

# IEC61000-4-2試験対策 Part-I

EMC設計イノベーション.COM 代表 林 克彦  
2023年1月



EMC設計イノベーション.com



## ○IEC61000-4-2 ESD対策

### ◆今までのESD対策

- ベンダーのツール：基板レベルでの検討 ←それだけでよいのか？
  - ハウツー本 : ESD対策情報・・・少ない **やるべきことがわからない**
  - 不具合対策 ~イメージで語られている／根拠・客観性を欠く
- ➡部品ベンダー情報に頼る・・・しかし対策は自分で考える

### ◆当社の考え方

ESD現象 担当者がよく理解しないまま対策検討を行っている

ESD対策は回路技術だけでは解決できない

EMC設計イノベーション.com



## ○概要

- IEC61000-4-2 ESD-Gun試験
- 接触放電・気中放電の注意点
- ESD-Gun印加による不具合発生モデル
- 機器の不具合対策方法 ……
- ESD試験電磁界Sim ……
- ……

Part I

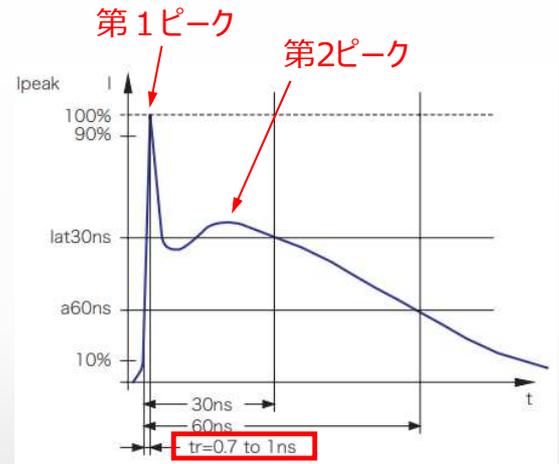
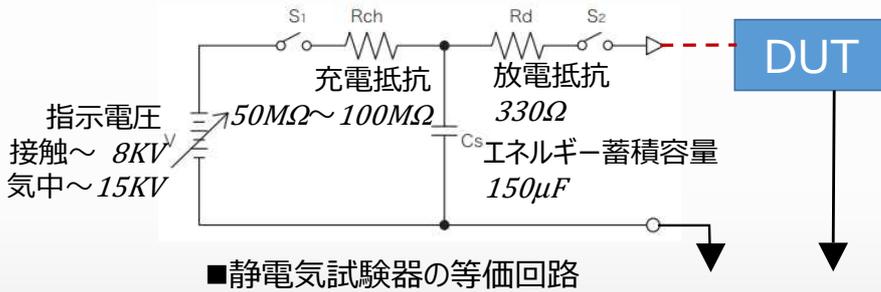
Part II  
セミナーで

※ ESDガン利用：人体放電モデルの模擬（現実との乖離？）  
…とにかく試験をパスする  
検討により機器のESD耐性は高まる傾向

## □ IEC61000-4-2 ESD-Gun試験

# ○IEC61000-4-2

## 1. 接触放電・・・波形の規定がある



### ■静電気試験器の特性

レベル	指示電圧	最初の放電ピーク電流 (±10%)Ip	立上り時間	30nsでの電流値 (±30%)	60nsでの電流値 (±30%)
1	2kV	7.5A	0.7~1ns	4A	2A
2	4kV	15A	0.7~1ns	8A	4A
3	6kV	22.5A	0.7~1ns	12A	6A
4	8kV	30A	0.7~1ns	16A	8A

※静電気模擬  
→回路として規定

# ○IEC61000-4-2

## 2. 気中放電

- 放電火花（スパーク）が見える・音がする
- 電流波形に規定はない  
～技術資料（ノイズ研様）を参考～

### ■試験の傾向

- ESDガンの設定電圧が高くなる ⇒ 放電電流量大  
 $I = dQ/dt$   $Q = Cs \cdot V$
- 放電継続時間が長くなる

➡機器へのダメージが大きくなる

## □ 接触放電・気中放電の注意点

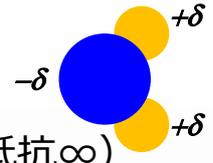
### ○IEC61000-4-2

#### ■試験時の注意点

- ESDガンの印加姿勢 略一定に  
ケーブルの支持・姿勢 被試験機器に近づけない
- パルスの打ち過ぎに注意（特に接地しない製品）
- ESDパルス印加回数増 ⇒デバイス品質の劣化 ➡機器の不具合  
半導体系のセンサー・サージ対策部品
- 気中放電試験時・・・放電の不安定さ  
機器へのダメージ大に注意  
試験雰囲気湿度を**乾燥側**で(湿度 30～60%、温度15～35℃)

## ○湿気・水分

- 湿気 ← 空気中に含まれる水分 (水蒸気)
- 高湿度の空気(大気) ~ 空気の導電性が高まることはない (抵抗 $\infty$ )
- 水分子は極性(電荷分布の不均衡)を持つ  
電源からの印加した高電位勾配下では高加速 → プラズマ化し易い  
→ **火花放電を起こしやすい**
- 自然における静電気帯電体 ... 回路の様な持続的な電源では無い  
帯電体表面の電位に水分子(集団)が引き寄せられる  
→ 水分子(集団)により帯電体表面の電位は**中和化**(低下)される  
→ **火花放電を起こしづらくなる** (夏季の湿度による火花放電頻度の低下)
- 対策: 界面活性剤(親水性) → 空気中の湿気を物体の表面に集める



## ○火花放電(spark discharge)

### ■性質

導体間×電位差×距離 → 火花放電発生

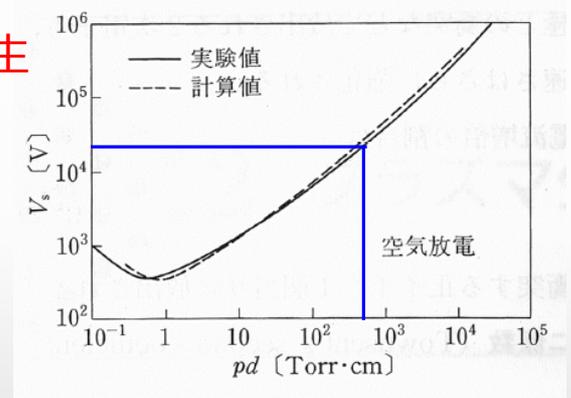
### ■パッシェンの法則

平行な電極間

火花放電の生じる電圧  $V_s$

ガス圧  $p$  と電極の間隔  $d$  の積の関数

$$V_s = f(pd)$$



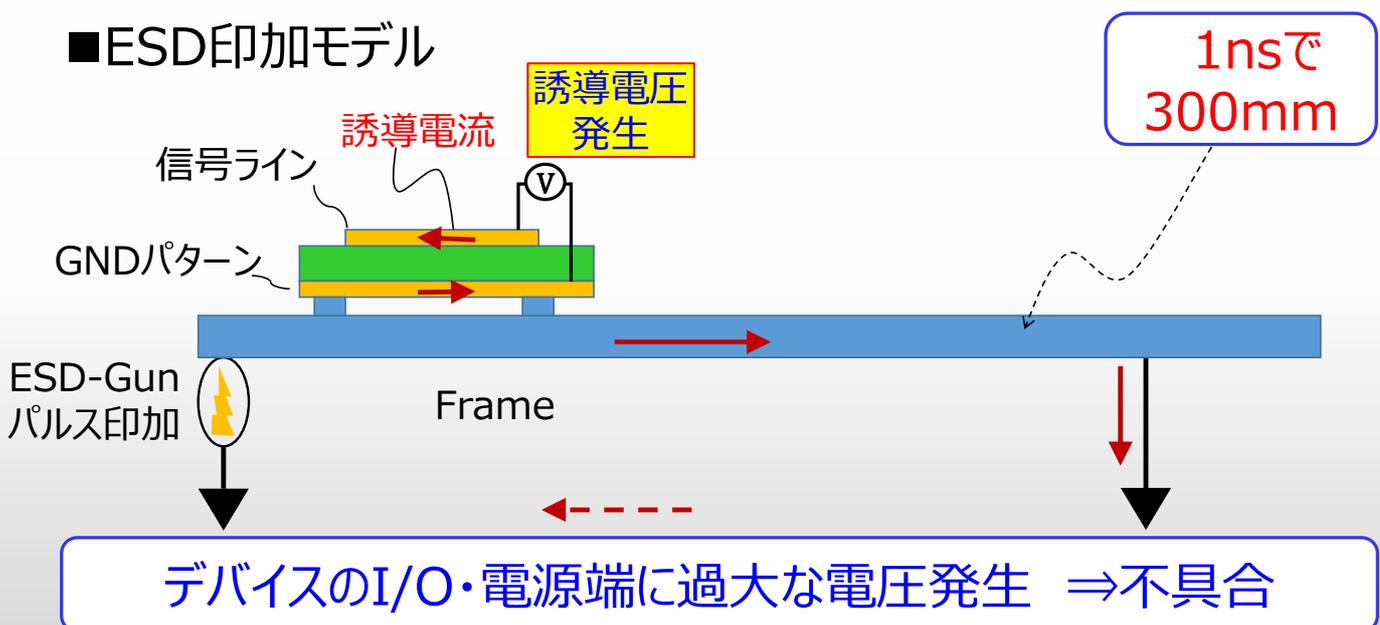
☆ 空气中: 電極間1cmで  $V_s \approx 30KV$

Ex 1mm:  $V_s \approx 3KV$ , 0.1mm:  $V_s \approx 300V$ , 0.01mm:  $V_s \approx 30V$

## □ ESD-Gun印加による不具合発生モデル

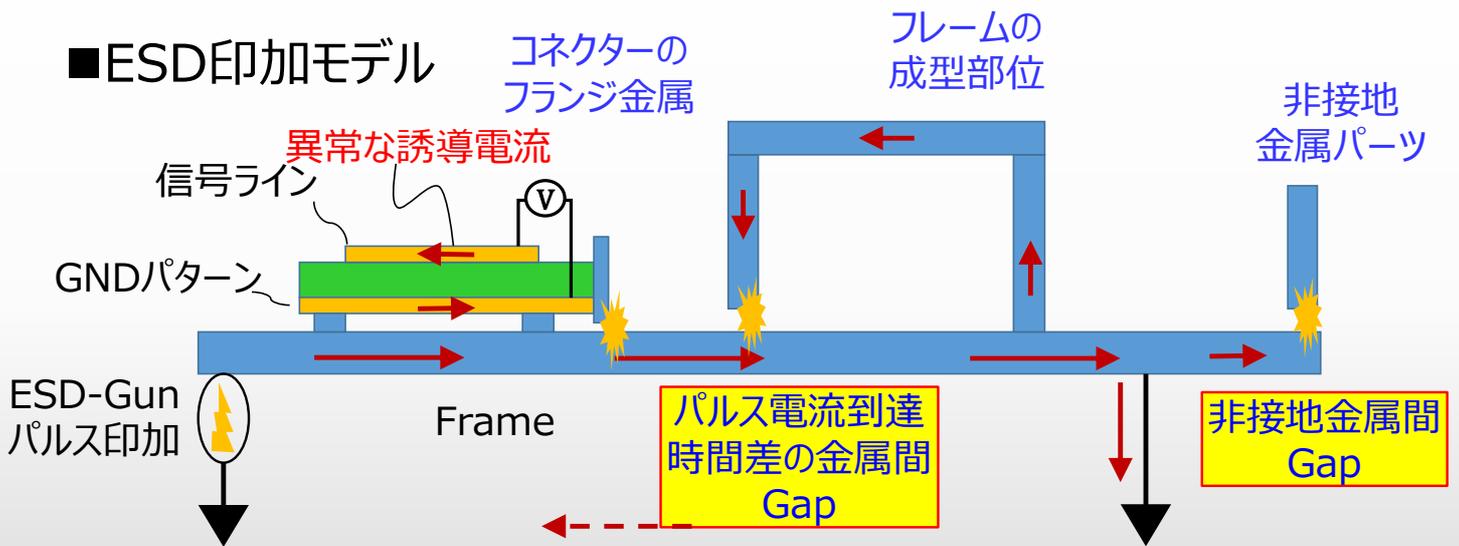
### ○IEC61000-4-2

#### ■ESD印加モデル



# ○IEC61000-4-2

## ■ESD印加モデル



パルス印加に伴う二次的火花放電の発生 ⇒ 不具合

## ○セミナー “IEC61000-4-2 ESD対策 Part-II”の内容

- ESD試験・対策の予備知識
- 機器の不具合対策方法の紹介
- GND (接地)の考え方
- ESD試験電磁界Simの紹介
- IEC61000-4-2試験時の不具合対策の進め方
- IEC61000-4-2試験・気中放電

## ○IEC61000-4-2 ESD対策 受講の利点

### ■対策方法

- ・回路対策に加え物理（電磁気学）的対策の重要性

### ■対策素子の考え方

- ・素子の応答時間

### ■ESDにおけるGNDの考え方

### ■ESDの理解を更に深めるためには

当社の“6.1.静電気に関する理論的解説・メカ設計”を

＜電子機器に係るESDの専門書は少ない＞

## ○当社セミナーの提供

### ■現場のEMC技術者が留意すべき技術が身に着く



### ■製品設計現場におけるESD問題解決の時間を短縮

### ■EMC対策現場の負荷低減（人材・製造コスト・時間）

## ○セミナー

### ■セミナーをご希望される方

ご希望のセミナーを選択し“[お問い合わせ](#)”でご連絡下さい  
早々に見積書を作成し返信致します。

### ■セミナーの進め方

各項目のセミナーはオンラインで行います。  
各セミナーはそれぞれ約1時間×2回程度となります。  
セミナー後 特定期間中に内容について質問ができます。  
詳細につきましては事前にお打ち合わせさせていただきます。

## ○会社情報

■社名 EMC設計イノベーション.com

■代表者 林 克彦

■所在地 長野県塩尻市広丘

■設立 2022年2月

■取引銀行 八十二銀行 広丘支店

■ホームページ <https://emc-di.com>

～ MBDでEMC設計をDX! ～

■お問い合わせ 当社ホームページ“[お問い合わせ](#)”ページ

## ○当社の事業

### EMC設計に関するセミナーの提供（リモート）

1. PD(PI Design for EMI)適用  
電源ラインに関するEMC設計方法／SPICE-Simの方法
2. SD(SI Design for EMI)適用
  - 2.1.信号ラインに関するEMC設計法／IBIS-Sim
  - 2.2.差動信号(～Gbps)への適用
3. WD(Wiring Board Design for EMI)提案  
EMC設計に適用した回路基板設計（単層基板／両面基板／4層基板）
4. EMC設計 背景説明  
機器からのノイズ放射のメカニズムを理解（座学）

## ○当社の事業

### EMC設計に関するセミナーの提供（リモート）

5. 電源回路のEMC
  - 5.1.電源回路(DC-DC)における30MHz帯ノイズシミュレーション
  - 5.2.雷サージ（AC-DC／IEC61000-4-5）シミュレーション
6. ESD<sup>2</sup>(ESD Design)に関するセミナー
  - 6.1.静電気に関する理論的解説・メカ設計（座学）
  - 6.2.IEC61000-4-2試験対策（電磁界Sim）

それぞれのセミナーの特長は下記のリンクを参照

[EMC設計技術 | MBDでEMC設計をDX！ \(emc-di.com\)](http://emc-di.com)

## ※本テキストの取り扱いに関します厳守・免責事項

- 本テキストの図表・文章・写真等、一切の無断転載を禁止します。
- 本テキストの著作権は当社（EMC設計イノベーション.com）に帰属します。
- 本テキストをコピー・入力等で複製・掲載することは、社内用・社外用を問わず当方の承諾無しにはできません。無断複製は損害賠償、著作権侵害の罰則の対象となります。
- インターネットの検索等で見つかるような場所(クラウドやファイルサーバ等)で本テキストを保管しないでください。
- 当社のテキストのご利用者様が開発・設計される機器へ本テキストの技術を適用される場合は、ご利用者様の責任にて適用・実施を頂きますようお願い申し上げます。
- 知的財産権等につきましても、ご利用者様が事前に調査されることをお願い致します。
- 当社のテキストの技術適用によりご利用者様に生じます損害・費用・損失・責任についての申し立てにつきましてはご容赦願います。

ご清聴ありがとうございました