

کیسه های بسته بندی ESD





انتخاب صحیح کیسه‌های بسته‌بندی:

آنتی استاتیک | محافظ الکتریسیته ساکن | عایق رطوبتی

مقدمه

تقریباً همگان با اثرات الکتریسیته ساکن به صورت کلی آشنا می‌باشند. به عنوان مثال شوک اندک وارد شده در زمان گرفتن دستگیره در پس از مالیدن کفش به زمین و یا چسبیدن لباس‌ها با الیاف مصنوعی زمانی که از خشک‌کن بیرون آورده می‌شوند از مصداق‌های این پدیده طبیعی می‌باشند. اما در صنایع الکترونیک این پدیده می‌تواند سبب از بین رفتن قطعات و یا مدارهای الکترونیکی شود.

با توجه به کوچک شدن اندازه این قطعات و مدارهای الکترونیکی در طول زمان، آسیب‌پذیری آنها در برابر الکتریسیته ساکن افزایش پیدا کرده است. برای نمونه زمانی که یک قطعه الکترونیکی با فن‌آوری جدید 10 برابر کوچک‌تر می‌شود حساسیت آن نسبت به این پدیده نیز 10 برابر بیشتر می‌گردد. این موضوع سبب استفاده از تکنیک‌های جابه‌جایی و بسته‌بندی در تمام بخش‌های صنعت الکترونیک از تولید تراشه تا سالن‌های تولید و اطاق‌های تعمیرات برای مقابله با اثرات زیان بخش الکتریسیته ساکن شده است.

کیسه‌ها

یکی از متداول‌ترین موارد برای کنترل و حفاظت در برابر الکتریسیته ساکن کیسه‌ها می‌باشند. استفاده از کیسه‌ها از سال 1960 با معرفی کیسه‌های آنتی استاتیک "Poly Pink" آغاز گردید. کیسه‌های محافظ الکتریسیته ساکن نیز در اواخر سال‌های 1970 وارد بازار شدند. همچنین با وجود استفاده بلند مدت نظامی از کیسه‌های عایق رطوبتی، امروزه با گسترش فن‌آوری SMT استفاده از این بسته‌ها نیز کاربردی متداول در صنعت الکترونیک پیدا نموده است.

خطرات الکتریسیته ساکن

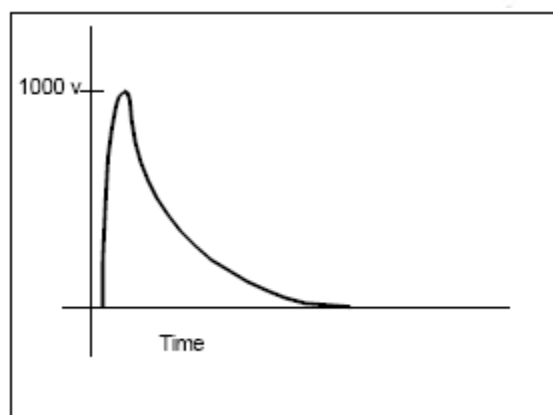
کلیه وسایل نیازمند به محافظت در برابر سه خطر اصلی ناشی از الکتریسیته ساکن می باشند:

تخلیه مستقیم الکتریسیته ساکن (ESD) : این تخلیه الکتریکی در خارج از کیسه بسته بندی می تواند محتوای داخل آن را در معرض جریان بسیار بالا قرار داده که سبب آب شدن مدارهای الکترونیکی و از بین رفتن آن گردد.

میدان های استاتیکی (Static Fields): این میدان ها جریان های مخربی به قطعات رسانای مدارها القاء می کنند که همانطور در بخش قبلی نیز ذکر گردید می تواند سبب از بین رفتن مدارهای الکتریکی محتوای داخل کیسه گردد.

الکتریسیته ساکن ناشی از تماس (Tribocharging): اصطکاک میان کیسه و وسیله داخل آن می تواند سبب ایجاد ولتاژ ایستا ، میدان های مخرب ، جریان الکتریکی و در نهایت تخریب گردد.

آزمایش درجه حفاظت



شکل 1. پالس ESD اعمال شده به یک کیسه در تست EIA

تست حفاظت در برابر "تخلیه مستقیم الکتریسته ساکن" (ESD) بر اساس پیوست E استاندارد EIA 541 صورت می گیرد. (شکل شماره 1) بر این اساس یک بار به صورت مستقیم به یک کیسه تخلیه شده و سپس با استفاده از یک سنسور متصل به یک اسیلوسکوپ میزان ولتاژ نفوذ پیدا کرده به کیسه اندازه گیری می شود.

این آزمایش همچنین میزان اثرپذیری از "میدان های استاتیکی" (Static Fields) را نیز نشان می دهد. این میدان ها توسط تخلیه بار در خارج از کیسه تولید شده و میدان هایی که از کیسه نفوذ می کنند در زمان اندازه گیری ولتاژ نمایش داده می شوند.



اما آزمایش مربوط به اندازه‌گیری تاثیرپذیری از "الکتریسیته ساکن ناشی از تماس" (Tribocharging) مشکل و معمولاً قابل تکرار نمی‌باشد. بنابراین داده‌های فنی مربوطه در این مورد فقط در مقام محک و مقایسه قابل استفاده می‌باشند و در عمل نمایانگر رفتار این کیسه‌ها نمی‌باشند. در صورت نیاز کاربران بایستی خود نسبت به آزمایش میزان حفاظت در این خصوص اقدام نمایند.

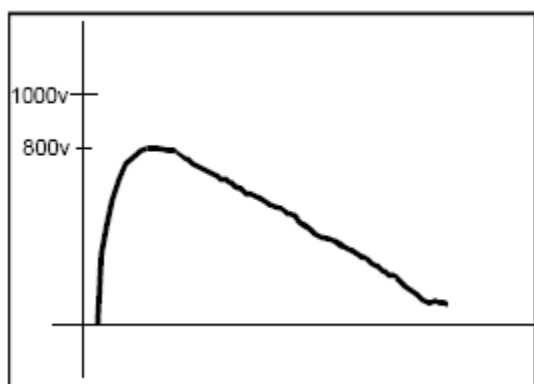
قابلیت حرکت الکتریسیته ساکن و پراکندگی بر روی سطح آن ماده را با "مقاومت سطحی" نمایش می‌دهند. لازم به توجه می‌باشد که این شاخص با شاخص مربوط به "الکتریسیته ساکن ناشی از تماس" (Tribocharging) یکسان نمی‌باشد.

ویژگی‌ها

میزان حفاظت، ترکیب ساخت و کاربرد تعدادی از متداول‌ترین انواع کیسه‌ها در ادامه توضیح داده می‌شود. بخش اصطلاحات نیز که به دنبال این بخش می‌آید برخی از لغات استفاده شده در این قسمت را توضیح می‌دهد.

کیسه‌های آنتی‌استاتیک صورتی ('Pink' Poly Bags) یا کیسه‌های پلاستیکی اتلافی (Dissipative Poly Bags)

قابلیت: این کیسه‌ها می‌توانند بار الکتریسیته ساکن را به زمین انتقال دهند. این قابلیت از انباشته شدن بار (الکتریسیته ساکن) بر روی این کیسه‌ها و یا محتوای داخل آن جلوگیری می‌کند. مواد تشکیل دهنده این کیسه‌ها از نوع آنتی‌استاتیک می‌باشند؛ به این معنی که بر اثر اصطکاک با مواد دیگر (Tribocharging) تولید الکتریسیته ساکن نمی‌کنند. مقاومت این مواد در دامنه اتلافی (Dissipative) و میان 10^9 و 10^{11} می‌باشد.

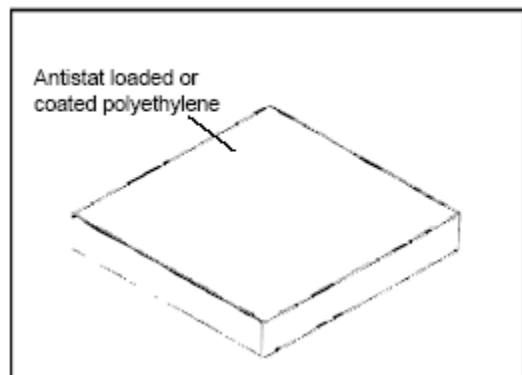


متأسفانه این کیسه‌ها دارای قابلیت حفاظت نمی‌باشند. به عبارت دیگر یک میدان استاتیک یا تخلیه مستقیم بار در خارج از کیسه به داخل آن نفوذ کرده و به قطعات الکترونیک داخل آن خسارت وارد می‌کند. شکل شماره 2

شکل 2 تخلیه الکتریسیته ساکن در یک کیسه آنتی‌استاتیک صورتی



میزان نفوذ بر اثر تخلیه یک بار الکتریسیته ساکن بر روی یک کیسه آنتی استاتیک صورتی را در طول زمان نشان می دهد.

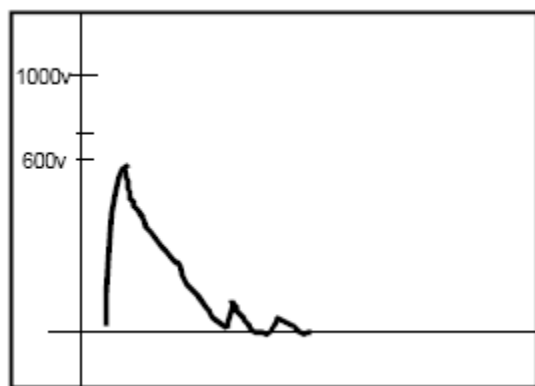


شکل 3 ساختار کیسه های آنتی استاتیک صورتی

ترکیب: کیسه های آنتی استاتیک صورتی (Pink Poly Bags) از پلی اتیلن (پلاستیک) با پوشش یک ماده شیمیایی آنتی استاتیک ساخته می شوند. (شکل شماره 3) رنگ صورتی این کیسه ها تنها به دلیل تمایز این نوع کیسه ها از کیسه های استاندارد بسته بندی (غیر آنتی استاتیک) به آنها اضافه شده است.

کاربرد: کیسه های آنتی استاتیک برای بسته بندی آیتم های غیر حساس به الکتریسیته ساکن مفید می باشند. کاربرد اصلی این کیسه ها بسته بندی اقلام و تجهیزاتی می باشد که در مجاورت تجهیزات حساس به الکتریسیته ساکن قرار می گیرند. در واقع استفاده از این کیسه ها ، سایر کیسه های مولد الکتریسیته ساکن را از محیط های حساس دور می نمایند. بر اساس استاندارد نظامی MIL-B-81705 آمریکا ، کیسه های آنتی استاتیک به عنوان کیسه های "Type II" شناخته می شوند.

کیسه های پلاستیکی مشکی رسانا (Black Conductive Poly Bags)



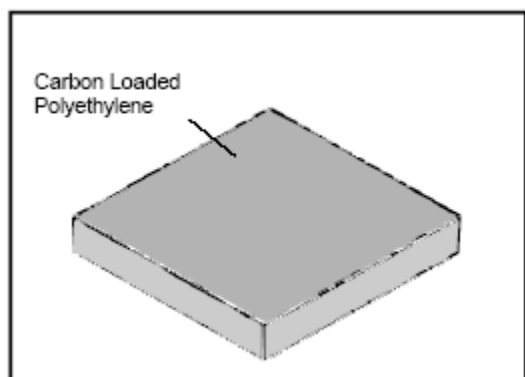
شکل 4 تخلیه الکتریسیته ساکن در یک کیسه پلاستیکی مشکی

قابلیت: کیسه های پلاستیکی مشکی با مقاومت میان 10^3 و 10^4 بسیار رسانا بوده و موجب پراکندگی و اتلاف بسیار سریع بار می شوند. متأسفانه این اتلاف سریع می تواند سبب جرقه زدن (تخلیه بار الکتریکی یا ESD) در مواجهه سطح این کیسه ها با اشیاء و یا افراد باردار شوند حال آنکه ایده عمومی در کنترل بار ایستا ، جابه جایی و انتقال آن با سرعت پائین به منظور جلوگیری از ایجاد هرگونه جرقه می باشد. لازم

به ذکر است که این جابه جایی نباید از حدی که سبب انباشته شدن بار الکتریکی می گردد نیز



کندتر باشد. توانایی حفاظت این کیسه‌ها به دلیل رسانا بودن تا حد مشخصی (کمتر از 30٪) می‌باشد ولی با توجه به نبود لایه‌ای پلاستیکی (دی الکتریک) در ترکیب آنها، این کیسه‌ها قابلیت ایزولاسیون محصولات داخل خود را ندارند. (شکل شماره 4)



ترکیب: کیسه‌های پلاستیکی مشکی از پلی اتیلنی (پلاستیکی) شامل یک شکل از کربن رسانا ساخته می‌شوند و به همین دلیل در ظاهر سیاه و مات می‌باشند.

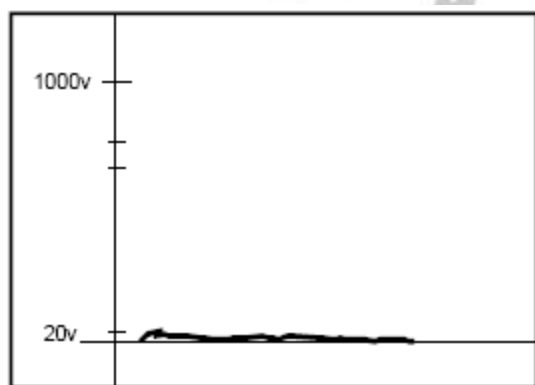
کاربرد: در گذشته با توجه به اینکه کیسه‌های محافظ

الکتریسیته‌ساکن (Shielding Bags) بسیار گران و شکل 5 ساختار کیسه‌های پلاستیکی مشکی

کیسه‌های آنتی استاتیک صورتی (Pink Poly Bags)

هیچ‌گونه حفاظتی را ایجاد نمی‌کردند از کیسه‌های پلاستیکی مشکی به عنوان راه حل میانی استفاده می‌کردند. اما با ارزان شدن کیسه‌های محافظ الکتریسیته‌ساکن (Shielding Bags) به تدریج استفاده از این کیسه‌های پلاستیکی مشکی نیز کمتر گردید.

کیسه‌های محافظ الکتریسیته‌ساکن (Shielding Bags)



شکل 6 تخلیه الکتریسیته‌ساکن در یک کیسه حفاظتی

قابلیت: کیسه‌های محافظ الکتریسیته‌ساکن

(Shielding Bags) دارای قابلیت اتلافی و

آنتی استاتیک بوده و از یک لایه حفاظتی فلزی و یک

لایه پلی استر دی الکتریک به منظور جلوگیری از

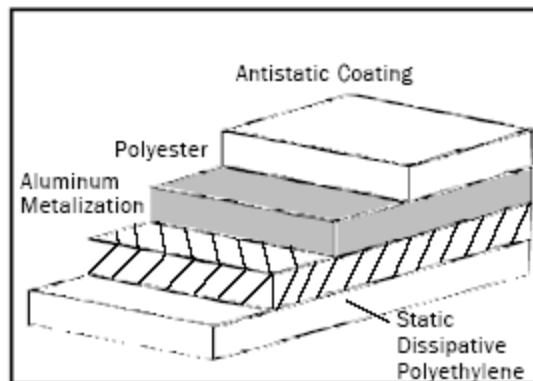
ورود بار به داخل کیسه‌ها تشکیل شده‌اند. براساس

نتایج به دست آمده از آزمایش‌ها این کیسه‌ها از ورود

97٪ از یک پالس استاتیک 1000 ولتی ایجاد شده در

خارج از کیسه به داخل آن جلوگیری می‌کنند در حالیکه در شرایط یکسان این میزان برای

کیسه‌های آنتی استاتیک صورتی 10٪ و کیسه‌های مشکی 30٪ می‌باشد. (شکل شماره 6)

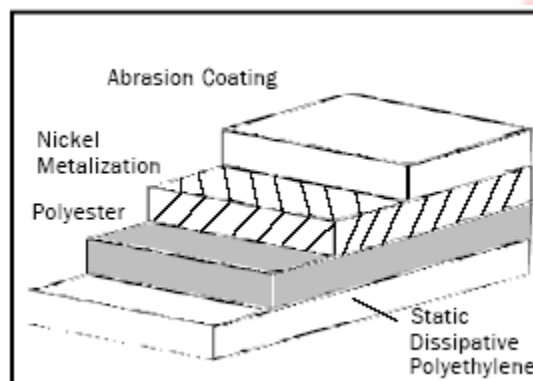


شکل 7 ساختار یک کیسه حفاظتی metal-in

ترکیب: کیسه‌های محافظ الکتریسیته‌ساکن (Shielding Bags) از چندین لایه تشکیل شده‌اند. داخلی‌ترین لایه، یک لایه پلاستیکی اتلافی بوده که به یک لایه فلزی که به روش تبخیر شیمیایی بر روی لایه‌ای از پلی‌استر قرار گرفته چسبانده شده است. سطح خارجی این لایه پلی‌استری نیز دارای پوششی

از جنس آنتی‌استاتیک می‌باشد. در این فرایند آلومینیوم

بیش از سایر فلزها مورد استفاده قرار گرفته و نیکل و یا مس گزینه‌های جایگزین آن می‌باشند. لازم به ذکر می‌باشد به دلیل استفاده از فلز در میان دو لایه از پلاستیک در ساختار این نوع از کیسه‌های محافظ الکتریسیته‌ساکن (Shielding Bags) به آن “buried metal” و یا “metal-in” نیز گفته می‌شود. (شکل شماره 7)



شکل 8 ساختار یک کیسه حفاظتی metal-out

این کیسه‌ها با روش دیگری نیز که به دلیل ترتیب لایه‌ها به “surface metal” و یا “metal-out” نیز معروف می‌باشند تولید می‌گردد. در ساختار این نوع کیسه‌ها لایه پلاستیکی به لایه پلی‌استر چسبانده شده و لایه فلزی بر روی آن قرار می‌گیرد. این لایه فلزی خود دارای یک پوشش ضدسائیدگی می‌باشد.

فلز مورد استفاده در این فرایند نیکل می‌باشد. (شکل شماره 8)

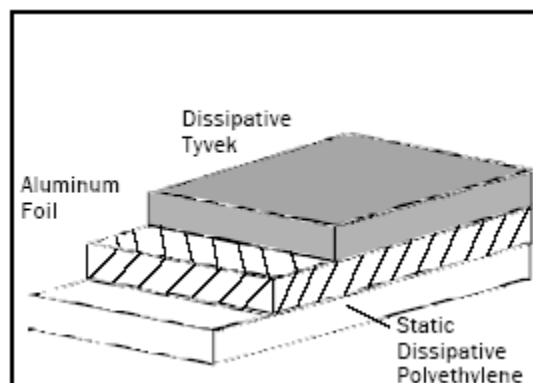
کیسه‌های از نوع “metal-in” حفاظت بهتری را از لایه شفاف حفاظت فلزی با قرار دادن آن در میان دو لایه پلاستیکی داشته در حالیکه نوع “surface metal” به علت داشتن یک لایه رسانا در سطح خارجی اتلاف بار بسیار سریع‌تری دارند. قابل توجه است در نوع دوم به مانند کیسه‌های پلاستیکی مشکی امکان تولید جرقه وجود دارد.

کاربرد: کیسه‌های حفاظتی باید برای تمام قطعات الکترونیکی و بوردها مورد استفاده قرار گیرد. این کیسه‌ها به عنوان “Type III” در استاندارد MIL-B-81705C شناخته می‌شوند.

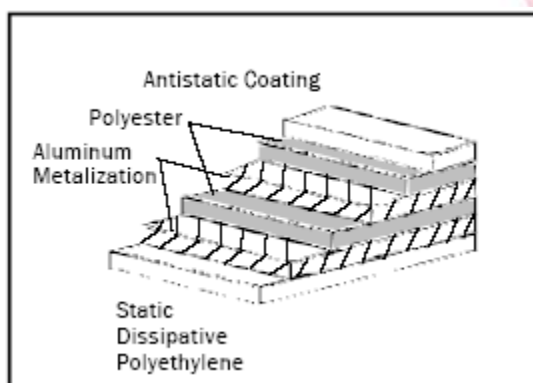


کیسه‌های عایق رطوبتی (Moisture Barrier Bags)

قابلیت: کیسه‌های عایق رطوبتی (Moisture Barrier Bags) علاوه بر کلیه ویژگیهای کیسه‌های محافظ الکتریسیته‌ساکن (Shielding Bags) در برابر نفوذ رطوبت نیز مقاوم می‌باشند. این کیسه‌ها اقلام حساس به رطوبت را محافظت کرده و دوره زمان انبارداری آنها را نیز افزایش می‌دهند.



شکل 9 ساختار Foil Barrier



شکل 10 ساختار Metalized Barrier

ترکیب: کیسه‌های عایق رطوبتی (Moisture Barrier Bags) از نظر ساختاری مانند کیسه‌های محافظ الکتریسیته‌ساکن (Shielding Bags) ولی از نظر فیزیکی ضعیف‌تر می‌باشند. دو نوع از این کیسه‌ها به نام‌های “foil and tyvek” (شکل شماره 9) و “heavy metallization” (شکل شماره 10) می‌باشند.

لایه‌های ساختار کیسه نوع “foil and tyvek” به ترتیب از داخل به خارج عبارتند از: لایه پلاستیکی اتلافی، فویل نازک آلومینیومی و یک لایه “tyvek” که یک ماده پلی‌اتیلنی ساخت شرکت شیمیایی Pont Du می‌باشد.

ساختار نوع “heavy metallization” همان ساختار کیسه‌های محافظ الکتریسیته‌ساکن (Shielding Bags) بوده با این تفاوت که دارای یک یا چند لایه مات و ضخیم آلومینیوم نیز می‌باشد. همچنین نایلون نیز به علت برخورداری از مقاومت لازم و قیمت ارزان‌تر به جای لایه “tyvek” و پلی‌استر در تولید این کیسه‌ها استفاده می‌گردد. هر دو نوع ساختار معرفی شده از کیسه‌های عایق رطوبتی دارای عملکرد مناسب یکسانی می‌باشند.



کاربرد: این کیسه‌ها در مواردی که محافظت از رطوبت مورد نیاز و یا زمانی که بیشترین درجه حفاظت بدون نیاز به شفافیت لازم بوده مورد استفاده قرار می‌گیرند. به منظور جلوگیری از جذب رطوبت توسط مدارهای مجتمع (IC) کلیه تجهیزات با فناوری سطحی (surface mount technology (SMT)) باید در داخل این کیسه‌ها قرار گیرند. در غیر این صورت در زمان فرایند "reflow soldering" رطوبت جذب شده توسط این مدارها منبسط شده و سبب ترک برداشتن این مدارها می‌شود. این پدیده به نام پاپکورن (popcorn) در صنعت شناخته شده می‌باشد. این کیسه‌ها در استاندارد MIL-B-81705C، "Type I" نامیده می‌شوند.

خلاصه

کیسه‌های بسته‌بندی بخشی از برنامه کنترل الکتریسیته ساکن می‌باشند. انتخاب کیسه بسته‌بندی مناسب می‌تواند در کاهش خسارات ناشی از الکتریسیته ساکن و هزینه‌های تعمیرات مربوطه کمک می‌کند. به طور کلی توجه به این نکته نیز لازم می‌باشد که هزینه مربوط به تامین کیسه‌های بسته‌بندی در برابر ارزش قطعاتی که در آنها قرار می‌گیرند بسیار ناچیز می‌باشد.

راهنمای کلی انتخاب کیسه‌ها

- برای کلیه قطعات و مدارهای الکترونیکی از کیسه‌های محافظ الکتریسیته ساکن (Shielding Bags) و یا عایق رطوبتی (Moisture Barrier Bags) استفاده نمائید.
- برای کلیه قطعات غیر الکترونیک و یا کالاهایی که باید در کنار قطعات الکترونیکی قرار بگیرند از کیسه‌های پلاستیکی آنتی‌استاتیک صورتی (Pink Poly Bags) استفاده نمائید.
- کیسه‌ها به تنهایی حفاظت در برابر الکتریسیته ساکن را تضمین نمی‌نمایند. به این منظور برنامه‌ای شامل تکنیک‌های زمین و دستورالعمل‌های جابه‌جایی نیز مورد نیاز می‌باشد.



اصطلاحات

بار الکتریسیته ساکن (Electrostatic Charge): به یک بار الکتریسیته ایستا گفته می‌شود. این ایستایی و سکون در مقایسه با جریان مستقیم بار "DC" در سیم مورد نظر می‌باشد.

تخلیه الکتریسیته ساکن (ESD): به انتقال بار ساکن میان دو شیئی با پتانسیل متفاوت گفته می‌شود.

حساس در برابر تخلیه الکتریسیته ساکن (ESDS): به کالایی که در برابر تخلیه الکتریسیته ساکن آسیب‌پذیر باشد گفته می‌شود.

الکتریسیته ساکن ناشی از تماس (Tribocharging): به تولید بار بر روی اشیاء به وسیله اصطکاک آنها بر روی هم و سپس جدا کردن آنها از یکدیگر "Tribocharging" گفته می‌شود. به عنوان نمونه این پدیده پس از راه رفتن یک نفر بر روی فرش و تخلیه الکتریسیته ساکن (ESD) و یا به اصطلاح معمول برق‌گرفتگی ناشی از تماس دست این فرد با دستگیره در اتفاق می‌افتد.

آنتی استاتیک (Antistatic): به ماده‌ای گفته می‌شود که سطحی را از نظر شیمیایی ایجاد می‌کند که می‌تواند در برابر باردار شدن مقاومت نماید. به عبارت دیگر آنتی استاتیک به قابلیت مقاومت یک ماده در برابر تولید بار توسط اصطکاک (Tribocharging) گفته می‌شود.



Moisture Barrier Bags



Shielding Bags



Pink Poly Bags

شکل 11 انواع کیسه‌ها