

第 147 回 CIS パートナー会議事録(一般様用)

開催日時 2024 年 9 月 29 日(日) 13 時~15 時

講師 竹内 学 様

テーマ 「マスク」



会議風景

引用の取り扱い:

引用については公表された著作物は、公正な慣行に合致するものであり、かつ、報道、批評、研究その他の引用の目的上正当な範囲内で行なうことができます(著作権法 32 条)。 CIS 研究所パートナー会議の資料は、上記 著作権法第 32 条に「公表された著作物は、引用して利用することができる。」を遵守し、引用する場合は引用元の著作権者人格権を侵害しないこと。出所の明示をしなければならない。を守っています。

静電マスク(静電フィルター)

竹内 学

| | |
|--|--|
| <p style="text-align: center;">静電マスク(静電フィルター)</p> <p style="text-align: center;">竹内 学</p> | <p>空気清浄化(粒子除去) ⇨ フィルター</p> <p>フィルター ⇨ HEPAフィルター</p> |
| <p style="text-align: center;">HEPA (High-Efficiency Particulate Air) フィルター</p> <ul style="list-style-type: none"> • 高いろ過効率: 0.3ミクロンの粒子を99.97%以上捕集。微細なホコリや花粉、煙の粒子、バイ菌、アレルギーなどを除去。 • 使用例: 空気清浄機、掃除機、エアコン、病院のクリーンルーム、航空機など • 構造: 複雑な繊維のネットワークから構成。空気がフィルターを通過する際に粒子が物理的に捕集される。 | <ul style="list-style-type: none"> • メンテナンス: HEPAフィルターは使用環境によっては目詰まり、性能低下→定期的に交換 • 認証基準: HEPAフィルターの基準。米国では「HEPA」とは、0.3ミクロンの粒子を99.97%以上捕集 • 効用: アレルギーや微細な粒子の除去に効果的 • 限界: HEPAフィルターは主に固体粒子の除去に特化。ガスや臭いの除去には効果がない。臭いを取り除くためには活性炭フィルターなどと組み合わせ |
| <p style="text-align: center;">不織布、コロナウイルスのサイズ</p> <p>不織布(マスク)の網目サイズ 数 μm ~ 数十 μm</p> <p>新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)のサイズ 60~140 nm</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">電気集塵機の応用</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">静電気(エレクトレット)の利用</p> | <p style="text-align: center;">ウイルスの数とサイズ</p> <p>ウイルスの数 咳 10万個 くしゃみ 200万個</p> <p>ウイルスのサイズ 0.1 ~ 0.2 μm</p> <p>飛沫のサイズ 5 ~ 100 μm</p> |

電気集塵機の発明

コットレル(Frederick G. Cottrell) 1906年
アメリカ、化学者・発明家

7

電気集塵機の原理

- **帯電:** 高電圧を印加した放電電極 → コロナ放電 → 空気中の微細な粒子(ほこりや煙、花粉など)が帯電
- **粒子の引き寄せ:** 帯電した粒子は、電気集塵機内の集塵(コレクター)電極に引き寄せられる。集塵電極は放電電極と逆極性で帯電した粒子を引き寄せる。
- **捕集:** 帯電した粒子が集塵電極に付着。電気集塵機を通過する空気は、ほこりや他の微細な粒子が取り除かれた清浄な状態。

8

Chat GPT

電気集塵機

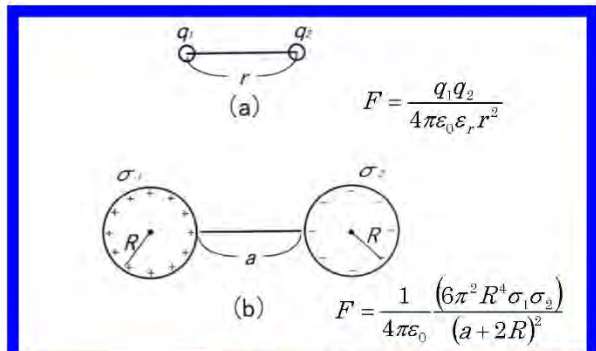
↓ 小型化

家庭用空気清浄機

↓ 静電気

マスク

9

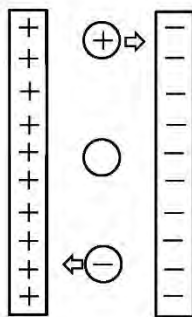


クーロンの法則

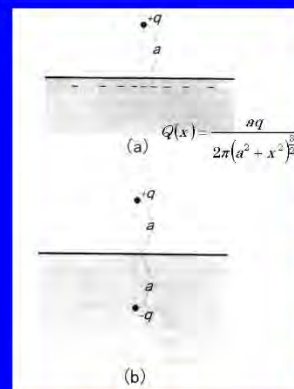
(a) 点電荷、(b) 帯電した球

竹内 学、電子写真、36 (1997) 175

帯電粒子に働く力



平等電界 11



誘導電荷

$$F = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(2a)^2}$$

影像電荷(鏡像電荷)

$$F = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(2a)^2} \left(\frac{\epsilon_0 - \epsilon}{\epsilon_0 + \epsilon} \right)$$

影像力(鏡像力)

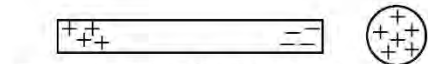
竹内 学、電子写真、36 (1997) 175

電気映像力(映像力、鏡像力)

$$F = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(2a)^2} \quad (\text{真空中})$$

$$F = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(2a)^2} \left(\frac{\epsilon_0 - \epsilon}{\epsilon_0 + \epsilon} \right) \quad (\text{誘電体中})$$

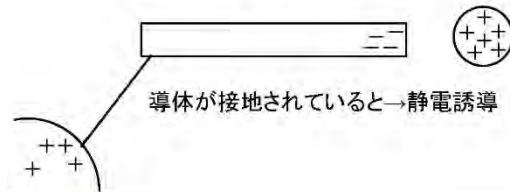
大気中では引力、誘電率 $> \epsilon$ の液体中では斥力



導体に帯電物体が近づくと→静電誘導

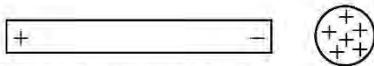


導体が小さいと→静電誘導



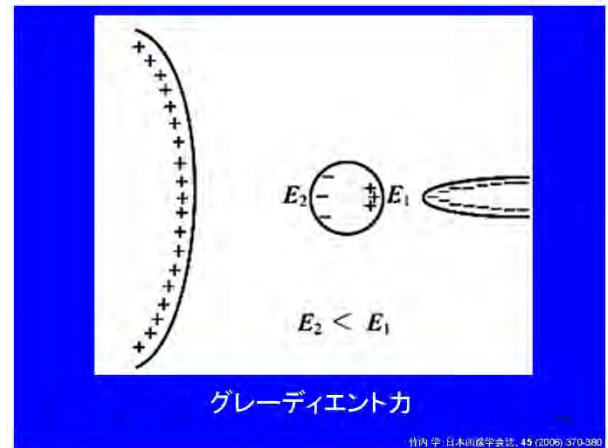
導体が接地されていると→静電誘導

14



導体でなく絶縁体(誘電体)だと
→電荷が少しだけずれる(変位する)→分極

15



グレーディエント力

竹内 学 / 日本物理学会誌, 49 (2006) 370-380

グレーディエントカー分極力 I

$$F = 2\pi\epsilon_0 \frac{\epsilon_r - 2}{\epsilon_r + 2} a^3 \text{grad } E^2$$

E^2 の大きくなる方向に作用
クーロン力よりかなり弱い

17

エレクトレット

エレクトレット (electret): 半永久的に電気分極を保持し、
周囲に電界を形成する物質

1919年ころ、江口元太郎

天然蠟状物質(カルナウバ蠟、蜜蠟、松脂)を加熱溶解す

→ 大きな電気伝導度

冷却固化 → 電気伝導度が消失する



これらの物質を融点以上の温度で直流高電圧を印加しながら固化 → 永久分極した物質、**エレクトレット**

1924年ころ、江口元太郎がカルナウバ蠟と松脂の等量混合物を用いて作製したエレクトレットが現在も国立博物館に保存、当時の表面電荷の数分の1が今でも残存(両面を錫箔でショート)

1968年、ソニー、コンデンサマイクロフォン(高分子エレクトレットフィルム)

エレクトレットフィルタの研究開発

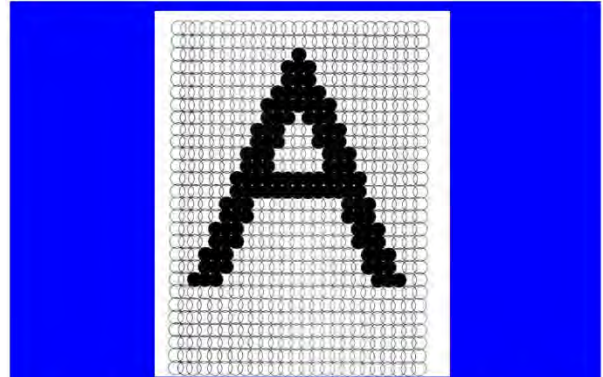
1969 Turnhout

1974 Turnhout、コロナ荷電した1軸延伸PPフィルムを解繊

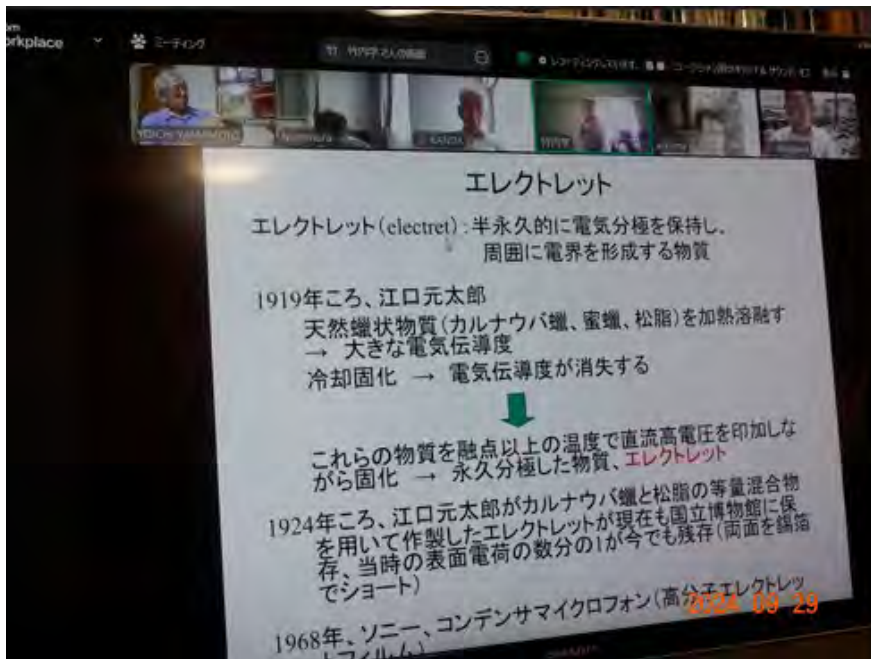
1981 3M社、防塵マスク、真空掃除機用フィルタ

19

横巻正男：静電気学会誌, 7 (1985) 99



レーザ書き込みにより感光体上に形成された静電潜像



会議風景

今後の日程

- 第 148 回 10 月 20 日 (日) 13 時 ~ 中尾 元一 様
- 第 149 回 11 月 24 日 (日) 13 時 ~ 久米 健次 様
- 第 150 回 12 月 22 日 (日) 13 時 ~ 寺川 雅嗣 様

HP <http://www.cis-laboratories.co.jp/index.html>

以上

2024-9-30 文責 山本洋一