

Perche' le "Camere Pulite" nell'INFN

La realizzazione di apparati sperimentali di sistemi di rivelazione a semiconduttore necessita di ambienti di lavoro nei quali le condizioni di pulizia ambientale ed i parametri termoigrometrici siano sotto controllo.

- Le dimensioni delle strutture elettroniche dei rivelatori sono confrontabili con le dimensioni delle particelle di pulviscolo presenti nell'atmosfera

-Effetti di dilatazione termica e/o di umidita' dell'atmosfera degli ambienti di lavoro hanno impatto drammatico sui componenti dei rivelatori

-Nella fabbricazione di apparati complessi a semiconduttore si utilizzano apparecchiature molto costose la cui vita media e' estremamente sensibile alle contaminazioni dell'ambiente di lavoro

Che cosa e' una Camera Pulita

Definizione

Una Camera Pulita e' un ambiente nel quale aerazione, ventilazione, filtrazione d'aria, materiali di costruzione e procedure operative, sono regolamentate per controllare la concentrazione e la qualita' di particelle presenti nell'aria e per rispondere a livelli di pulizia adeguati.

Altri identificativi:

Clean Room, Camera Bianca, Ambiente Controllato,
Stazione di lavoro con aria pulita

CARATTERISTICHE GENERALI

- Le camere pulite sono realizzate secondo la tecnica del “Contenimento Dinamico”, per la quale l’atmosfera dei locali è tenuta in costante sovrappressione, controllata con gradiente crescente verso le zone a maggior pulizia, allo scopo di evitare l’immissione di flussi inversi potenzialmente inquinanti.
- I componenti principali strutturali (pareti, porte, controsoffitto etc.) sono del tipo a basso rilascio particellare appositamente studiati per ambienti sterili.
- L’impianto di climatizzazione, autonomo, e l’impianto di regolazione termoisometrica devono garantire le condizioni ottimali di pressione, temperatura e umidità atte a garantire le condizioni necessarie per i processi e di benessere per gli operatori durante, tutto l’arco dell’anno.

La nostra camera bianca dispone di 3 serie di filtri attraverso cui passa l’aria; prefiltri , ricambio settimanale, filtri a tasche rigide, ricambio semestrale, filtri assoluti , ricambio ogni 5-10 anni.

Il ricambio d’aria interno è completo ogni 10 minuti circa per ogni ambiente. I locali sono tutti in classe 10000 e quello con le probe station è in classe 1000 . Dalle misure fatte con il nostro misuratore di particelle si evince che i valori sopra menzionati sono da considerarsi come dei limiti entro i quali rientriamo ampiamente.

COME SI ENTRA NELLA CAMERA BIANCA

E' ovvio che in un ambiente così pulito si è costretti ad entrare indossando un vestiario appropriato che ci faccia portare dentro meno polvere possibile. In particolare come prima cosa dobbiamo indossare i soprascarpe ,poi il camice possibilmente antistatico e se poi dobbiamo lavorare con semiconduttori alle probe station è consigliabile anche l'uso della cuffia e dei guanti.

Questi indumenti vanno controllati ogni volta e sostituiti quando sono sporchi.

Rischi connessi alle attività' di Clean room

- Rischio connesso all'isolamento della Clean room
- Rischio di incendio
- Rischi elettrici : normale utilizzo di attrezzature e macchine con alimentazione elettrica.
- Rischi meccanici: presenza di attrezzature e macchine con parti in movimento (Gantry, CMM, Probe station automatiche e Microsaldatrici automatiche ad ultrasuoni .
- Rischi chimici: solventi per operazioni di pulizia, adesivi, liquidi di raffreddamento.
- Rischi per gas compressi: fluidi in pressione per alimentazione macchine, attrezzature o processi

- **Rischio d'isolamento:**

La Clean room e' un laboratorio "confinato" e per certi versi "ermetico".

Vi possono essere quindi difficoltà di ricognizione e di rilevazione di un qualsiasi incidente all'operatore (malore, incidente meccanico ecc.) anche da parte di operatori che lavorano contemporaneamente in clean room, ma in un altro sottoambiente.

L'installazione di telecamere in ogni sottoambiente può andare contro la legge sulla privacy.

Consigliabile l'installazione estensiva di visive, in maniera di mantenere contatto tra gli operatori, anche in sottoambienti con pressione differenziale diversa.

Evitare fasi e periodi di lavoro con presenze minimali o addirittura isolate di operatori.

Installazione nei sottoambienti di allarmi sonori/visivi verso un locale generale di controllo.

Rischio d'incendio:

Applicare, specialmente in fase di design, tutte le misure preventive volte a ridurre la frequenza incidentale di incendio (eliminazione dell'innesco e limitazione del materiale combustibile) e, tutte le misure protettive, tendenti alla riduzione dell'entità degli incidenti tramite per esempio la giusta scelta dei materiali delle infrastrutture. Le Clean room sono dotate di sistema di rilevazione incendio con annusatori posizionati al soffitto che, in caso di incendio, vanno ad agire sulle serrande di sicurezza dei canali dell'impianto di condizionamento spegnendo l'impianto e alimentando contemporaneamente un avvisatore acustico.

Gli estintori sono posizionati all'interno della Clean room sono di tipo a CO₂ perché compatibili con le attività operative ed idonei alla classe di fuoco della Clean room stessa.

La Clean room, intesa ancora come ambiente "separato" e "confinato", è un laboratorio dove si deve entrare con un accesso controllato ed ostacolato (panche per la vestizione, porte atte a contenere le diverse

pressioni differenziali ecc.), ma dal quale si deve poter uscire il più rapidamente possibile e con estrema facilità in caso d'incendio! Quindi le vie di fuga saranno separate dalle normali vie di accesso e dovranno essere ben segnalate e mantenute efficienti (senza ostacoli) . Le uscite di sicurezza devono essere in un numero congruo, al di là della compartimentazione anti incendio dell'ambiente, per poter servire in tempi abbreviati , tutti i sottoambienti della Clean room.

le attrezzature scientifiche con movimentazione meccanica presenti in clean room devono prevedere sistemi di separazione fisica tra operatore e macchina nel momento del ciclo operativo. (O.K. per Gantry , Probe Station e Microsaldatrici automatiche).

Le CMM, hanno basse velocità relative e comunque, non potendo prevedere condizioni di separazione uomo-macchina come quelle precedenti, possiedono sistemi che al minimo aumento di corrente sui motori , dovuto ad aumento improvviso di attrito od urto, staccano immediatamente tensione alla macchina stessa (nessun pericolo di schiacciamento

In Clean room sono presenti attrezzature scientifiche alimentate ad aria compressa "filtrata" (filtri a setaccio molecolare in cascata fino a $0,1\mu\text{m}$) e jig di attrezzature alimentati con vuoto.

Vi è inoltre esigenza di un fluido molto secco per il controllo dell'umidità relativa di alcuni contenitori (flow box) dove si conservano sensori a semiconduttore. In sostituzione dell'azoto, usato diffusamente in precedenza, si hanno attualmente sistemi di produzione di aria secca (dew-point -70 C), posizionati all'esterno della Clean room, alimentati ad aria compressa, in grado di assicurare la stessa efficienza .

Nessuna bombola in pressione all'interno della Clean room.

Per alcuni limitati casi si può utilizzare un "generatore di azoto", alimentato ad aria compressa filtrata, posizionabile in Clean room, assolutamente non pericoloso per eventuali problemi di saturazione d'ambiente, date le basse portate ($\sim 10\text{l/min}$) ed il considerevole numero di ricambi d'aria

dell'ambiente.

In Clean room sono presenti solventi per un limitato uso di pulizia di attrezzature con basso potere di attacco (alcool isopropilico, acetone ,ecc). Per lo stoccaggio di queste sostanze esiste uno storage esterno alla Clean room. Per la pulizia in generale si usano speciali panni "wet" in tessuto poliestere (anticontaminante) già' leggermente inbevuti di solvente speciale. In Clean room si usano spesso anche colle epossidiche bicomponenti, per incollaggi strutturali di parti di apparato sperimentale, talvolta in quantità non trascurabili. Si usano anche, in quantità limitata, colle conduttive termicamente ed elettricamente per uso su componenti elettronici. In entrambi i casi i mezzi di protezione individuale di normale uso in Clean room (guanti, camici ecc.) e l'elevata ventilazione e ricambio d'aria dell'ambiente, eliminano sostanzialmente il pericolo per gli operatori.

La Clean room in generale e' un ambiente di lavoro dove vengono effettuate operazioni che necessitano di elevata attenzione e concentrazione.

Spesso si interviene nelle fasi finali della preparazione di apparati sperimentali molto delicati e costosi.

Il personale operante all'interno e' totalmente composto da persone che hanno avuto un training sulle tecnologie degli ambienti a contaminazione controllata.

L'ambiente di lavoro della Clean Room induce ad una minimizzazione degli incidenti dovuti a distrazione.

(Queste considerazioni sono confortate dalla statistica).

ELENCO DELLE FACILITIES STRUMENTALI INSTALLATE ALL'INTERNO

Stanza grande:

- forno haeraus 0-300 gradi per essiccazione di colle
- microscopio zeis 1000 ingrandimenti max con installata visione tramite monitor – telecamera e sistema di misura xyz con risoluzione di 1 micron in un volume di circa 20 cm cubi.
- probe station manuale alessi con installato tester ohmico e cutter ultrasonico con precisione di taglio di un collegamento all'interno di un chip di 1 micron.
- probe station con area di circa 50x50 cm e flying probe
- microscopio stereo montato su supporto a palla per visione e fotografie digitali-analogiche in diagonale
- macchina di misura tridimensionale dea con un piano di granito e cubatura di misura di circa 2mx1mx1m con precisione di circa 5 micron
- banco di lavoro con microscopio stereo , telecamera e monitor , attrezzato per qualsiasi intervento su circuiti a film spesso ed integrati.

Stanza Bonding:

- microsaldatrice automatica delvotec 6400 ad ultrasuoni attrezzata a saldare con filo di alluminio di 25 micron diam.
- microsaldatrice manuale Kuliche soffia ad ultrasuoni con possibilità di saldatura con filo al. di 18 micron diam.
- pull tester dage automatico per il controllo distruttivo delle saldature fatte.

Stanza Di Misura

- probe station automatica alessi 8 assi completa di micro probe e tutto l'occorrente per misure I-V C-V ed altre misure di tipo statico .
- probe station automatica Karl suss schermata ed a chuck raffreddato fino a -50 gradi per misure dinamiche
- 2 congelatori per storage di campioni irraggiati

---scriber a diamante karl suss per il taglio sotto microscopio di wafer di silicio, vetri spessori fino a 1mm.

---macchina per immagazzinamento wafer sotto vuoto

---flow box ad armadio per storage di wafer o altre apparecchiature in atmosfera secca .

---vasca di lavaggio ad ultrasuoni per la pulizia degli oggetti.

Stanza Filatrici

---filatrice automatica per la costruzione delle camere a filo di varia misura

---banco di prova automatico delle camere a filo prodotte

---banco con attrezzatura completa per incollaggio e sigillatura delle camere a filo

---scaffale a struttura particolare storage dei materiali occorrenti

OLTRE A QUESTO NELLA CAMERA PULITA E' DISPONIBILE SIA IL VUOTO 10⁻² , L'ARIA SECCA MOLTO SIMILE ALL'AZOTO E L'ARIA COMPRESSA IN MANIERA DISTRIBUITA , ED E' ANCHE PRESENTE UNA CANALETTA A RETE UTILIZZABILE FACILMETE PER PASSARE CAVI E TUBICINI DA UNA POSTAZIONE AD UN'ALTRA PER AVERE LIBERO IL PAVIMENTO.