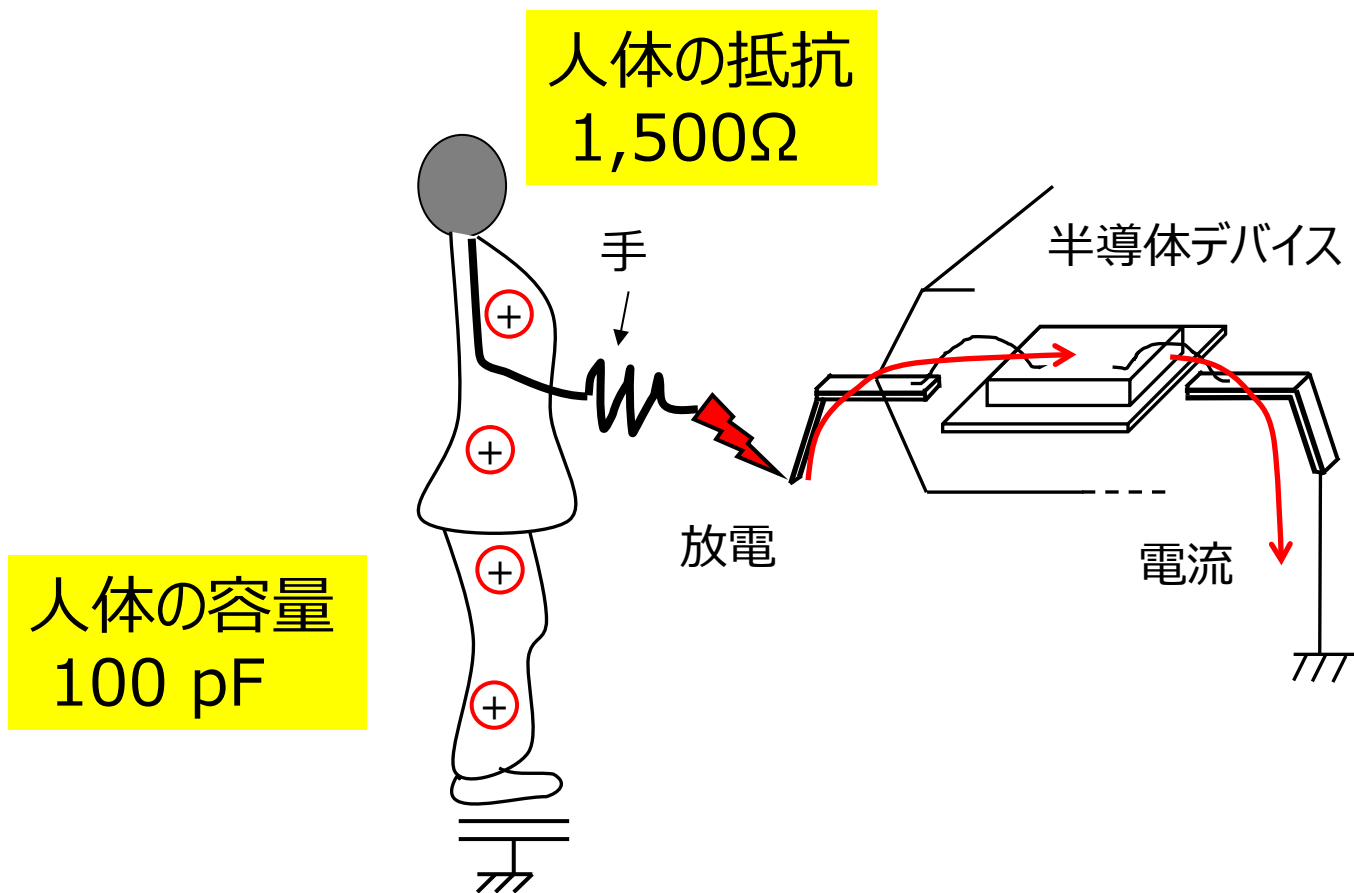
RCJS規格の目的（狭義：半導体に着目）

ESDで壊れやすいデバイス（特に半導体）を損傷させずに、処理、組立、包装、試験等ができるようにするための方策を規定。

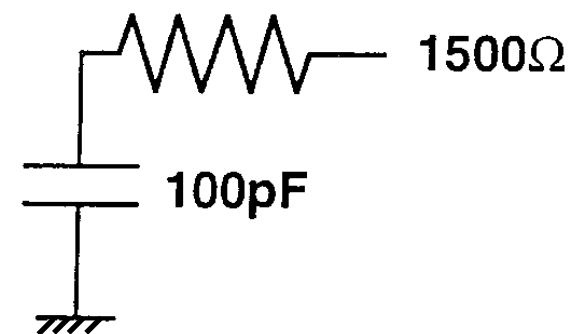
半導体の取扱いで損傷が発生するメカニズム

- ① 帯電した人体がICピンに触れると放電が起こる（HBM（人体モデル））
- ② 帯電した機械・装置・金属治具等がICピンに触れると放電が起こる（MM（マシンモデル））
- ③ IC自体が帯電して放電する（CDM（デバイス帯電モデル））  
IC帯電メカニズム
  - ・摩擦により帯電（摩擦帯電）
  - ・外部の帯電体を作る電界によって半導体内部に電荷が誘導（電界誘導帯電（Field Induced Charging））

# 人体（帯電）モデル（HBM（Human Body Model））



## HBM放電モデル

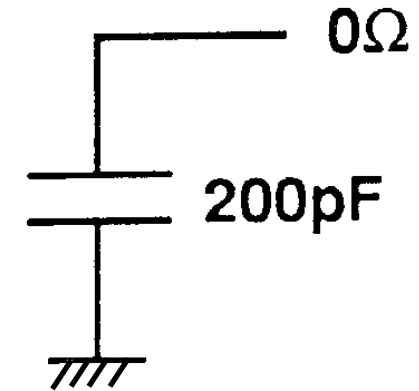
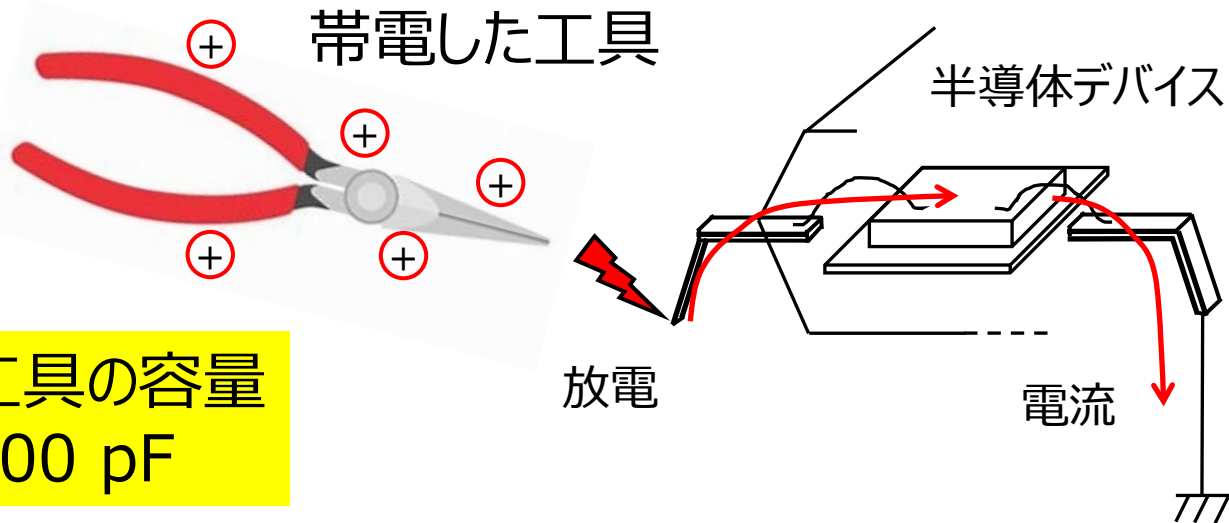


- ・帯電した人が手で半導体デバイスを触ることで、半導体デバイスに電流が流れ、デバイスを破壊する（HBM放電）
- ・RCJS-5-1では、人体電位を100V以下にし、HBM 100V以上のデバイスを損傷させずに取り扱うことができるようにするための方策を規定している。

# マシンモデル (MM ( Machine Model ))

工具の抵抗:  $0\Omega$

MM放電モデル



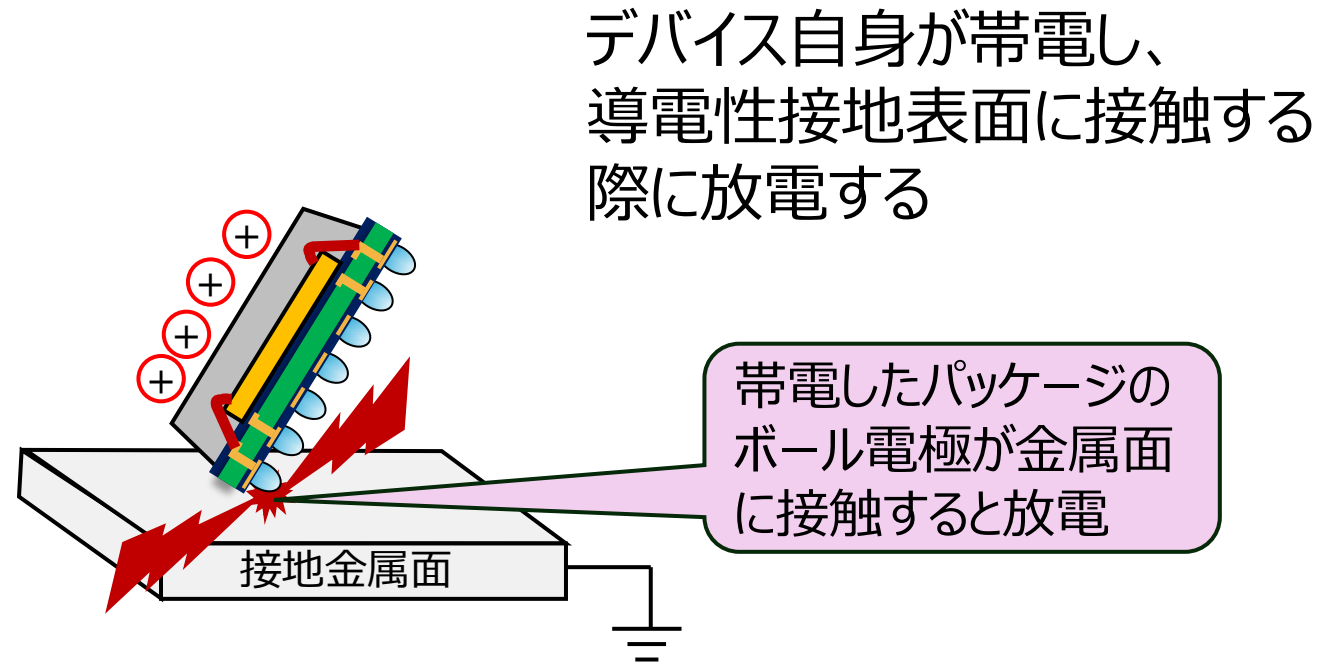
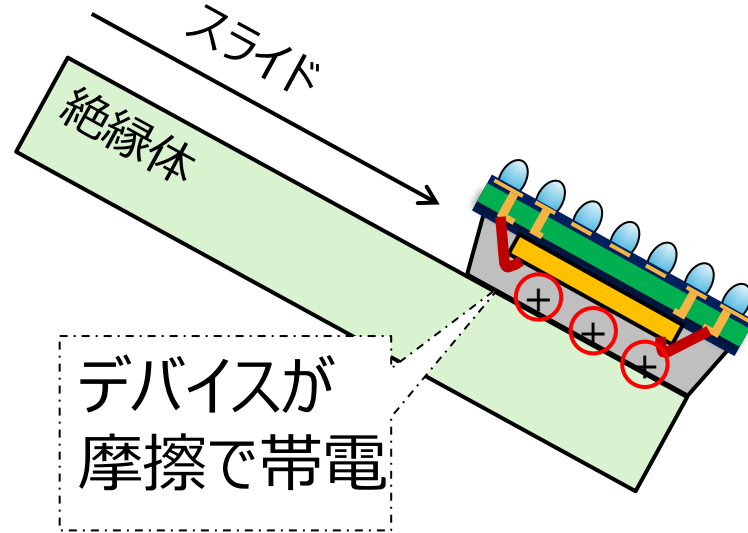
- 帯電した工具類で半導体デバイスを触ることで、半導体デバイスに電流が流れ、デバイスが破壊される (MM)。
- RCJS-5-1では、この状況を孤立導体の帯電 (接地されていない工具類の帯電) と表現しており、帯電した孤立導体がESDSに直接接触しても損傷しないように、**帯電を35V以下に管理する**と規定している。

なお、現在、MM試験は、半導体のESD耐性の認定試験としては用いられなくなった (規格が廃止された)。

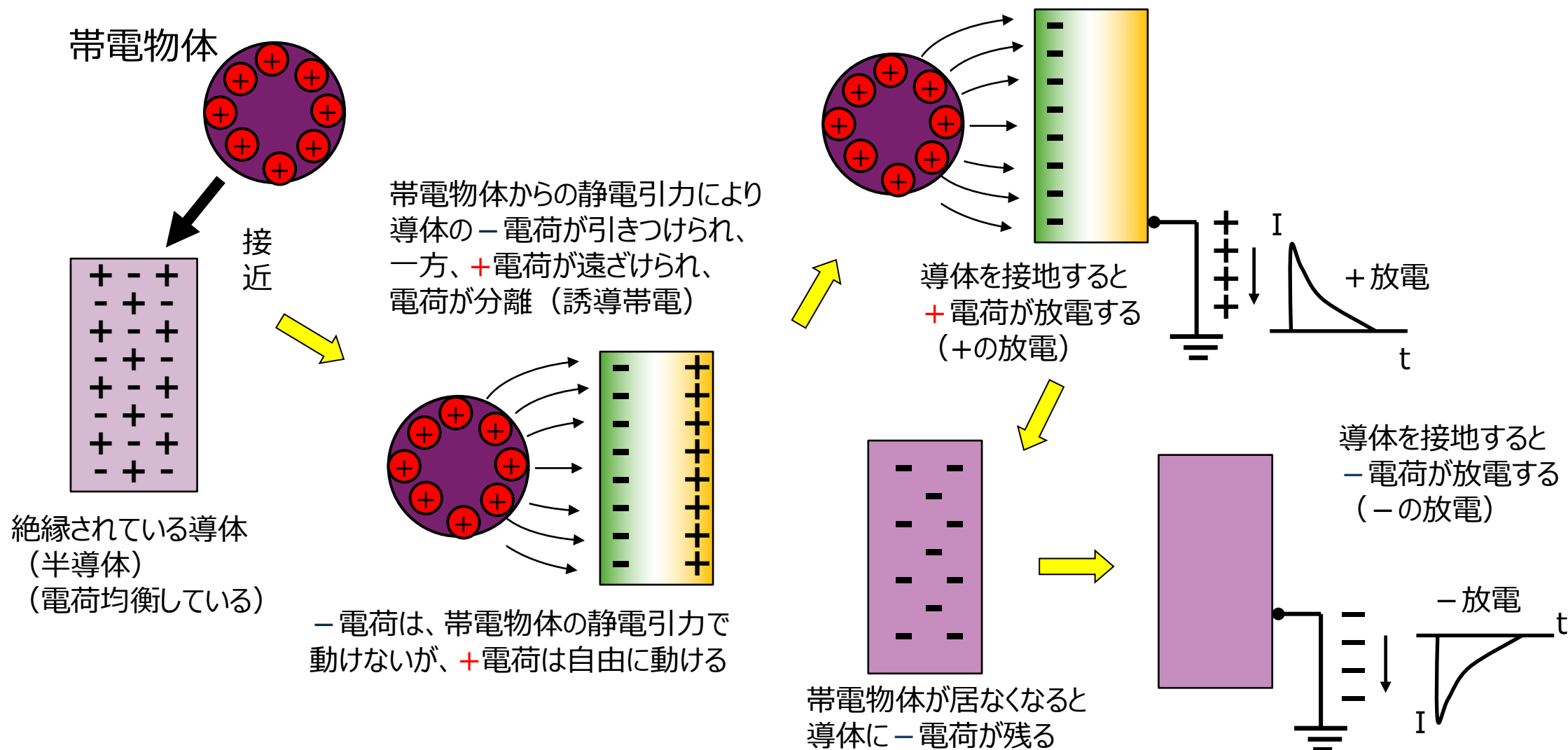
- HBM試験と同じ故障モード、• CDMと類似 (帯電した工具類がデバイスに接触することでデバイスが帯電)
- 試験装置の再現性に問題あり などの理由

# デバイス帯電モデル（CDM（Charged Device Model））

## － 摩擦帯電 －



# デバイス帯電モデル (CDM) – 電界誘導帯電



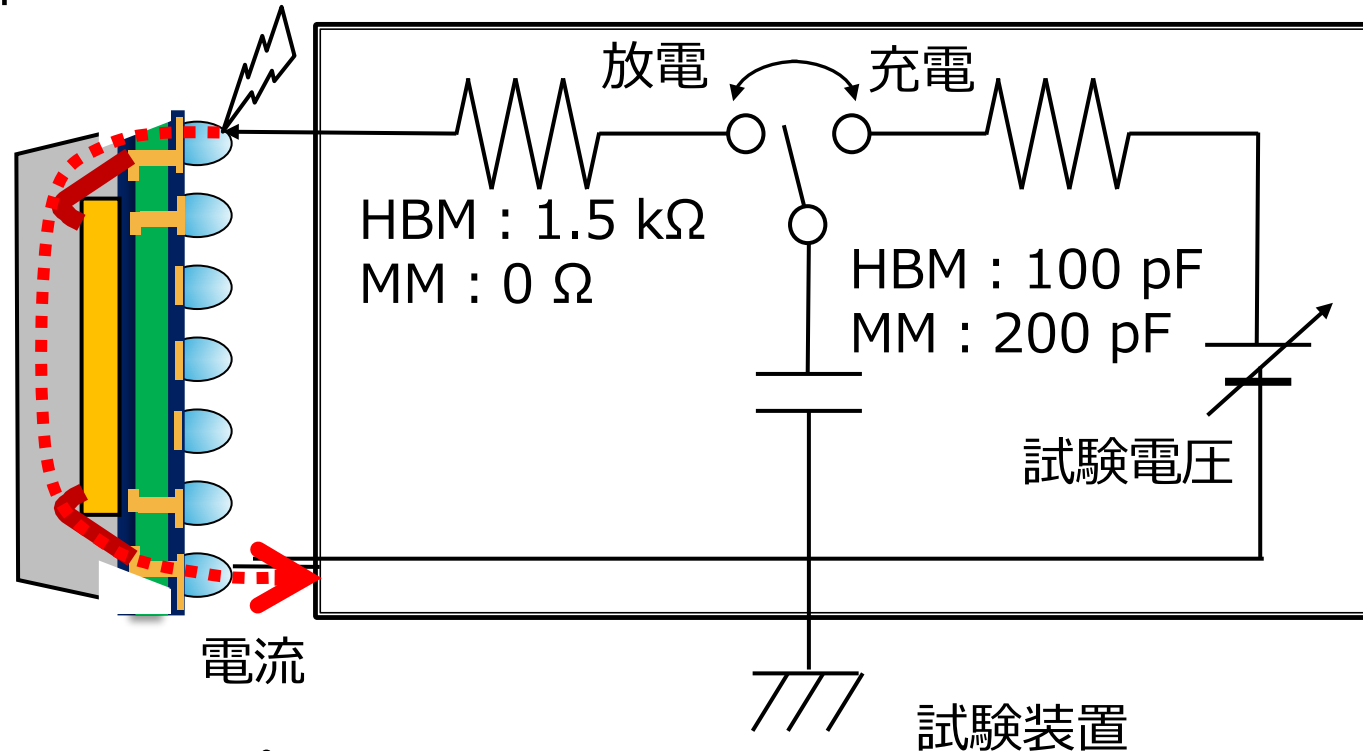
# 半導体のESD耐性を評価する方法（HBM、MM試験）

HBMの場合：

試験電圧を100 pF（人体容量）に充電させ、1.5 k $\Omega$ （人体の抵抗）を通して流れる電流を測定ピンに印加

MMの場合：

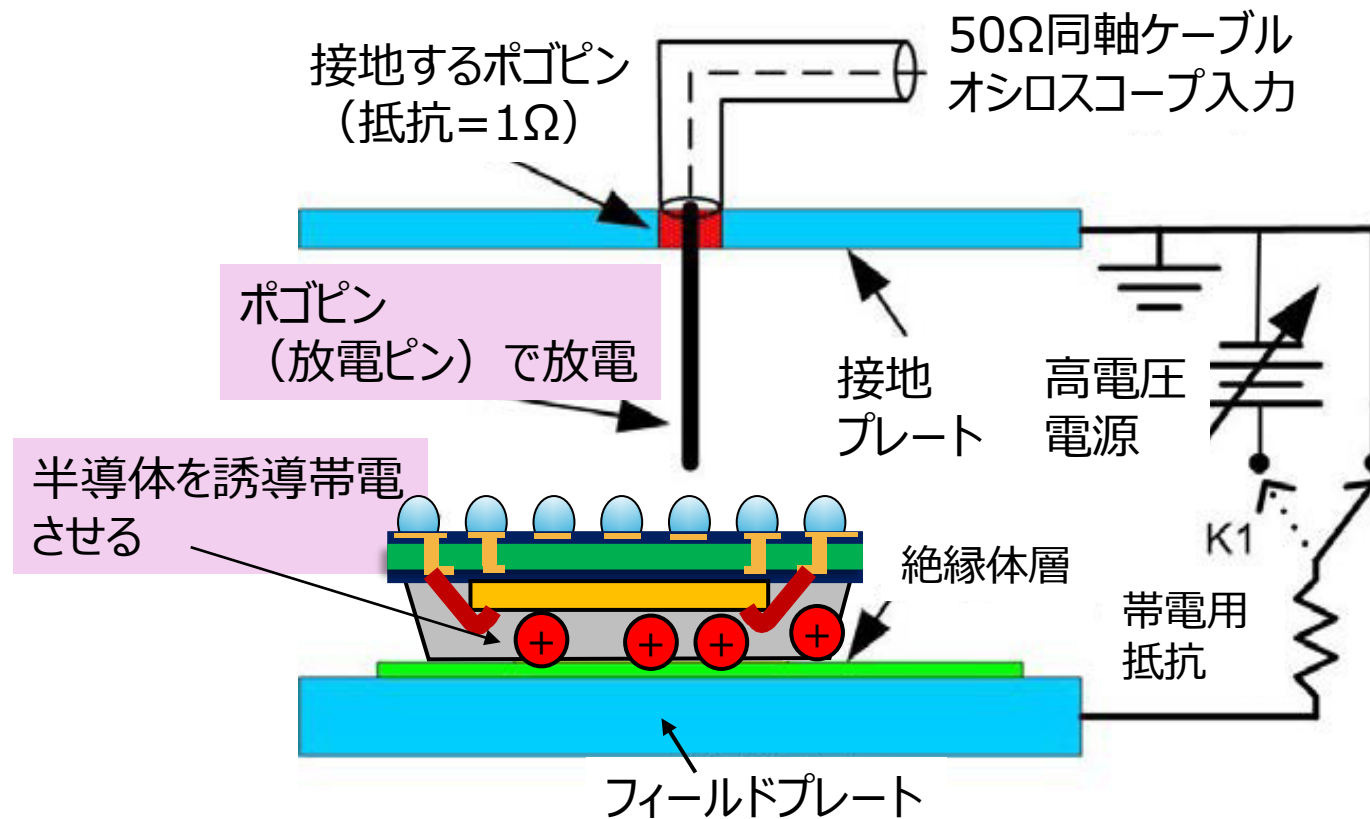
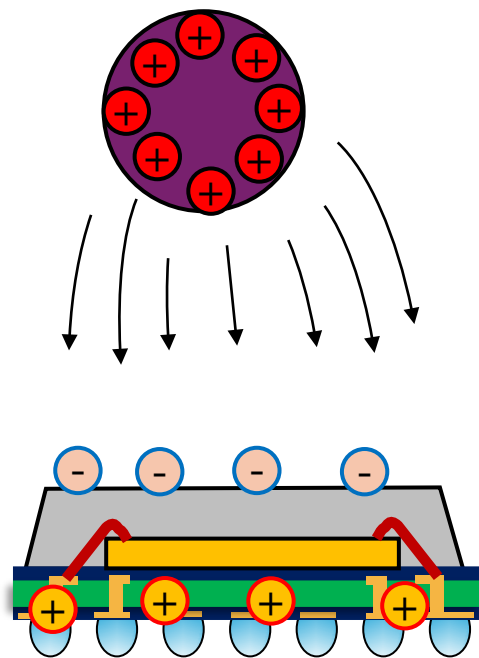
試験電圧を200 pF（マシン容量）に充電させ、0 $\Omega$ （マシンの抵抗）を通して流れる電流を測定ピンに印加



- 各種ピンの組合せで試験する。
- 試験電圧を増加させ、故障する前の試験電圧がHBM耐性値である。

# 半導体のESD耐性を評価する方法（CDM試験）

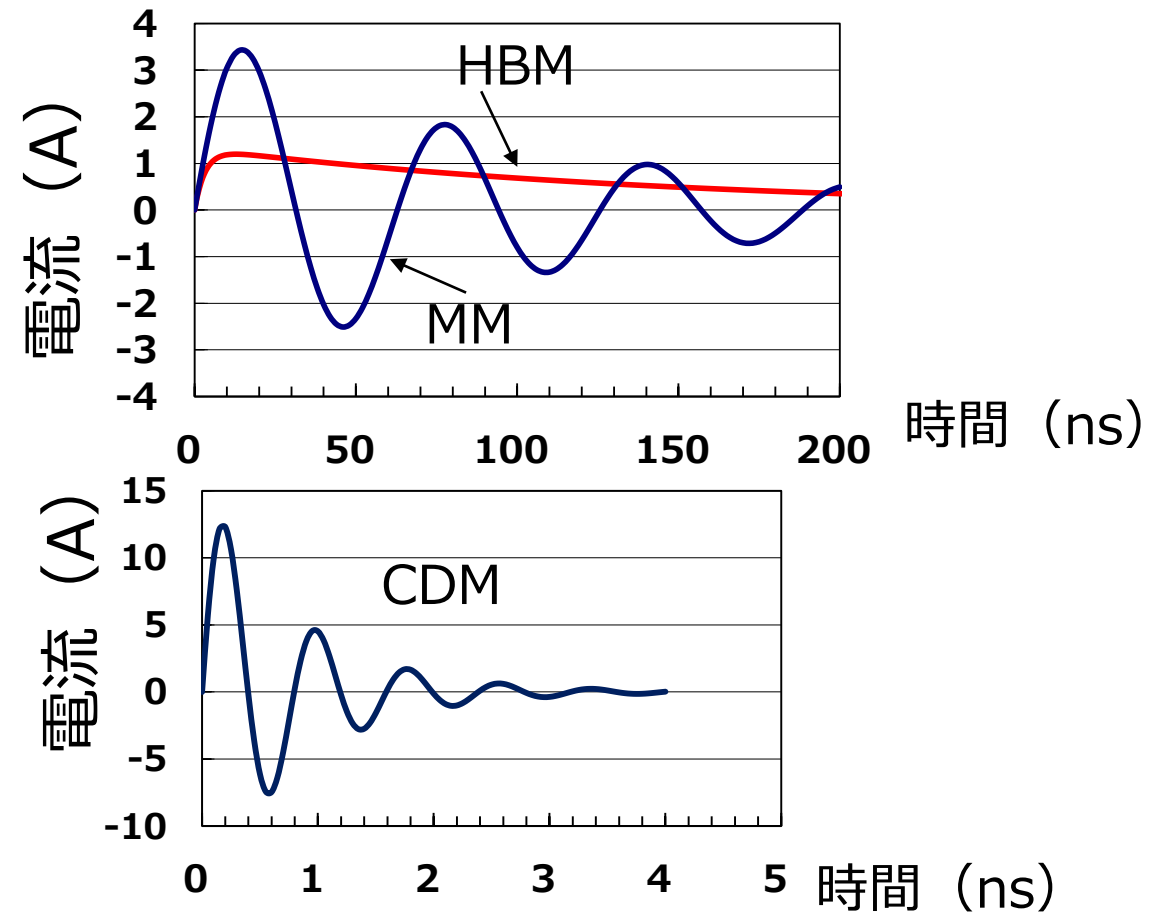
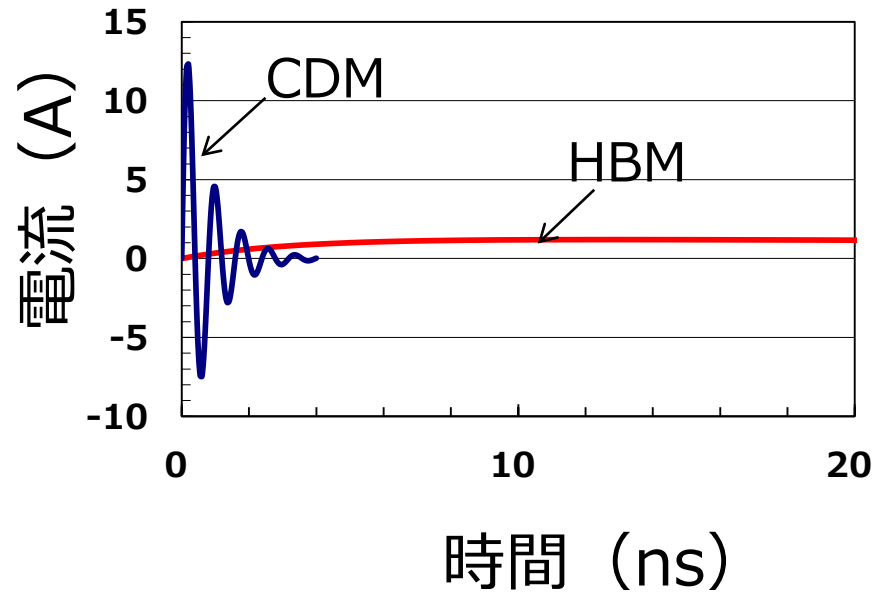
電界誘導現象を  
シミュレーションした試験



ANSI/ESDA/JEDEC JS-002-2022

- ・フィールドプレートに電圧を印加し、薄い絶縁層を通して半導体を誘導帯電させる
- ・放電ピンを測定するピンに接触させて放電させる

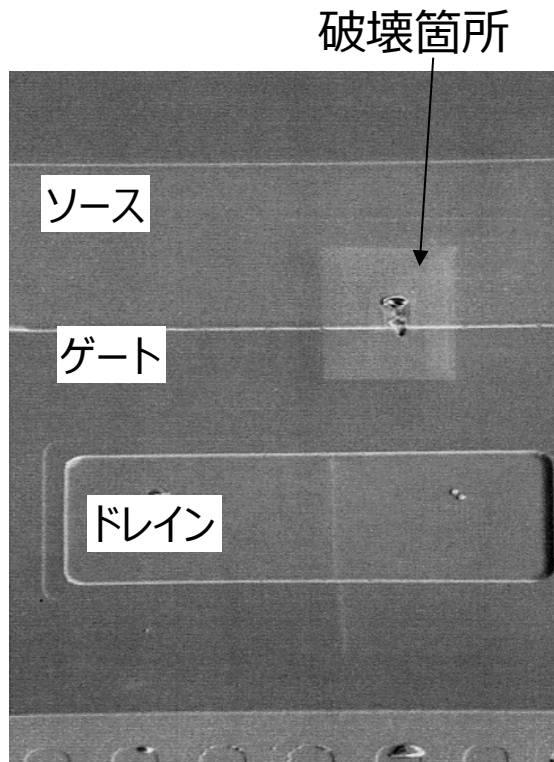
# HBM、MM、CDM放電波形の比較



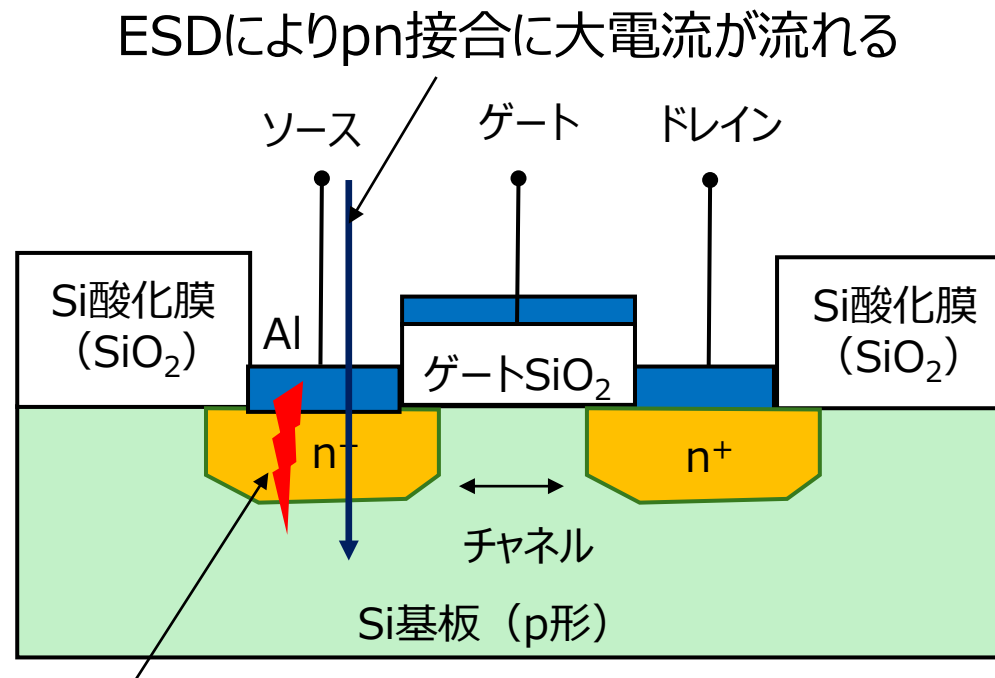
HBM	遅い放電（1.5 k $\Omega$ 抵抗成分の寄与）	約10nsの立ち上がり、約150nsの立ち下がり	ピーク電流 ～1.3A（2000V印加）
MM	比較的早い放電	約10nsの立ち上がり	ピーク電流 ～3.4A（200V印加）
CDM	非常に早い放電（RとCが非常に小さい）	約100psの立ち上がり	ピーク電流 ～12A（500V印加）



# HBMの場合の半導体の破壊例



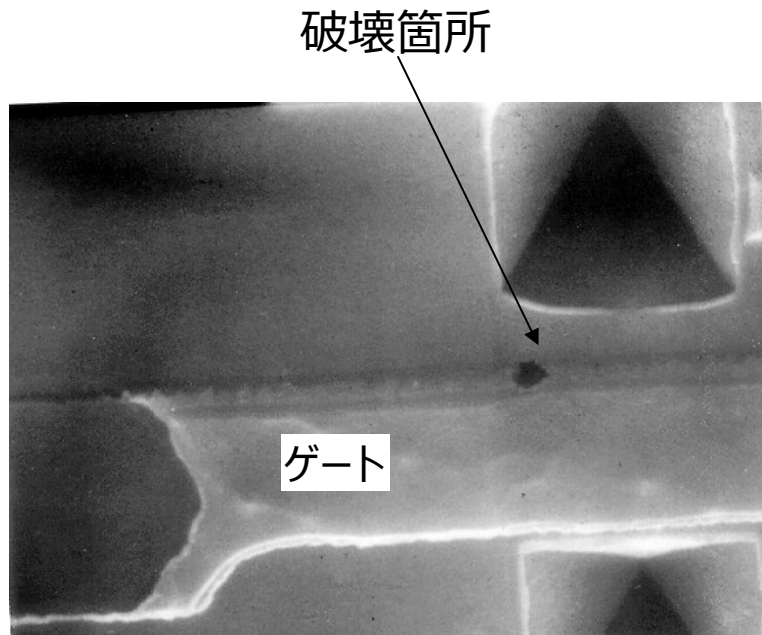
pn接合破壊例  
(上層剥離後のSi基板のSEM像)



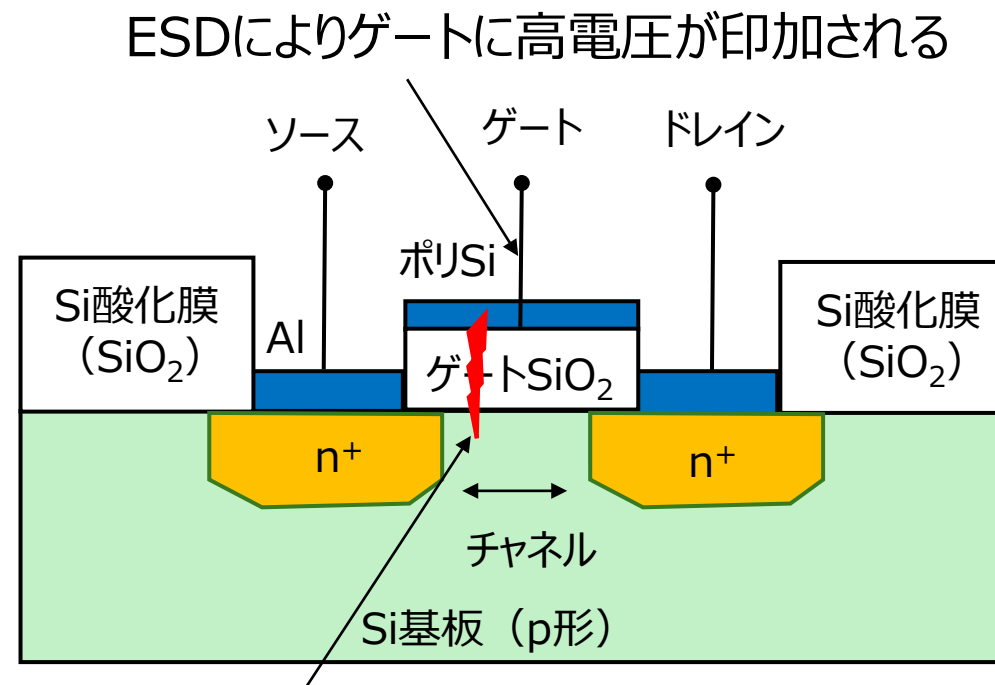
ESDによりpn接合に大電流が流れる  
発熱により、金属 (Al) が溶融し、  
Si基板へ侵入し、pn接合破壊

長いESDパルスのため、発生する熱による破壊が多い  
(接合破壊やポリSi抵抗の溶断など)

# CDMの場合の半導体の破壊例



CDM試験によるゲート酸化膜破壊例  
(上層剥離後のSEM像)

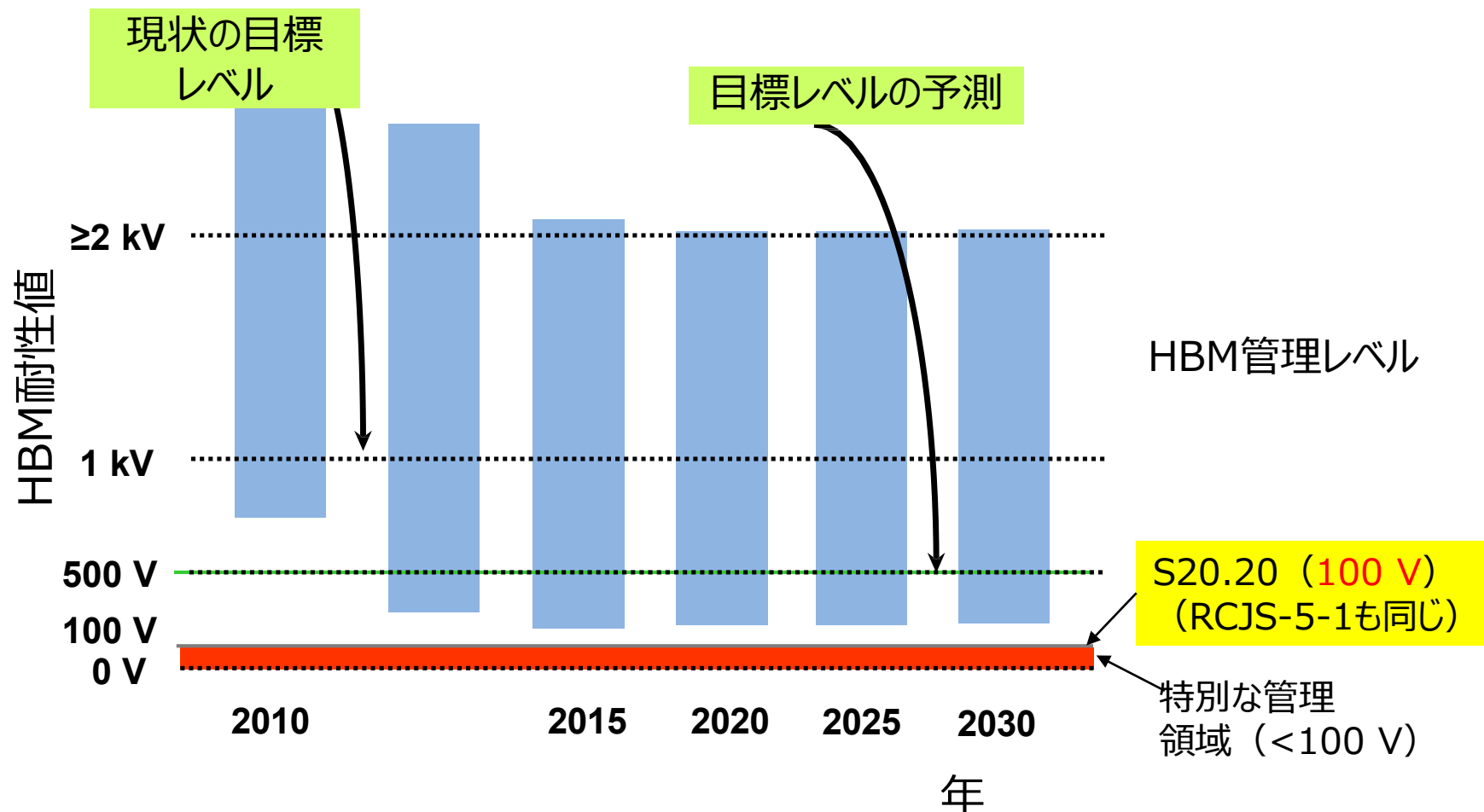


ESDパルスにより、ゲートに瞬間的に高電圧が印加され、ゲート酸化膜が破壊され、ゲート酸化膜を通して電流が流れる。

短いESDパルスのため、電圧による破壊が多い  
(ゲート酸化膜やフィールド酸化膜の絶縁破壊)

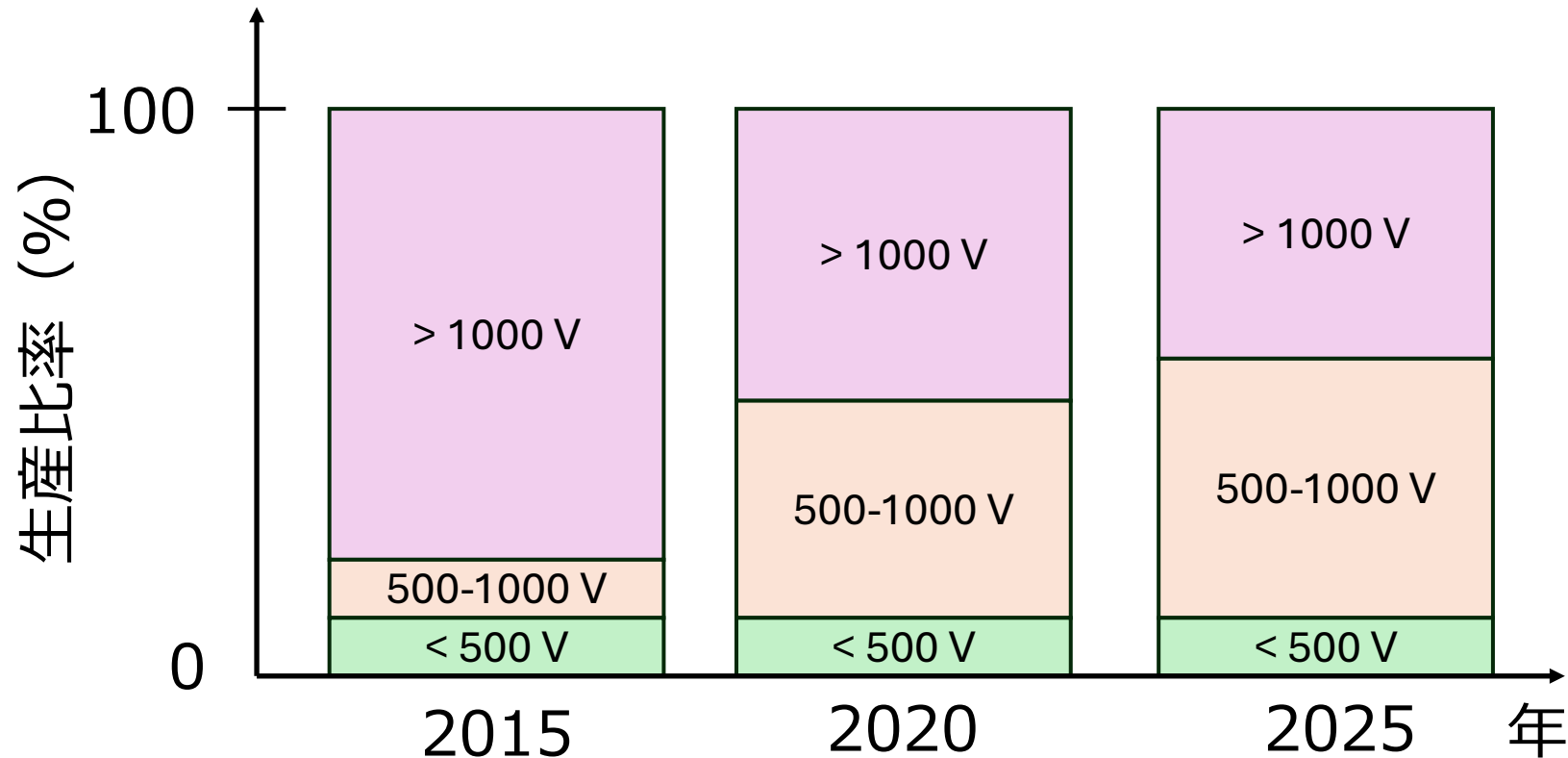
# 半導体デバイスのHBM耐性の目標値： 1000 V

HBM予測ロードマップ（代表的な最低値－最高値の年代推移）



ESD技術ロードマップ2024年版（ESDA（米国ESD協会）発行）

# HBM耐性グループの生産分布の予測（2020年版）



- ・2015年代は、大半の製品のHBM耐性は1000V以上 → HBM耐性の目標値： 1000 V
- ・近年は、大半の製品のHBM耐性は500V以上 → HBM耐性の目標値： 500 Vへ

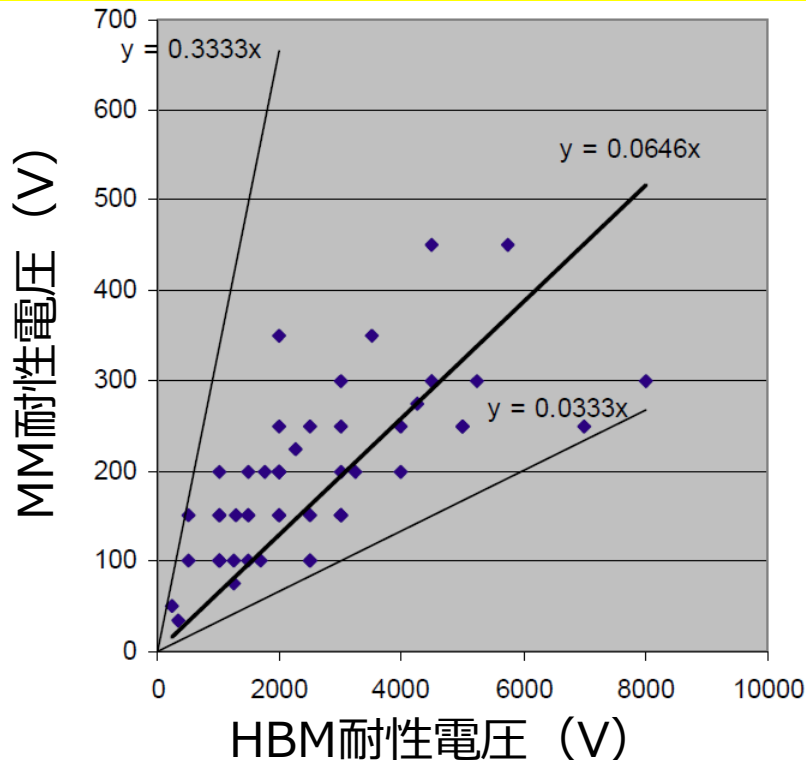
ESD技術ロードマップ2020年版（ESDA（米国ESD協会）発行

## 現状の半導体デバイスのMM耐性の目標値（標準値）： ～100 V

- ESD耐性認定規格よりMMが削除されたので、MM 耐性値が報告されなくなった。
- 経験的にHBMとMM耐性値に相関がある。

HBMとMMの相関： HBM：MM=3：1～30：1(おおよそ10:1)

同一製品のHBM耐性電圧とMM耐性電圧の関係

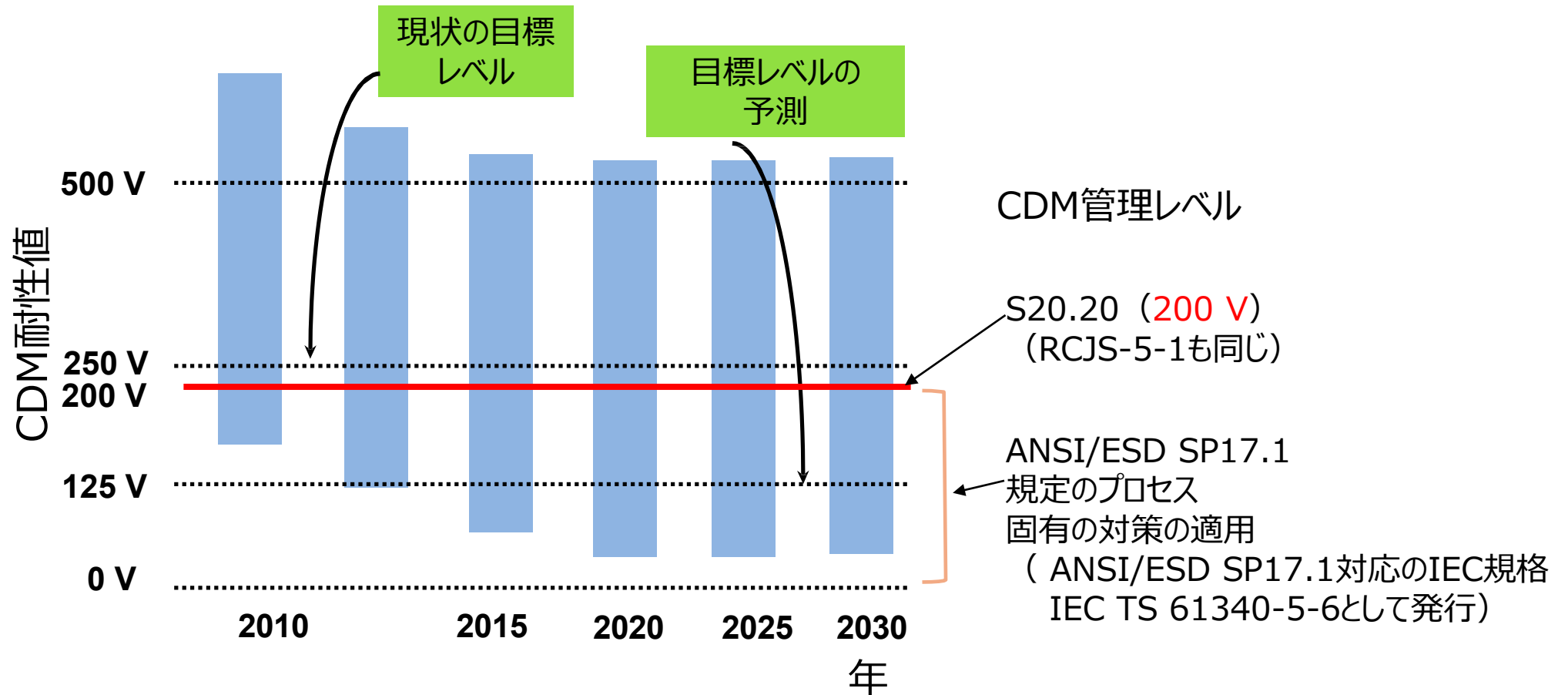


HBM：MM=10:1と想定すると、  
HBM 1000Vの目標値は  
MM 100Vの目標値に相当

(経験則：ESD Council White Paper I)

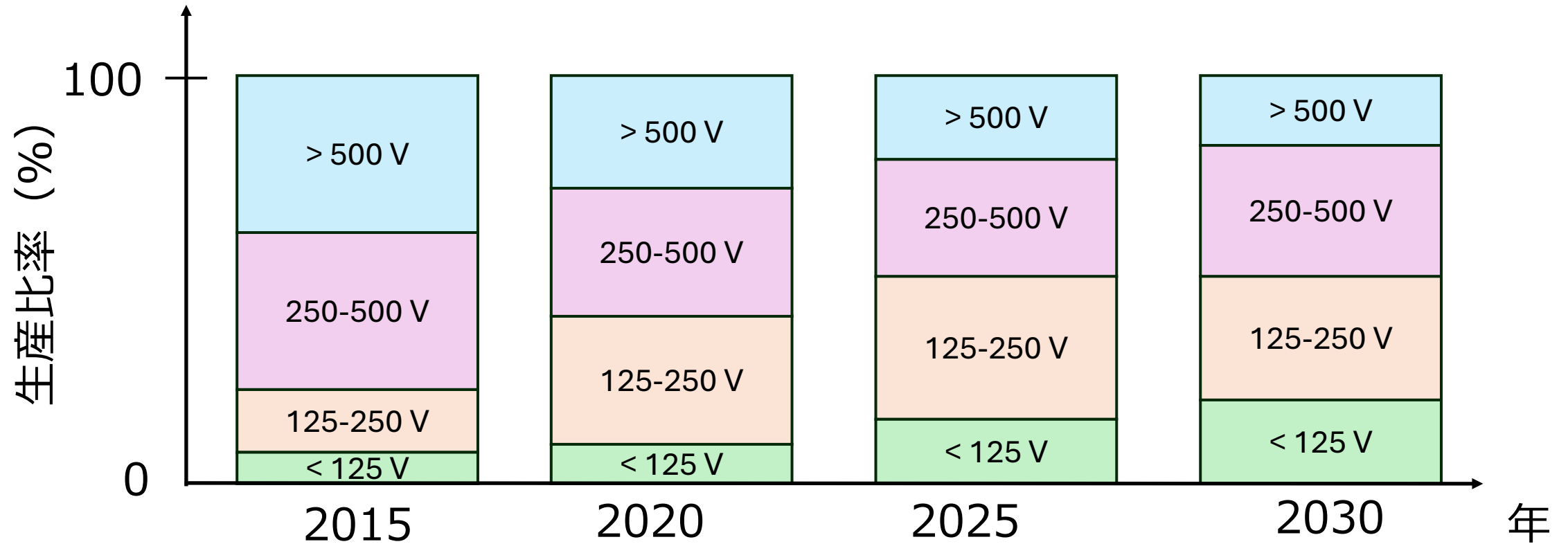
# 半導体デバイスのCDM耐性の目標値： 250 V

CDM ロードマップ（代表値 最小値 - 最大値）



ESD技術ロードマップ2024年版（ESDA（米国ESD協会）発行）

# CDM耐性グループの生産分布の予測（2024年版）



- ・2015年代は、大半の製品のCDM耐性は250V以上 → CDM耐性の目標値： 250 V
- ・近年は、大半の製品のCDM耐性は125V以上 → CDM耐性の目標値： 125 Vへ

ESD技術ロードマップ2024年版（ESDA（米国ESD協会）発行）

## HBM耐性 100V、CDM 耐性200V、孤立導体の帯電35V以下の根拠

項目	半導体の現状の耐性値（目標値）	RCJS-5-1の設定値	対策の基本と耐性値の設定の根拠（推定）
HBM	1000 V	100 V	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人体電位の低減</li> <li>・リストストラップ、床/靴システムで人体電位を100V以下にするのは容易であるので、デバイス耐性もこの値に設定したと推定。</li> </ul>
MM （孤立導体）	100 V（推定値）	35 V	<ul style="list-style-type: none"> <li>・イオナイザにより、帯電量を低減</li> <li>・イオナイザにより、孤立導体の帯電を35Vに制限するのは容易であるので、孤立導体の帯電量をこの値に設定したと推定。</li> </ul>
CDM	250 V	200 V	<ul style="list-style-type: none"> <li>・摩擦帯電はイオナイザで帯電量を低減</li> <li>・電界誘導帯電の対策は、静電界管理（5000V/m以下）又は電位と距離管理（2000V以上帯電した物体から、30cm離す等）で可能。</li> <li>・上記の静電界管理により、CDM 200Vのデバイス取り扱い可能と判断し、設定したと推定（根拠は後述）。</li> </ul>



# RCJS-5-1(第4版)の第3版(2016)との項目比較(2)

項目名の比較		内容（第4版と第3版の比較）
RCJS-5-1：2025 （第4版）	RCJS-5-1：2016 （第3版）との比較	
3 用語，定義及び略語	同じ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ほぼ同じ。</li> <li>・静電気放電遮へい（シールド）の最大エネルギー値が変更（50 nJから<b>20 nJ</b>へ）</li> <li>・用語の略称を追加</li> </ul>
4 一般	追加	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>ESD管理プログラムを確立、文書化、履行、維持、適合性の確認を行うことを明記</b></li> <li>・ESDコーディネータの責務や資質をこの4章に集約</li> </ul>
4.1 ESD管理プログラム	追加	組織は，本規格の要求事項に従って，ESD管理プログラムを確立，文書化，履行，維持，適合性の確認を行う。
4.2 ESD管理プログラム計画書	追加	組織は， <b>本規格の全ての管理及び技術的要求事項に対処したESD管理プログラム計画書</b> を作成する。ESD 管理プログラムには，取扱い可能な最低のESDSしきい値電圧値を文書化する。標準では，1 章に示された値を適用する。...
4.3 ESDコーディネータ	同じ	
J4.3.1 ESDコーディネータの責務	同じ	
J4.3.2 ESDコーディネータの資質	同じ	

# RCJS-5-1(第4版)の第3版(2016)との項目比較(3)

項目名の比較		内容(第4版と第3版の比較)
RCJS-5-1 : 2025 (第4版)	RCJS-5-1 : 2016 (第3版)との比較	
4.4 調整 (Tailoring)	追加	<ul style="list-style-type: none"> <li>調整が可能であることを明記、但し、根拠を明確にし、ESD管理プログラム計画書に記載する。</li> <li>附属書Dに例を記載</li> </ul>
5 標識及びマーキング	同じ(但し4項を5項に移動)	同じ、但し項目番号を変更(4項から5項に) (IECには規定が無い(顧客契約に従うとして規定から削除(2007年IS)以降)
5.1 一般	追加	一般を追加 標識、及びESDS、包装、及び装置マーキングは、顧客契約書、購買仕様書、図面、又は他の文書に従う。それらの文書に定義されていない場合は、以下に示す標識及びマーキングに従うことが望ましい。(推奨事項に変更)
5.2 マーキング	同じ(項目番号5.2へ)	同じ
5.3 文書化	同じ(項目番号5.3へ)	同じ
5.4 ESD保護区域 (EPA) 用標識	同じ(項目番号5.4へ)	同じ
5.5 EPAグラウンド接続点(EBP)のマーキング	同じ (項目番号5.5へ)	同じ

# RCJS-5-1(第4版)の第3版(2016)との項目比較(4)

項目の比較		内容（第4版と第3版の比較）
RCJS-5-1：2025 （第4版）	RCJS-5-1：2016 （第3版）との比較	
6 ESD保護区域 （EPA）	同じ、但し項目番号を 変更（5項を6項に）	同じ、但し項目番号を変更 （5項を6項に）
6.1 構成	同じ	同じ
6.1.1 一般	同じ	同じ
6.1.2 責任	同じ	同じ
6.1.3 高電圧EPA	同じ	同じ
6.2 個々のESD管 理用アイテムに対す る要求事項	同じ	・ESD管理用アイテムに対する要求の表1に、初回の製品認定に加え、EPA構築後の適合性確認の試験方法と限界値を規定
6.2.1 一般	同じ	同じ
6.2.2 作業表面と保 管棚	同じ	同じ

# RCJS-5-1(第4版)の第3版(2016)との項目比較(5)

項目の比較		内容(第4版と第3版の比較)
RCJS-5-1 : 2025 (第4版)	RCJS-5-1 : 2016 (第3版)との比較	
6.2.3 床	同じ	同じ
6.2.4 椅子	同じ	同じ
6.2.5 衣類	同じ	同じ
6.2.6 手袋及び指 サック	同じ	同じ
6.2.7 リストストラップ	同じ	同じ
6.2.8 履物	同じ	同じ
6.2.9 イオナイザ	同じ	同じ

# 表1の製品認定と適合性確認

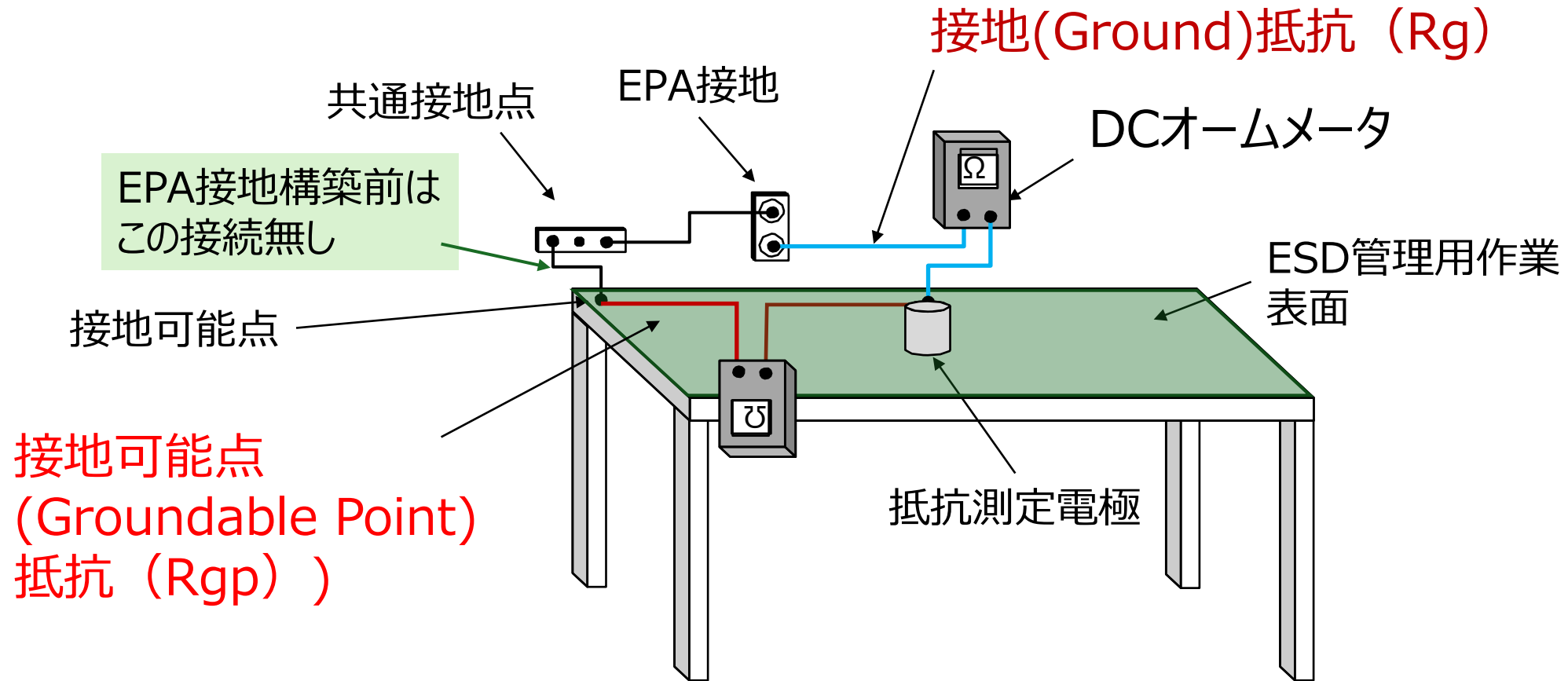
表1 ESD管理用アイテムの要求事項（一部）

アイテム個別の 要求事項	製品認定 (1)		適合性確認	
	試験方法	限界値	試験方法(11)	限界値
作業表面, 保管棚 トrolley及びカート	IEC 61340-2-3 (本規格の附属書A.8)	$7.5 \times 10^5 \leq R_{gp}$ $< 1 \times 10^9 \Omega$	RCJS-TS-5-4 作業表面, 保管棚, 移動装 置	$7.5 \times 10^5 \leq R_g$ $< 1 \times 10^9 \Omega$
		$1 \times 10^4 \leq R_{p-p}$ $< 1 \times 10^9 \Omega^{(10)}$		
床	IEC61340-4-1 <sup>(5)</sup> , 又は IEC 61340-2-3(附属書A.8)	$R_{gp} < 1 \times 10^9 \Omega$ 最小値 <sup>(2),(3)</sup>	RCJS-TS-5-4 床のグラウンド抵抗	$R_g < 1 \times 10^9 \Omega$ 最小値 <sup>(2),(3)</sup>
		$R_{p-p} < 1 \times 10^9 \Omega$		
椅子	IEC 61340-2-3 (附属書A.8)	$R_{gp} < 1 \times 10^9 \Omega$	RCJS-TS-5-4 椅子	$R_g < 1 \times 10^9 \Omega$
衣類	IEC 61340-4-9 (附属書A.1)	$1 \times 10^5 \leq R_{p-p}$ $< 1 \times 10^{11} \Omega$	RCJS-TS-5-4 静電気管理用衣類	$1 \times 10^5 \leq R_{p-p}$ $< 1 \times 10^{11} \Omega$

・ $R_{gp}$  : グラウンド可能接続点抵抗、・ $R_g$  : EPAグラウンド抵抗、・ $R_{p-p}$  : 点間抵抗

- ・限界値の不等号記号の統一： 下限値 $\leq$  上限値に統一（一部例外あり（IEC 61340-5-1に無いアイテム））
- ・適合性確認試験は、EPA構築後に性能が維持されているかの確認試験で、試験方法が初期製品認定試験と異なる。  
但し、RCJS-5-1では、適合性確認試験は、どちらの試験方法を用いてもよいと注釈を付けている。
- ・初期製品認定試験と適合性試験が異なるのは、適合性試験で簡易試験が許されるためである。

# 接地抵抗 ( $R_g$ ) と接地可能点抵抗 ( $R_{gp}$ ) の違い

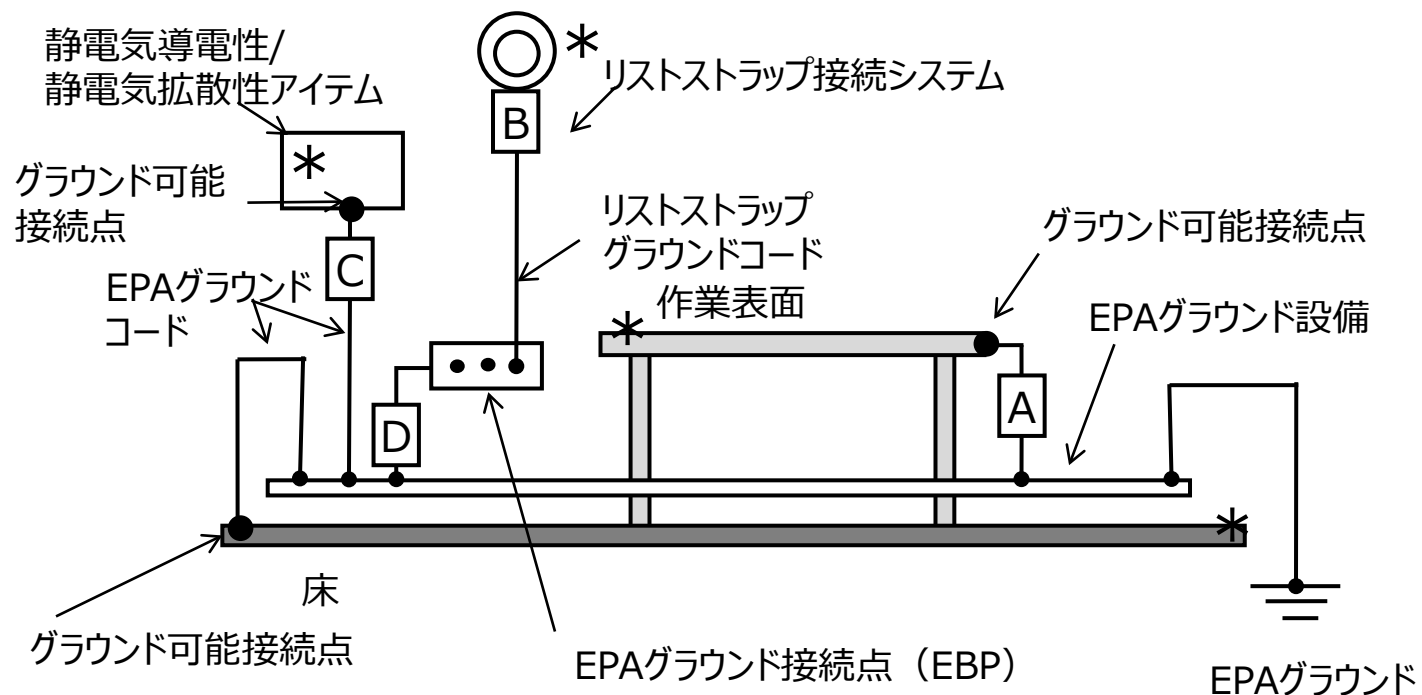


- EPAの接地が確立していないESD管理用アイテムの初期認定試験では、接地として接地可能点 (Groundable Point)を設け、その間の抵抗を計るので、接地抵抗の記号として $R_{gp}$  を使用する。
- 適合性確認試験 (EPA構築後) は、接地点が確立しているので原則として接地抵抗を測定する。

# RCJS-5-1(第4版)の第3版(2016)との項目比較(6)

項目の比較		内容（第4版と第3版の比較）
RCJS-5-1：2025 （第4版）	RCJS-5-1：2016 （第3版）との比較	
6.3 EPA構造	同じ	・6.3.5 人体グラウンドを追加
6.3.1 一般	同じ	同じ。一部注記の修正あり ・A, B, C, D：制限抵抗（人体保護抵抗）のA, B, Cの抵抗は表1に、Dは6.3.3項で決められている。導電性または拡散性の材料を使用し、その抵抗値が規定範囲に収まるときは、個別の抵抗を追加設置する必要はない。ただし、個別抵抗が必要となるグラウンドコードは別である。
6.3.2 EPAグラウンド 設備	同じ	同じ
6.3.3 EPAグラウンド 接続点（EBP）	同じ	同じ
6.3.4 EPAグラウンド コード	同じ	同じ

## 図12 典型的なEAPの配線（注記の修正）



A, B, C, D: 付加抵抗（人体保護抵抗）, A, B, C, Dの抵抗は表1に, Dは6.3.3項で決められている。

導電性または拡散性の材料を使用し, その抵抗値が規定範囲に収まるときは,  
個別の抵抗を追加設置する必要はない。

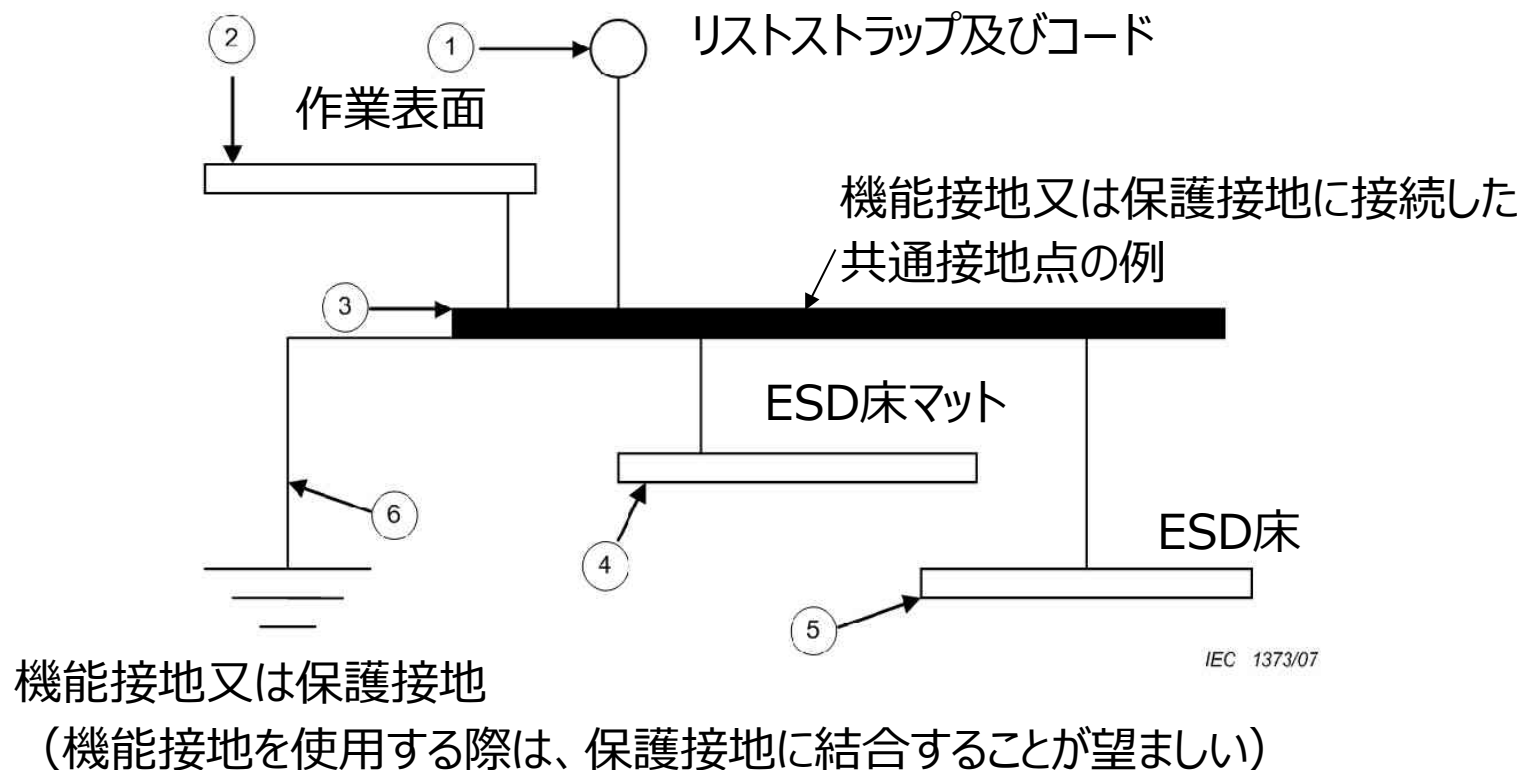
但し, 個別抵抗が必要となるグラウンドコードは別である。

グラウンド可能点間抵抗: 測定点(\*)からEPAグラウンドまでの抵抗(付加抵抗を含む)

\*印: 測定点の例

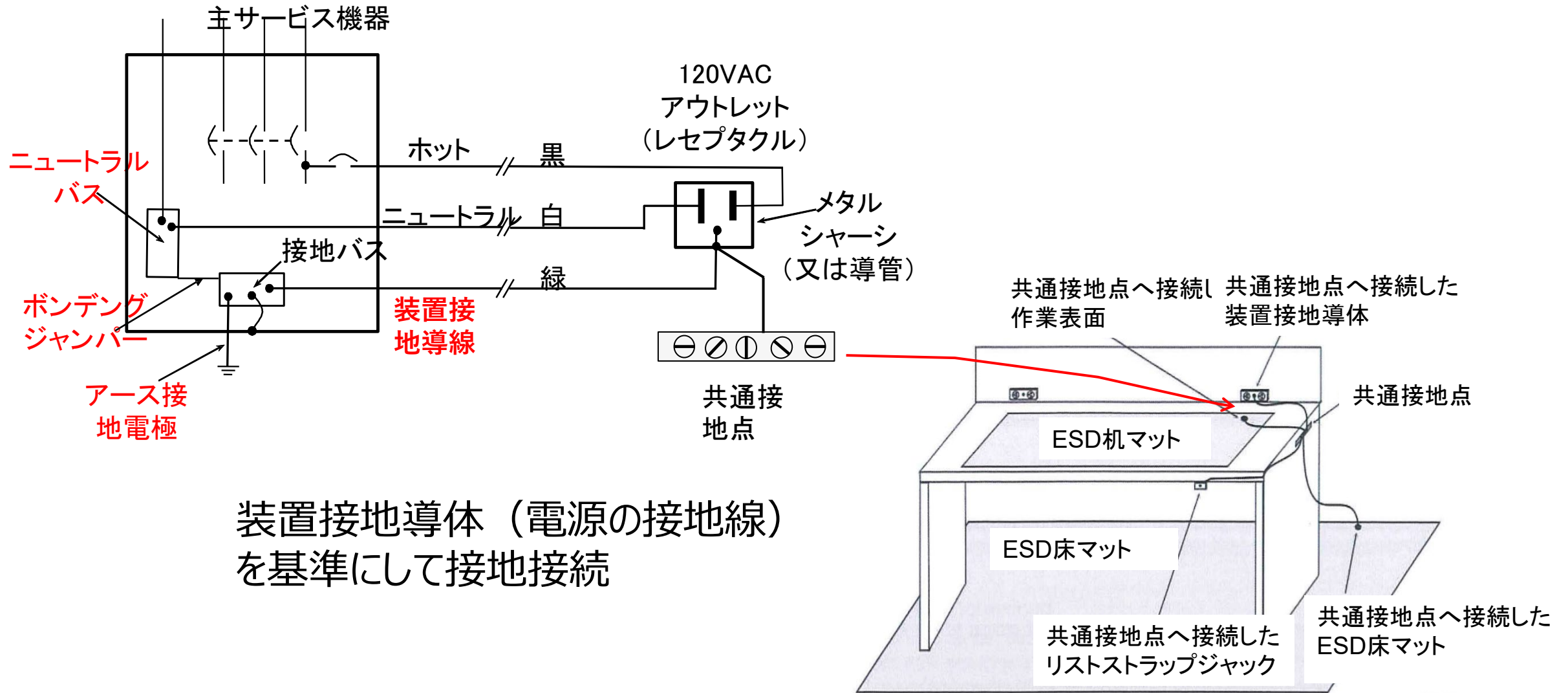


## (参考) IEC 61340-5-1 ed.3のEPA構成図



リストストラップや作業表面で保護抵抗や制限抵抗（～1MΩ）が無い  
→ 人体安全上問題（接地間電位差が発生しやすい日本の問題）

## (参考) ANSI/ESD S6.1 (2014) の装置接地システム



# RCJS-5-1（第4版）の第3版（2016）との項目比較（7）

項目の比較		内容（第4版と第3版の比較）
RCJS-5-1：2025 （第4版）	RCJS-5-1：2016 （第3版）との比較	
6.3.5 人体グラウンド	<b>追加</b> （衣類による接地も許可）	リストストラップシステム、人体/履物/床システムに加え、 <b>衣類システムによる人体グラウンド可能とした。</b> （システム抵抗 < 35 MΩ） （衣類システムを人体のグラウンドを達成するために使用する場合，ESD管理プログラム計画書に文書化する。）

## 衣類と衣類による人体接地の要求事項（表1からの抜粋）

アイテム個別の 要求事項	製品認定 <sup>(1)</sup>		適合性確認	
	試験方法	限界値	試験方法 <sup>(11)</sup>	限界値
衣類	IEC 61340-4-9 (附属書A.1)	$1 \times 10^5 \leq R_{p-p}$ < $1 \times 10^{11} \Omega$	RCJS-TS-5-4 静電気管理用衣類	$1 \times 10^5 \leq R_{p-p}$ < $1 \times 10^{11} \Omega$
グラウンド可能な 衣類	IEC 61340-4-9 (附属書A.1)	$1 \times 10^5 \leq R_{gp}$ < $1 \times 10^9 \Omega$	RCJS-TS-5-4 グラウンド可能な静電気管理用 衣類	$1 \times 10^5 \leq R_{gp}$ < $1 \times 10^9 \Omega$
人体グラウンドシステム要求事項				
グラウンド可能な衣 類システム	IEC 61340-4-9 (附属書A.1)	$7.5 \times 10^5 \leq R_{gp}$ < $3.5 \times 10^7 \Omega$	RCJS-TS-5-4 グラウンド可能な静電気管理 用衣類システムの抵抗	$7.5 \times 10^5 \leq R_g$ < $3.5 \times 10^7 \Omega$

# グラウンド可能なESD管理用衣類システム



グラウンドの常時モニタ    グラウンド用コード



(システム抵抗 < 35 MΩ)

図 解説-2 グラウンド可能なESD管理用衣類システムによる人体グラウンドの例  
(写真提供：デスコジャパン)

注：主に、座っての作業の場合のリストストラップに替わる人体接地手法として、主に欧米で使用されているようだ。日本では、使用実績は無いようで、このシステムを使用する場合は、一般のESD管理用衣類に比べ、抵抗が低い衣類を着用するので、人体安全について慎重に検討する必要がある。

# RCJS-5-1（第4版）の第3版（2016）との項目比較（8）

項目の比較		内容（第4版と第3版の比較）
RCJS-5-1：2025 （第4版）	RCJS-5-1：2016 （第3版）との比較	
6.3.6 絶縁体（静電界）	同じ	・要求は同じ ・要求内容を補強している
6.3.7 孤立した導体	追加	・孤立導体（グラウンドされていない導体）の帯電管理を追加

- ・孤立した導体の管理は、マシンモデル（MM）の項で説明した。
- ・RCJS-5-1では、接地されていない工具類の帯電状況を孤立導体の帯電と表現しており、帯電した孤立導体がESDSに直接接触しても損傷しないように、**帯電を35V以下に管理する**と規定している。
- ・孤立導体の帯電を35Vに制限するのはイオナイザにより、達成可能と考えられている。規格では、「35Vは、イオナイザの達成可能なレベルと関係している」と注釈されている。

# EPA内での絶縁体管理（CDM対策）（1）

## RCJS-5-1 6.3.6 絶縁体（静電界）（IEC 61340-5-1も同じ）

工程で必要な絶縁体によるESD脅威に対し

- ・ESDSを取り扱う場所の静電界が**5,000V/m（50V/cm）**を超えないようにする。

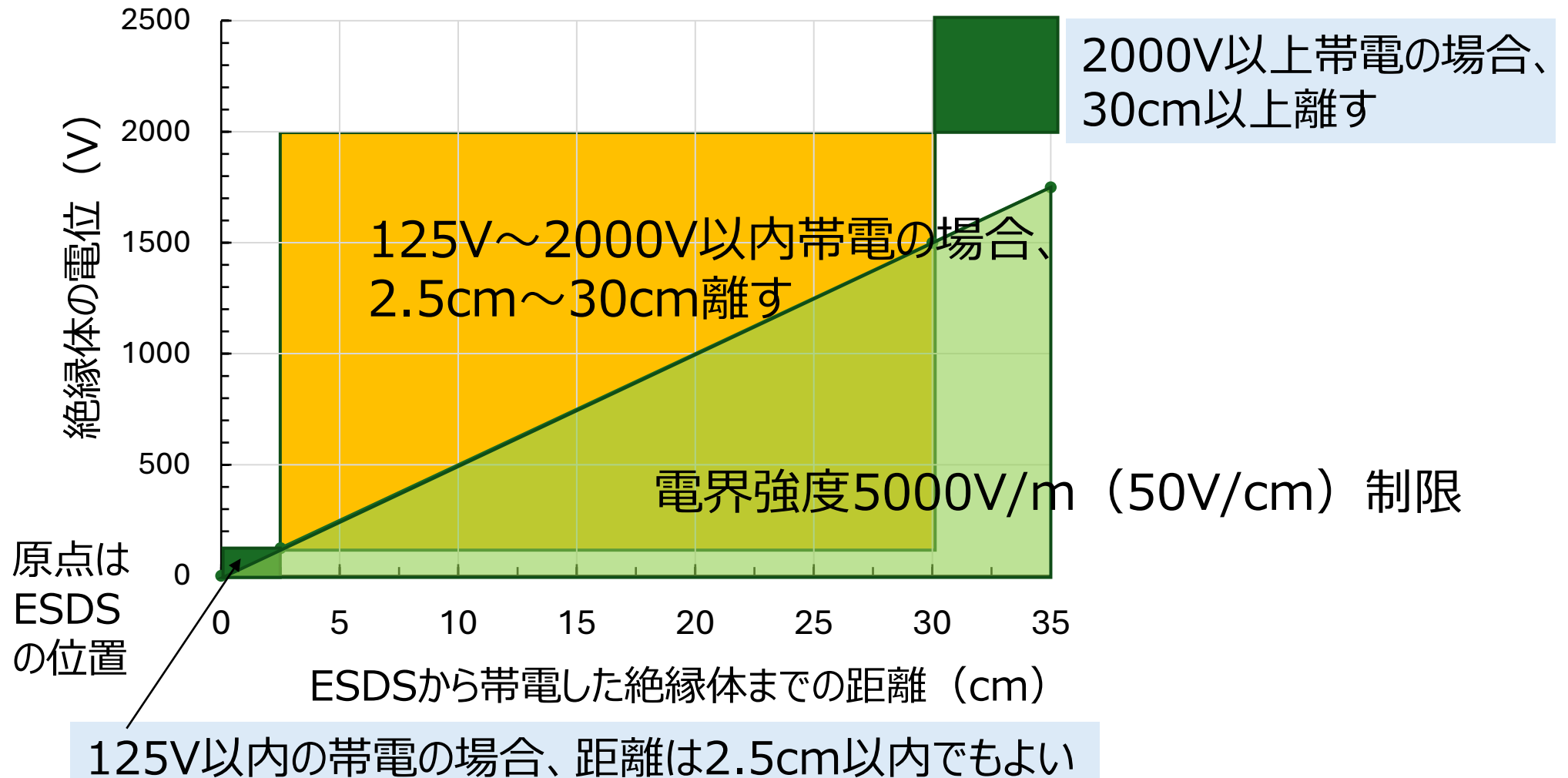
又は、

- ・工程で必要な絶縁物表面で測定した静電電位が**2,000 V**を超える場合、アイテムをESDSから最低**30cm**離すようにする。
- ・工程で必要な絶縁物表面で測定した静電電位が**125 V**を超える場合、アイテムをESDSから最低**2.5cm**離すようにする。
- ・静電界または表面電位が設定された限界を超える場合には、イオン化あるいは電荷緩和技術を使用する。

## 絶縁体帯電によるESDSへのESD損傷リスク

- ・絶縁体が帯電した場合、ESDSと接触しても、電荷の移動が無いので、**直接的なESDSへの放電は起こらない。**
- ・絶縁体が帯電した場合、**周囲に電界を発生させる。**
- ・電界により、接地されていないESDS内で電荷の再配置（局在化）が起こる（誘導帯電）
- ・電界の存在の下に、ESDSを接地すると放電が起こる（CDM）。

## RCJS-5-1(IEC 61340-5-1も同じ)のEPA内の絶縁体の帯電要求事項 (2)

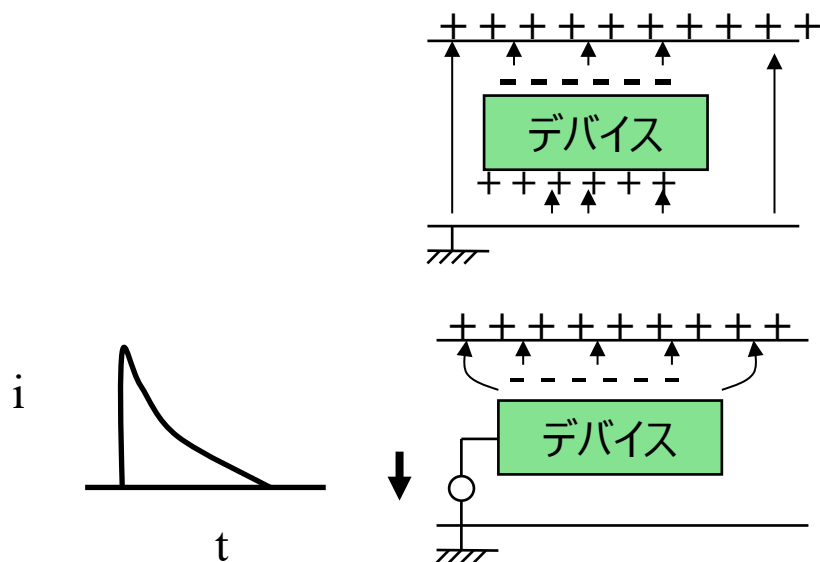


電界制限要求と電位制限要求が一致していない。(IEC/TR 61340-5-1(1998) (電界要求) とS20.20 (電位と距離の要求) の両方を採用したため)



# どの位の静電界強度下で放電させるとデバイスは故障するのか？

## 注目した故障モデル：電界誘導デバイス帯電モデル（FICDM）



静電界の内部にデバイスがある場合

電界によりデバイス内部の電荷が分離（局在化）  
（電界誘導帯電）

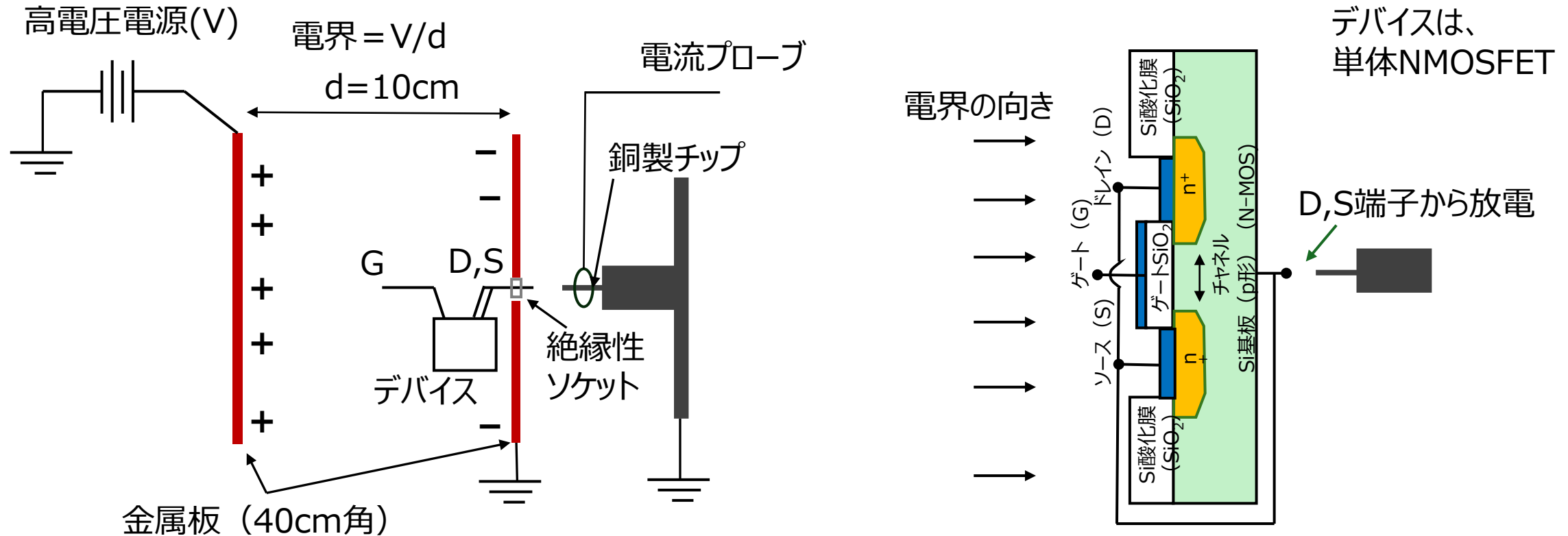
デバイスを接地するとESD放電が発生する

この現象を模擬する実験を行い、デバイスの静電界に対する耐性を明らかにした。

参考文献 J. Paasi, et.al. " Electrostatic Field Limits and Charge Threshold for Field Induced Damage to Voltage Susceptible Devices", 2004 EOS ESD Smp.



# デバイス（NMOSFET）への静電界印加と放電の実験方法



- 均一な静電界は、金属板2枚を平行配置し、一方の電極は電圧源によって所定の電位に帯電させ、もう一方の電極は接地。
- デバイスを絶縁ソケットを用いてグランド平面の中央に設置。
- デバイスはゲート - ドレイン/ソース方向に電界がかかるように配置。（ドレインとソース端子は接続されている）
- 電界によって帯電したデバイスのドレイン/ソース端子から、接地された銅柱チップを用いて放電を発生させた。
- 放電方向はゲート → ドレイン/ソースである。

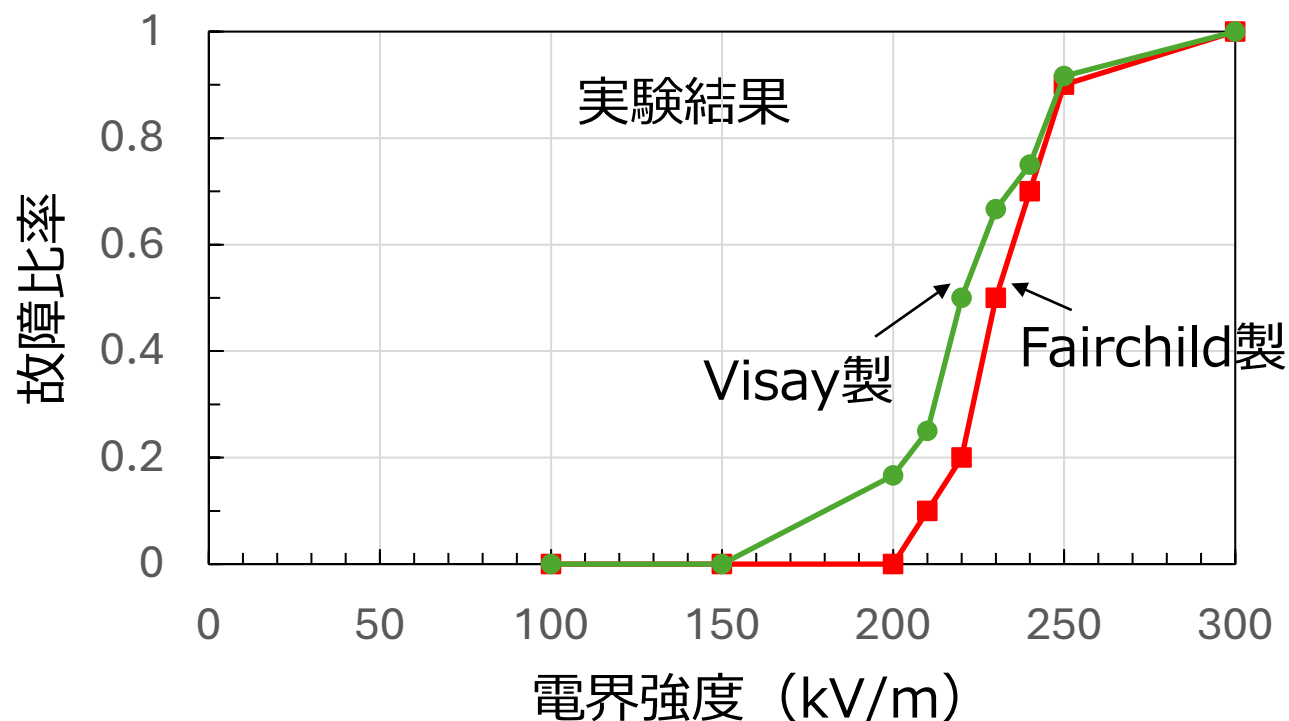
参考文献 J. Paasi, et.al. " Electrostatic Field Limits and Charge Threshold for Field Induced Damage to Voltage Susceptible Devices", 2004 EOS ESD Smp.

## 用いたデバイスと故障に至る静電界強度

デバイス：2N7000 MOSFET（小信号用のNチャネルMOSFET）（試験個数：10～12個）

・ゲート降伏電圧 +67V, -60V（Fairchild製）； +71V, -67V（Visay製）  
（大まかな近似として、CDM耐性 60～70Vに相当）

・ゲート容量  $C_g=22$  pF



・電界強度 150 kV/mまでは故障しない。

・RCJS-5-1の制限 5kV/mに比べ、1桁以上の余裕がある。

・2000V帯電で2.5cm離れた場合(80 kV/m)  
（規格で許容する最大電界）でも、故障しない。

・但し、プリント基板上に実装した場合、容量が大きくなり、許容される電界強度は、1桁以上低くなることが実験で確認されており、プリント基板実装品では、1桁低い電界強度に抑える必要がある。

このような実験結果から、規格の静電界管理や電位管理により、CDM 200Vのデバイス取扱い可能と判断したと推定

参考文献 J. Paasi, et.al. " Electrostatic Field Limits and Charge Threshold for Field Induced Damage to Voltage Susceptible Devices", 2004 EOS ESD Smp.

# RCJS-5-1(第4版)の第3版(2016)との項目比較(9)

項目の比較		内容（第4版と第3版の比較）
RCJS-5-1：2025 （第4版）	RCJS-5-1：2016 （第3版）との比較	
6.3.8 適合性の検証	同じ	同じ（EPAを構築した際に、要求事項の適合しているかを確認する作業。合格した場合適合性認証書を発行する）（IECには規定が無い）
6.4 フィールド作業	同じ	同じ（IECには規定が無い）
6.5 EPAでの作業要領	同じ	同じ
7 保護包装	同じ、但し項目番号を変更（6項を7項に）	同じ、但し項目番号を変更 （IECには要求事項の規定が無い（顧客要求を優先））

## 表 4 包装特性要求事項 (RCJS-5-1)

	EPA内		EPA外	
	一次	近接	一次	近接
ESDS	低帯電性と静電気導電性, 又は低帯電性と静電気拡散性 (電源をもつESDSは低帯電性と 1×10 <sup>8</sup> Ωを超える静電気拡散性 のものを使用する)	一次包装と同じ	EPA内部に対するもの と同じ及びESDシールド a)b)	ESDシールドc)
非ESDS	ESDSに適した包装, 又は低帯電性		要求無し	
注記				
a) ESDシールドの特性は, IEC 61340-4-8 (附属書A.5) に従い測定し, 1,000VのHBM放電による最大エネルギーの伝達量を, 20 nJ未満にする。(注: 第3版では50 nJ)				
b) ESDシールドの特性は, 近接包装がESDシールドでない場合のみ必要である。				
c) ESDシールドの特性は, 一次包装が静電気シールドでない場合のみ必要である。				
注記J EPA外でESDシールド性能の無い防湿袋を使用する場合がある。表面に低帯電性, あるいは, 静電気拡散性の層がある場合には, 使用者間のESDコーディネータの合意で, 代用することができる。				

第3版の注記: 「表面抵抗が $1 \times 10^9 \Omega$ を超えるものを使用する場合には, 材料は初期値 (5,000 V) の1%までの減衰時間を2秒以内とする」を**削除** (IECには、包装資材の電荷減衰特性試験の要求が無い)

## 参考：IEC 6130-5-1の包装要求事項

- ・ESD保護包装は顧客との契約書、購買注文書、図面、または他の文書に従う。これらの文書でESD保護包装を定義していない場合は、組織はIEC 61340-5-3を基に計画書の中でESDSのためのESD保護包装要求事項を定義する。（IEC 6130-5-1には、明確な保護包装要求が無い。）

### IEC 61340-5-3(2022) の表A.1 包装特性

（但し、表A.1は、要求事項でなく、**参考情報**である。）

包装する アイテム	EPA		UPA	
	一次	近接	一次	近接
ESDS	静電気導電性，又は静電気拡散性 <sup>a</sup>	静電気導電性，又は静電気拡散性	EPA内部に対するものと同じ及びESDシールド <sup>b</sup>	EPA内部に対するものと同じ，及びESDシールド <sup>c</sup>
a：バッテリーで動作するESDSでは，材料の選定，又は包装設計は，バッテリーが放電しないことを確実にする。 b：ESDシールドの特性は，近接包装がESDシールドでない場合のみ必要である。 c：静電気シールドの特性は，一次包装が静電気シールドでない場合のみ必要である。				

RCJS-5-1に比べ

- ・低帯電性が削除
- ・非ESDSに対する要求事項を削除

# RCJS-5-1(第4版)の第3版(2016)との項目比較(10)

項目の比較		内容(第4版と第3版の比較)
RCJS-5-1:2025 (第4版)	RCJS-5-1:2016(第3版)との比較	
8 購入, 受入, 保管, 及び取扱い	同じ、但し項目番号を変更 (7項を8項に)	同じ、但し項目番号を変更 (IECには規定無し) (7項を8項に)
8.1 一般	同じ	同じ
8.2 購入	同じ	同じ
8.3 受入及び保管	同じ	同じ
8.4 EPA内での開封, 検査及び保管	同じ	同じ
9 教育・訓練	同じ、但し項目番号を変更 (8項を9項に)	同じ、但し項目番号を変更 (8項を9項に) (IECには詳細な規定は無い(訓練計画書作成要求はあり))
9.1 適切に構成されたESD教育・訓練	同じ	同じ
9.2 従業員の教育・訓練	同じ	同じ
9.3 入門コース	同じ	同じ
9.4 教育・訓練での考慮項目	同じ	同じ
9.5 再教育・訓練	同じ	同じ
9.6 教育・訓練を受けた従業員の登録	同じ	同じ
9.7 ESDコーディネータによる教育・訓練	同じ	同じ

# RCJS-5-1(第4版)の第3版(2016)との項目比較(11)

項目の比較		内容（第4版と第3版の比較）
RCJS-5-1：2025 （第4版）	RCJS-5-1：2016（第3 版）との比較	
10 品質責任	同じ、但し項目番号を変更 （9項を10項に）	同じ、但し項目番号を変更（9項を10項に）  （IECには詳細規定無い（顧客との契約による））
10.1 責任	同じ	同じ
10.1.1 一般	同じ	同じ
10.1.2 従業員	同じ	同じ
10.1.3 ESDコーディネータ	同じ	同じ
10.2 ESD管理用アイテムの調達	同じ	同じ
10.2.1 ESD管理用アイテムの承認	同じ	同じ
10.2.2 ESD管理用アイテムの認定	同じ	同じ
10.2.3 購入記録	同じ	同じ
10.2.4 ESDSの購入及び下請負業務	同じ	同じ
10.3 適合性確認計画書	同じ	同じ
10.4 毎日の点検	同じ	同じ
10.5 月ごとの点検	同じ	同じ
10.6 半年ごとの点検	同じ	同じ
11 定期監査	同じ（但し10項を11項に 移動）	同じ

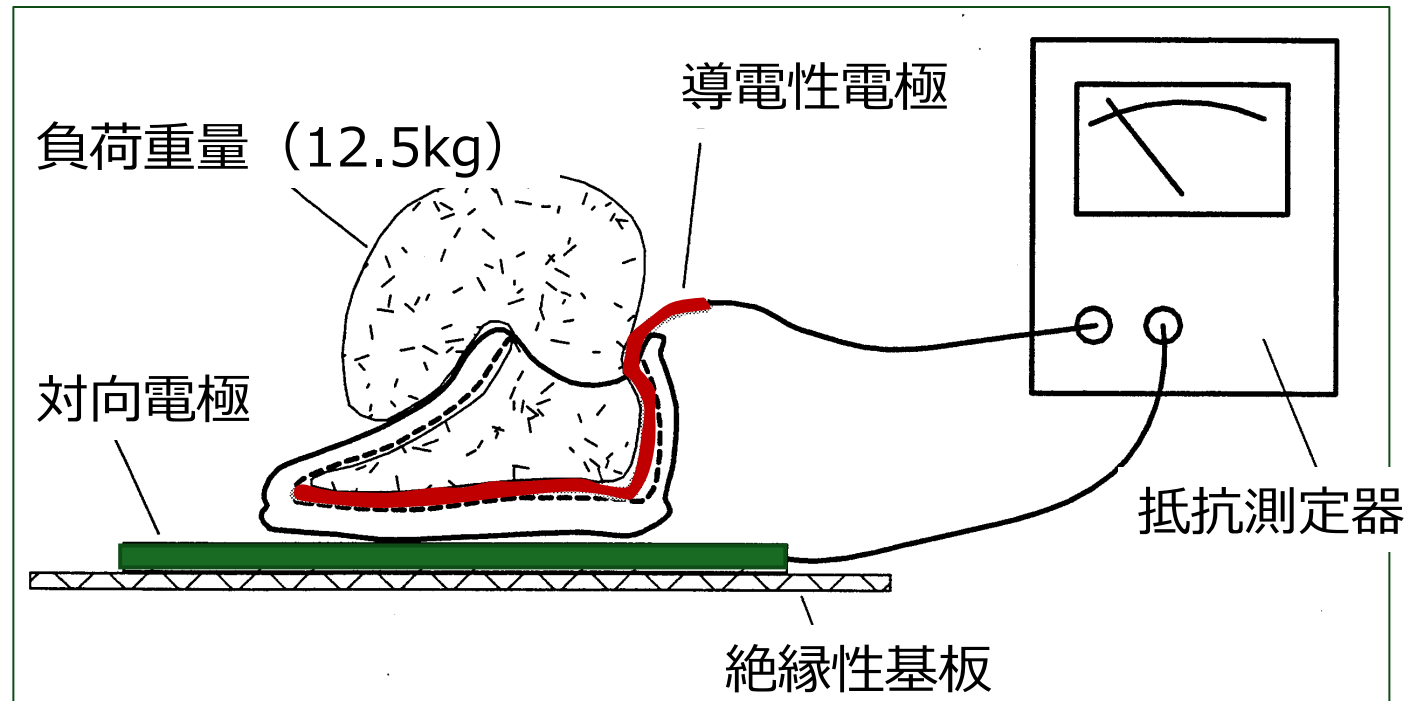


# RCJS-5-1 (第4版)の第3版(2016)との項目比較(12)

項目の比較		内容 (第4版と第3版の比較)
RCJS-5-1 : 2025 (第4版)	RCJS-5-1 : 2016 (第3 版) との比較	
附属書A (規定) 試験方法	A.6 履物試験、A.7 人体/ 履物/床システムの抵抗測定 と人体電位測定を追加	(IECには、測定方法に関する附属書無し。関連 する規格 IEC 61340-2シリーズと-4シリーズを参 照するように規定されている)
A.1 衣類の試験のための抵抗測定方法	同じ	基本的に同じ。IEC規格の最新版に合わせ一部変 更されている。
A.2 リストストラップの特性測定方法	同じ	同上
A.3 着用した履物, 手袋, 指サック, 及び工具の試験のための測定方法	同じ	同上
A.4 イオナイザの性能試験方法	同じ	同上
A.5 静電気放電遮へい材料の性能評 価のための試験方法 - 袋 (バッグ)	同じ	同上
A.6 履物の試験のための抵抗測定方法	追加	IEC 61340-4-3を引用し、追加
A.7 人体と結合した履物と床による静電 気保護を特性付ける方法	追加	IEC 61340-4-5を引用し、追加
A.8 静電気電荷蓄積を防止する固体材 料の抵抗, 及び抵抗率試験方法	別冊の附属書JをA.8として一 冊に統一	別冊の附属書JをA.8として一冊に統一

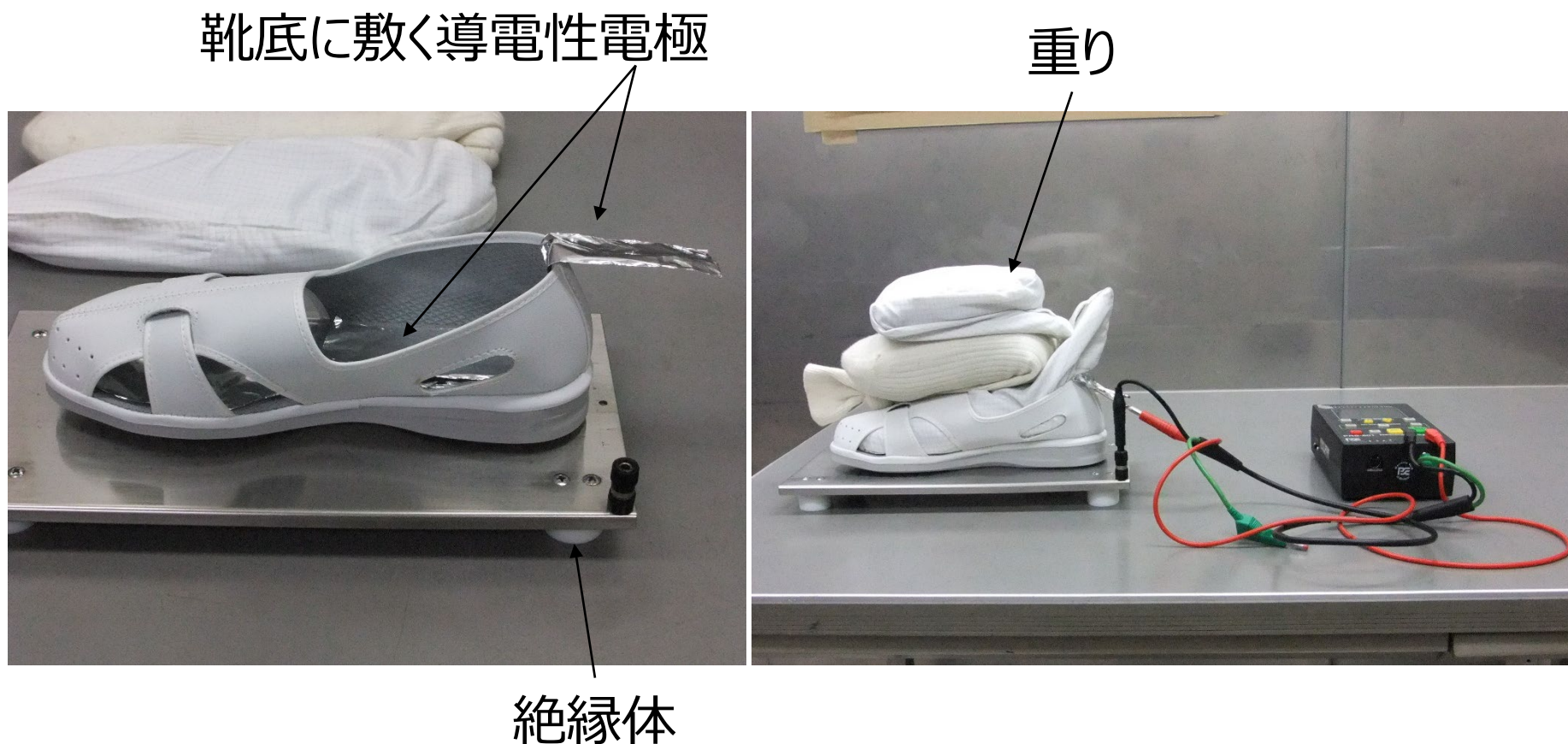


## 履物の抵抗測定方法（附属書A.6（IEC 61340-4-3））



要求事項：  $R_{gp} \leq 1 \times 10^8 \Omega$

## 履物の抵抗測定方法-測定例（附属書A.6（IEC 61340-4-3））



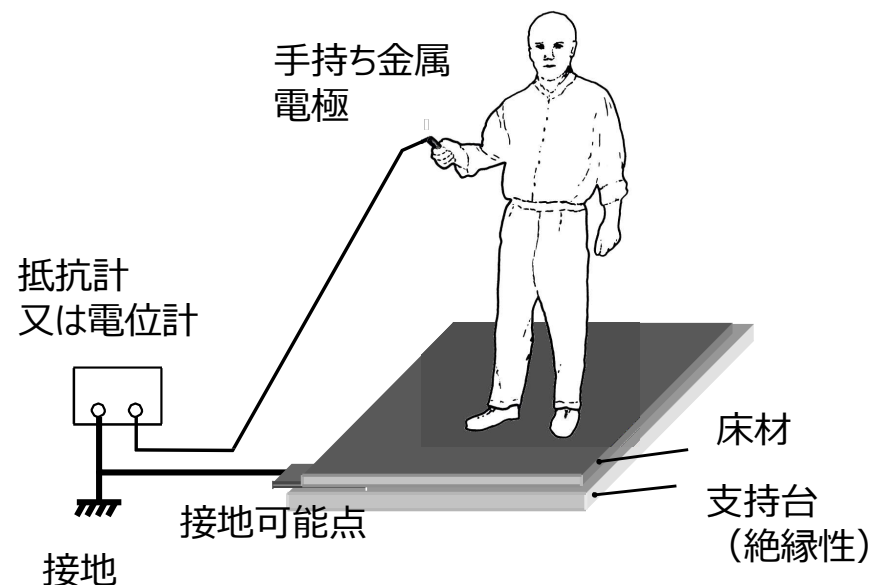
## 人体接地要求事項 -床/靴/ 人体システム-

アイテム個別の 要求事項	製品認定 (1)		適合性確認	
	試験方法	限界値	試験方法(11)	限界値
人体グラウンドシステム要求事項（床/靴/ 人体システムのみ）				
人体/履物/床 システム	IEC 61340-4-5 (附属書A.7)	$R_{gp} < 1 \times 10^9 \Omega$ (3) 及び 人体電位 $< 100 \text{ V}$ (5個の最高点の平均)	RCJS-TS-5-4 人体/履物/床システム抵抗 (附属書E)	$R_g < 1 \times 10^9 \Omega$ (3) (8) (9)
人体/履物システム (金属プレート上で 着用した靴)	附属書A.3.2	$1 \times 10^5 / (\text{片足}) \leq R_{gp}$ $< 1 \times 10^8 \Omega$	RCJS-TS-5-4 人体/履物システム抵抗	$1 \times 10^5 / (\text{片足}) \leq R_{gp}$ $< 1 \times 10^8 \Omega$

- ・人体/履物/床システム（EPA内の人体接地の全体システム）  
と
- ・人体/履物システム（EPAに入る前の履物システムの点検方法）  
が規定されている

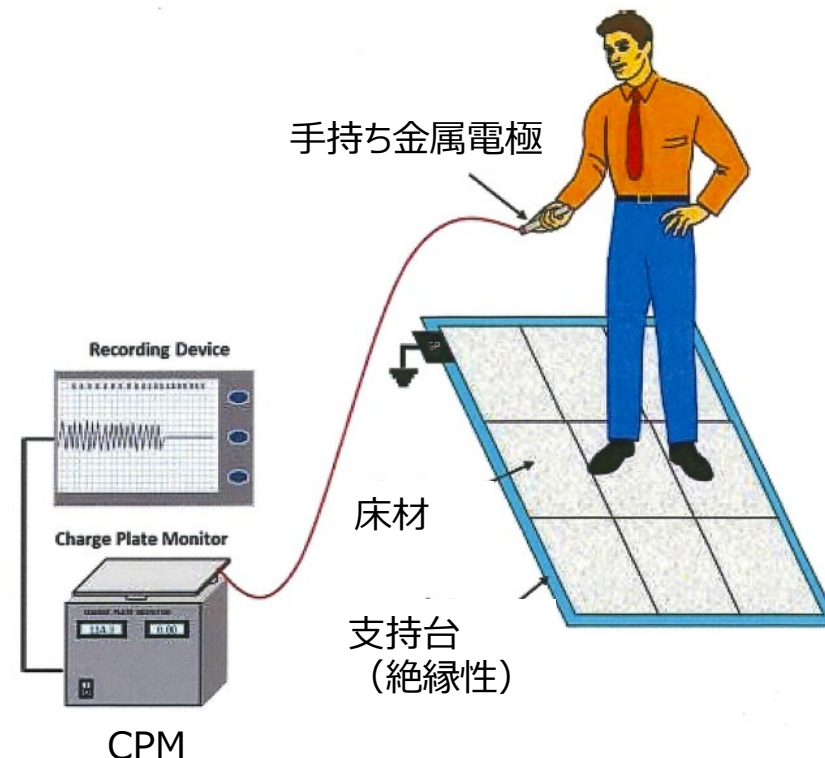
# 床/靴/人体システムの試験方法 (IEC 61340-4-5(RCJS-5-1附属書A.7))

システム抵抗測定  
(試験室測定の場合)  
(IEC 61340-4-5)



人体電位を測定する場合は、  
抵抗計に換えて、静電電位計を用いる  
(IEC 61340-4-5)

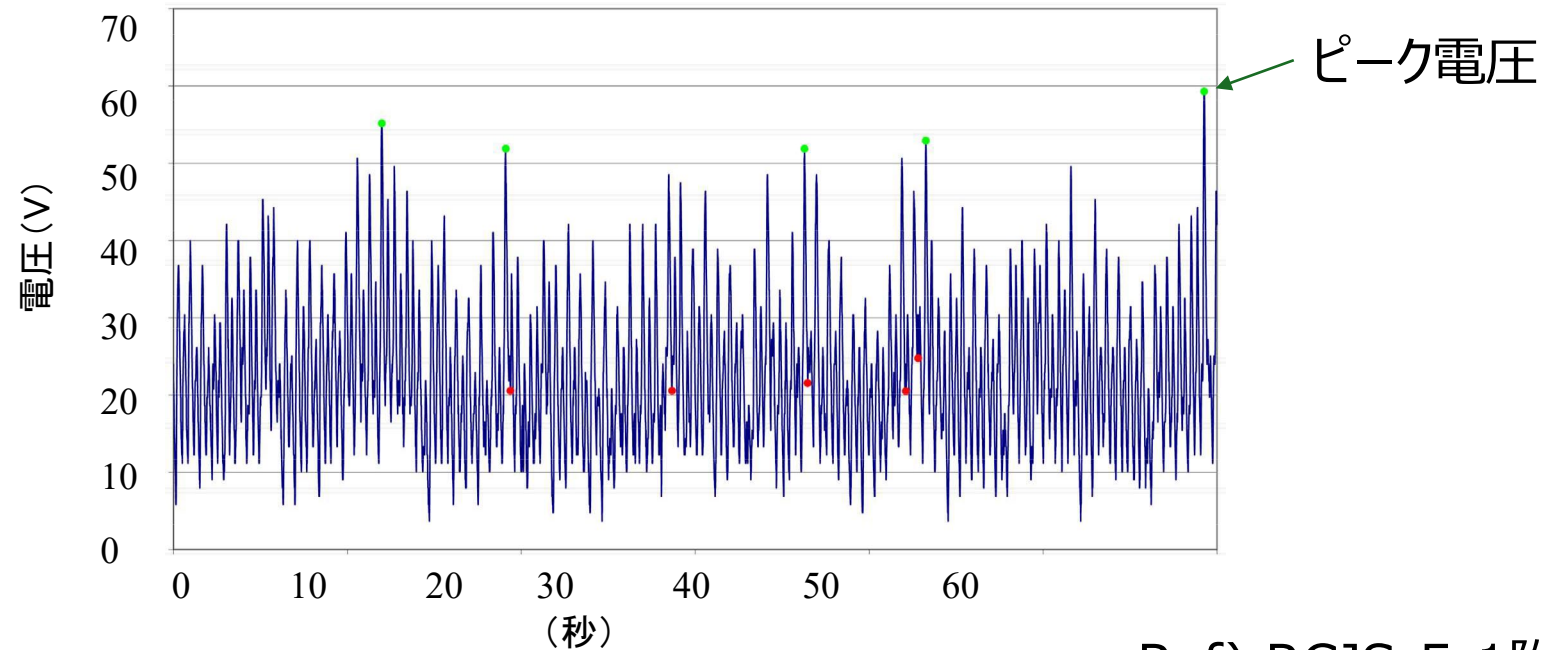
参考：人体電位測定 (ANSI/ESD STM 97.2)



人体電位を測定する場合に、静電電位計に替えてCPM  
を使用することができる。

- ・静電電位計の入力容量の要求： $\leq 30$  pF
- ・CPM (規定： $20 \pm 2$  pF) はこの要求を満たす

## 床/靴/人体システムの人体電位測定例



Ref) RCJS-5-1附属書A.7

・RCJS-5-1では、ピーク電圧5点の平均値が100V以下であることを要求

# 人体/履物システムの試験方法（RCJS-5-1附属書A.3） （EPAに入る前の履物システムの点検方法）

$$1 \times 10^5 \leq R_{gp} (\Omega) < 1 \times 10^8$$



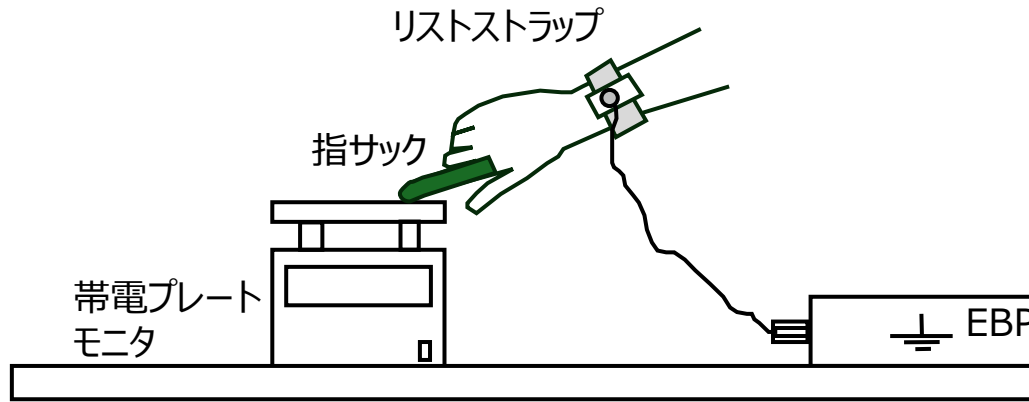
作業者は、電極上に片足で立つ。  
手の接触板を確実な指示が得ら  
れるまで押す。もう一方の足で試  
験を繰り返す。



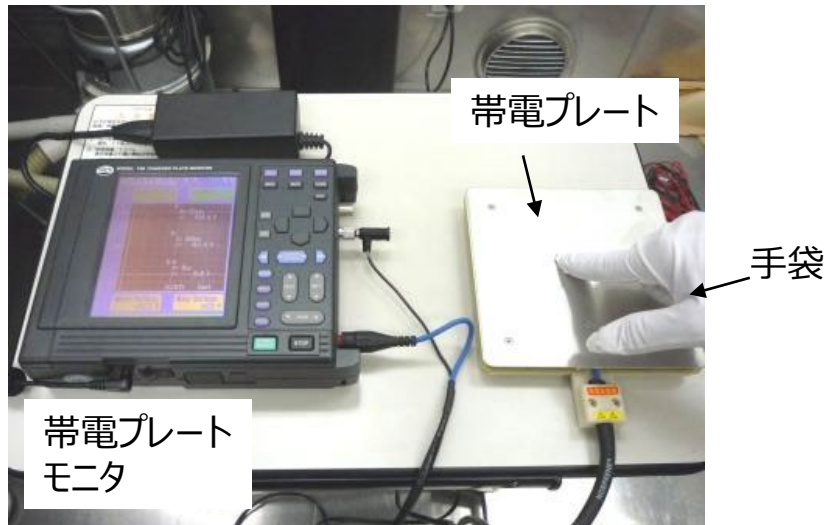
# RCJS-5-1 (第4版)の第3版(2016)との項目比較(13)

項目の比較		内容（第4版と第3版の比較）
RCJS-5-1 : 2025 (第4版)	RCJS-5-1 : 2016 (第3版) との比較	
附属書B (規定) 工具, 及び手袋・指サックシステムの電荷減衰測定方法	同じ	手袋・指サックシステムの電荷減衰測定方法の図面を追加
	JBの電荷減衰測定方法 (高電圧印加方法)	削除 (IECの要求にない)
附属書C (参考) 静電気敏感性デバイスのために使用する包装の特性と要求事項	別冊の附属書Iを附属書Cとして一冊に統一	別冊の附属書Iを附属書Cとして一冊に統一
附属書D (参考) 調整の例	追加	IEC 61340-5-1:2024を採用
	第3版の附属書Dは削除	イオナイザーの検証方法であるが、重要な情報でない
附属書E (参考) ESDの影響を最小にするための設計上の考慮	同じ (附属書Cを附属書Eに移動)	同じ (附属書Cを附属書Eに移動)
附属書JF (参考) デバイス帯電モデル (CDM) 放電の対策	同じ (附属書JEを附属書JFに移動)	同じ (附属書JEを附属書JFに移動)
	附属書JF (参考) CDM 対策 (IEC 61340-5-1Ed.2の内容)	本文 (6.3.6) に移動

## 附属書B（規定） 工具，及び手袋・指サックシステムの電荷減衰測定方法



- ・帯電プレートモニタのプレートに1,000V印加する。
- ・リストストラップをEBPに接続する。
- ・手袋，又は指サックを手に装着しプレートに接触させる。
- ・電圧が100Vに減衰する時間を測定する。可能な  
らば，電圧が100Vに達した時間を記録できる装  
置を使用する。





# RCJS-5-1（第4版）の第3版（2016）との項目比較（14）

項目の比較		内容（第4版と第3版の比較）
RCJS-5-1：2025 （第4版）	RCJS-5-1：2016 （第3版）との比較	
附属書JG（参考）ESD管理プログラム計画書作成，及び監査の指針	同じ	RCJS-5-1：2025（第4版）対応して内容を更新
附属書JH（参考）ESDコーディネータに推奨される職務	同じ	
附属書JI（参考）RCJS-5-1（第4版）と対応国際規格との対比表	同じ	RCJS-5-1：2025（第4版）対応して内容を更新
解説		RCJS-5-1：2025（第4版）対応して内容を更新

## まとめ

1. RCJS-5-1のみで完結するようにし、ESD管理用アイテムの試験方法規格の重要部分は附属書に入れる方針は継承し、附属書に入れた。
2. IEC 6130-5-1ed.3(2024)の内容は、基本的に全て取り込んだ(接地環境と包装規定を除いて)。
  - ・適用範囲で、対象デバイスとして、**CDM200Vと孤立導体35V**を追加
  - ・表1のESD管理用アイテムの要求事項に、製品認定の他に、**適合性確認**を追加
  - ・人体接地手段として**衣類システム**も可能とした。
3. IEC 6130-5-1ed.3に無い、従来からの規定はそのまま継承した（標識・マークキング、適合性証明、フィールド作業、品質責任（点検項目と頻度、定期監査）など。
4. マネージメント側面で**ESD管理プログラム計画書**作成要求の明確化
  - ・この計画書には、教育・訓練計画、製品認定（初回製品選定時）、適合性確認計画（点検・監査）が含まれる。