

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

EMC SD PD
WD ESD²

○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

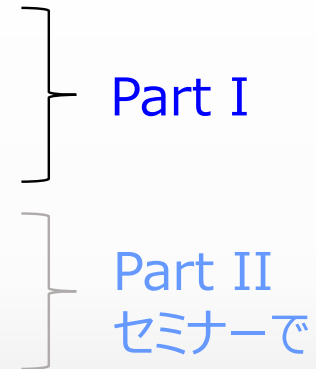
ESD対策は回路技術だけでは解決できない

EMC設計イノベーション.com

EMC SD PD
WD ESD²

○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 ……
- ……

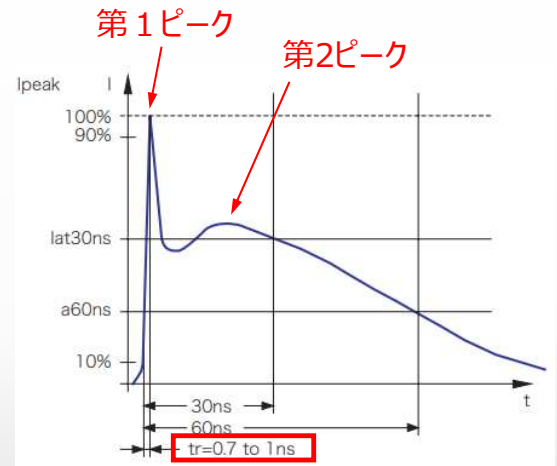
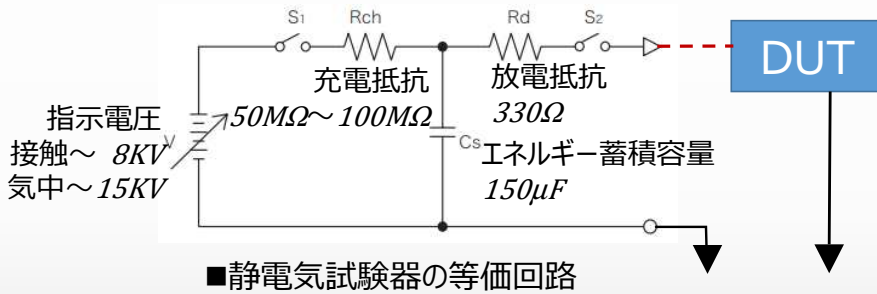


※ ESDガン利用：人体放電モデルの模擬（現実との乖離？）
…とにかく試験をパスする
検討により機器のESD耐性は高まる傾向

□ 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

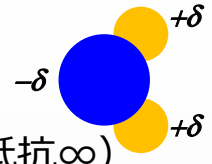
○IEC61000-4-2

■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 ∞)
- 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

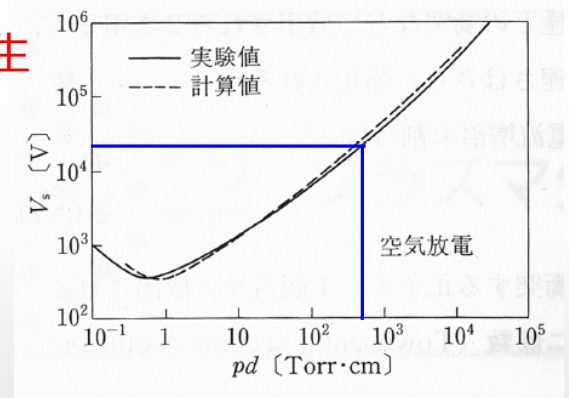
■パッシェンの法則

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

$$V_s = f(pd)$$



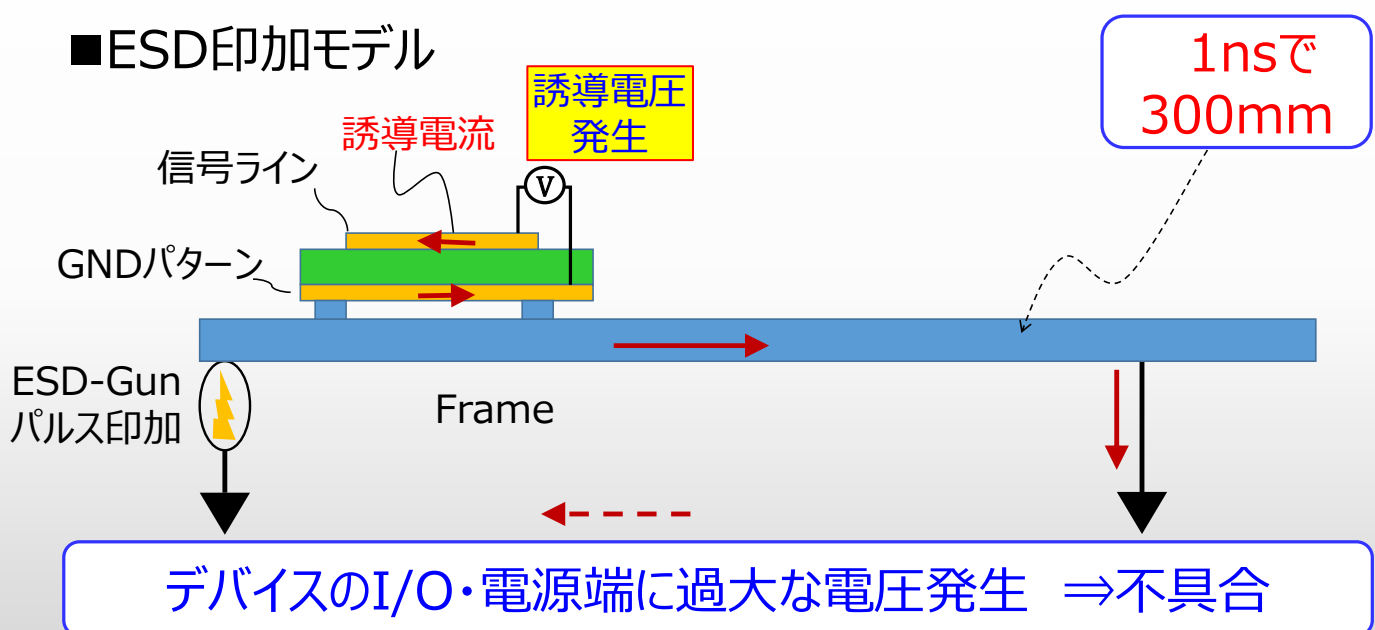
☆ 空气中: 電極間1cmで $V_s \approx 30KV$

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

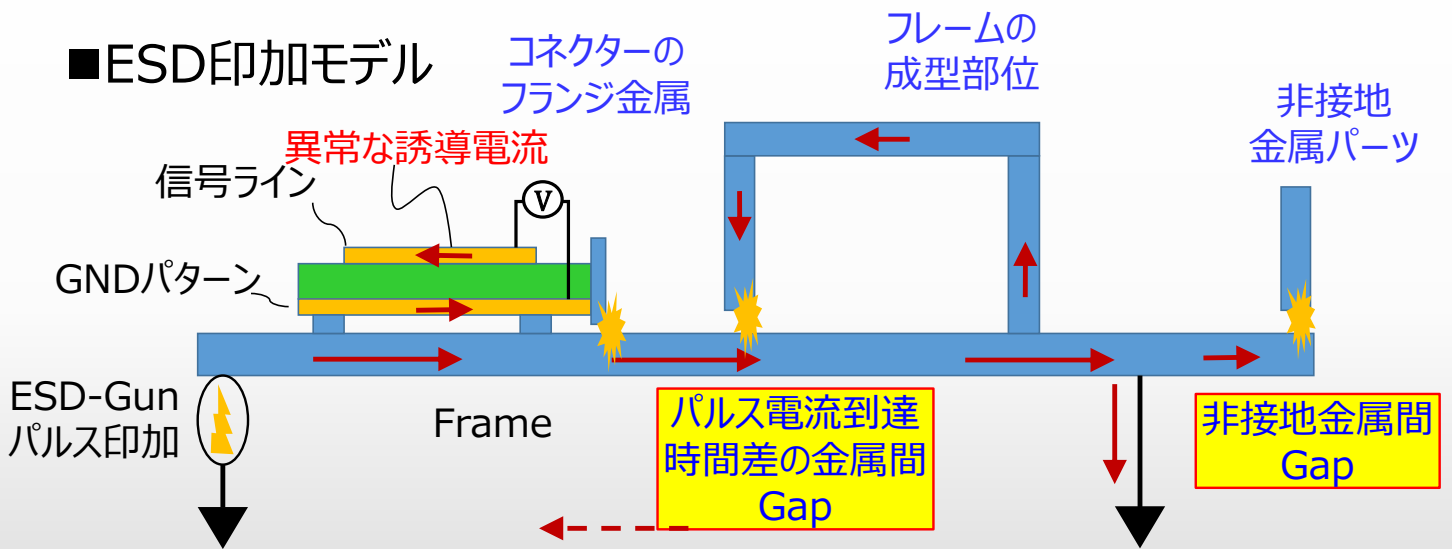
○IEC61000-4-2

■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. ESD²(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