

Protocollo di accettazione

ART. 1 – GENERALITÀ

L'accettazione dei sistemi deve essere effettuata in contraddittorio dal personale tecnico dell'Aggiudicatario e dai tecnici incaricati dall'IMEM secondo quanto previsto dal presente protocollo.

L'IMEM in sede di aggiudicazione si riserva tuttavia la facoltà di concordare con l'Aggiudicatario integrazioni e modifiche a detto protocollo. L'esito positivo dei risultati ottenuti nel test di pre-accettazione e nel test di accettazione costituiscono requisito essenziale per l'accettazione dell'apparecchiatura.

L'accettazione, che ha come scopo di verificare la perfetta corrispondenza di quanto fornito alle caratteristiche e funzionalità dichiarate nell'offerta tecnica, comprenderà tre gruppi di operazioni:

- a) **Verifiche qualitative e corrispondenza al capitolato:** queste verifiche riguarderanno sia la fornitura nel suo complesso sia le singole parti specificate nel capitolato tecnico. Potranno essere eseguite durante l'installazione, a insindacabile giudizio della stazione appaltante.
- b) **Verifiche quantitative dimensionali:** anche queste verifiche riguardano sia la fornitura nel suo complesso sia le singole parti che la compongono. Queste verifiche saranno eseguite al momento della consegna dei materiali o all'accettazione.
- c) **Collaudo funzionale**, consistente in:
 - a. **test di pre-accettazione (on factory acceptance test)** da effettuare a cura dell'Aggiudicatario secondo il protocollo proposto dopo l'aggiudicazione, eventualmente integrato ed emendato dall'IMEM d'intesa con l'Aggiudicatario. Tale protocollo richiederà che l'Aggiudicatario dimostri la capacità del sistema di realizzare strutture con le due risoluzioni di scrittura fino alla dimensione critica richiesta da capitolato e il tempo impiegato per realizzare il pattern definito nel documento "Capitolato tecnico" alla sezione I dell'art.2. Tale protocollo potrà essere una semplificazione del protocollo descritto per il test di accettazione. Qualora necessario la caratterizzazione dei substrati prodotti potrà essere condotta da IMEM/FBK. A fronte dell'esito positivo del test di pre-accettazione, l'Aggiudicatario fornirà il Test Report a IMEM che rilascerà il nulla osta alla spedizione dell'apparecchiatura.
 - b. **Test di accettazione (on-site acceptance test)** da effettuare ad installazione ultimata presso il laboratorio di destinazione FBK, come dettagliato nel successivo art. 2.

A fronte dell'esito positivo del test di accettazione (on-site acceptance test) la Stazione Appaltante rilascerà il certificato di regolare esecuzione ed accettazione della fornitura, ai sensi dell'art. 14 del Capitolato Speciale d'Appalto – Parte amministrativa.

Qualora l'apparecchiatura non superi uno o più dei test previsti, questi verranno ripetuti senza ritardo dopo gli eventuali aggiustamenti mettendo a disposizione (senza nessun addebito) quanto di aggiuntivo

o sostitutivo che si renda necessario per mettere la strumentazione in condizioni di superare i test nelle stesse modalità e alle stesse condizioni.

L'Aggiudicatario ha l'onere di procurare, oltre al proprio personale tecnico, la strumentazione necessaria all'accettazione on site non disponibile presso la sede di IMEM presso cui sarà effettuata l'installazione.

ART. 2 – SVOLGIMENTO DEL TEST DI ACCETTAZIONE ON-SITE

Il collaudo funzionale delle apparecchiature relative al test di accettazione (on-site acceptance test) prevede:

- Verifica della conformità delle utilities e delle condizioni ambientali (a carico dell'IMEM) richieste dall'Aggiudicatario in fase di offerta.
- Completa verifica della corrispondenza fra le funzionalità dichiarate dell'apparecchiatura e dei suoi controlli e i requisiti del capitolato.

La verifica delle funzionalità dichiarate avverrà con l'esecuzione dei seguenti test funzionali:

a) **Verifica qualità di scrittura** per la risoluzione "2 μ m" con resist positivo:

- Utilizzo della modalità di risoluzione da 2 μ m;
- Substrato: wafer di silicio 6" (SEMI standard 6 pollici 625 μ m SSP prime grade);
- Resist positivo: da definire con l'Aggiudicatario, spessore compreso tra 0.7 e 2 μ m;
- Coating anti-riflesso (BARC o similari): assente;
- Strutture: linee, aperture circolari e pillar circolari secondo quando descritto al successivo art. 3;
- Verifica della conformità delle strutture rispetto al layout definito dal GDS (Test risoluzione on-site.GDS), della ripetibilità e dell'uniformità su 1 wafer in cinque regioni (centro e quattro regioni cardinali della fetta) mediante microscopio ottico e FIB-SEM.

b) **Verifica qualità di scrittura** per la risoluzione "2 μ m" con resist negativo:

- Utilizzo della modalità di risoluzione da 2 μ m;
- Substrato: wafer di silicio 6" (SEMI standard 6 pollici 625 μ m SSP prime grade);
- Resist negativo: da definire con l'Aggiudicatario, spessore compreso tra 2 e 5 μ m;
- Coating anti-riflesso (BARC o similari): assente;
- Strutture: linee, aperture circolari e pillar circolari secondo quando descritto al successivo art. 3;
- Verifica della conformità delle strutture rispetto al layout definito dal GDS (Test risoluzione on-site.GDS), della ripetibilità e uniformità su 1 wafer in cinque regioni (centro e quattro regioni cardinali della fetta) mediante microscopio ottico e FIB-SEM.

c) **Verifica qualità di scrittura** per la risoluzione " $\leq 0.4 \mu\text{m}$ " con resist positivo:

- Utilizzo della modalità di risoluzione da $\leq 0.4 \mu\text{m}$;
- Substrato: wafer di silicio 6" (SEMI standard 6 pollici 625 μm SSP prime grade);
- Resist positivo: da definire con l'Aggiudicatario, spessore compreso tra 0.3 e 0.5 μm ;
- Coating anti-riflesso (BARC o similari): accettato, spessore 0.2 μm ;
- Strutture: linee, aperture circolari e pillar circolari secondo quando descritto al successivo art. 3;
- Verifica della conformità delle strutture rispetto al layout definito dal GDS (Test risoluzione on-site.GDS), della ripetibilità e uniformità su 1 wafer in cinque regioni (centro e quattro regioni cardinali della fetta) mediante microscopio ottico e FIB-SEM.

d) **Verifica dell'allineamento** su fronte per la risoluzione " $2 \mu\text{m}$ ":

- Utilizzo della modalità di risoluzione da 2 μm ;
- Substrato: wafer di silicio 6" (SEMI standard 6 pollici 625 μm SSP prime grade) ;
- Resist positivo: da definire con l'Aggiudicatario, spessore compreso tra 0.3 e 2 μm ;
- Coating anti-riflesso (BARC o similari): accettato, spessore 0.2 μm ;
- Strutture: grating di linee e marker secondo quando descritto al successivo art. 4;
- Flusso di processo:
 - i. Prima litografia
 - ii. Sviluppo del substrato
 - iii. seconda litografia allineata sui marker della prima litografia
 - iv. Sviluppo del substrato
- Verifica della precisione di allineamento mediante microscopio ottico su 3 wafer o FIB-SEM come descritto all'art.4.

e) **Verifica della velocità di scrittura** per la risoluzione " $2 \mu\text{m}$ ":

- Utilizzo della modalità di risoluzione da 2 μm ;
- Substrato: wafer di silicio 6" (SEMI standard 6 pollici 625 μm SSP prime grade);
- Resist positivo: da definire con l'Aggiudicatario, spessore compreso tra 0.7 e 2 μm ;
- Coating anti-riflesso (BARC o similari): assente;
- Strutture: linee di 2 μm con spaziatura 5 μm su area 100 mm x 100 mm come descritto al successivo art. 3;
- Misurazione del tempo di scrittura e successivo calcolo della corrispondente velocità di scrittura. Verifica che tale velocità rispetti il parametro fondamentale richiesto nel Capitolato Tecnico e, se dichiarato dall'aggiudicatario, il parametro premiante descritto nel Capitolato Tecnico e Disciplinare di gara. Il calcolo della velocità avviene secondo la seguente formula: $\text{velocità} = \text{AREA} [\text{mm}^2] / \text{TEMPO} [\text{min}]$, dove AREA è l'area totale di scrittura (100 mm x 100 mm) e TEMPO è l'effettivo tempo impiegato dal sistema per realizzare la litografia descritte nel Capitolato Tecnico e al successivo art.3;

- Verifica dell'uniformità della litografia con microscopio ottico generale su 1 wafer

I materiali (quali substrati, resist, film antiriflesso, soluzione di sviluppo e eventuali altri materiali necessari) per i test funzionali dovranno essere concordati con l'Aggiudicatario preventivamente per permettere a IMEM di dotarsi dell'occorrente per poter effettuare i test di accettazione e, se necessario, di fornire all'Aggiudicatario quanto necessario per i test pre-accettazione.

L'Aggiudicatario si impegna a fornire i parametri di processo relativi ai test funzionali eseguiti durante l'accettazione on-site.

ART. 3 – DESCRIZIONE LAYOUT PER TEST DI RISOLUZIONE E VELOCITÀ

Il layout allegato alla documentazione di gara "test risoluzione – on-site" in formato GDSII presenta il layout delle strutture che verranno utilizzate per la verifica della risoluzione delle due modalità di scrittura fornite e della velocità della modalità di risoluzione a risoluzione inferiore ($2\ \mu\text{m}$) descritto nel precedente art.2.

Descrizione dei livelli:

- **Livello 1 (rosso in figura 1):** siemens stars, circuito fotonico, array di linee, array di punti e punti isolati

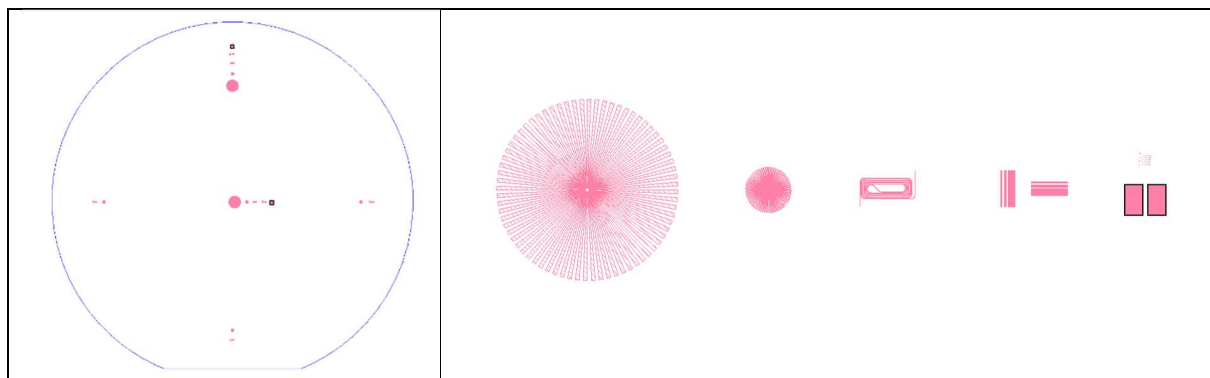


Figura 1: (sinistra) distribuzione delle strutture nelle 5 regioni della fetta. (destra) dettaglio delle strutture per verifica della scrittura con risoluzione $2\ \mu\text{m}$

- **Livello 2 (viola in figura 2):** siemens star, circuito fotonico, array di punti e punti isolati, array di linee

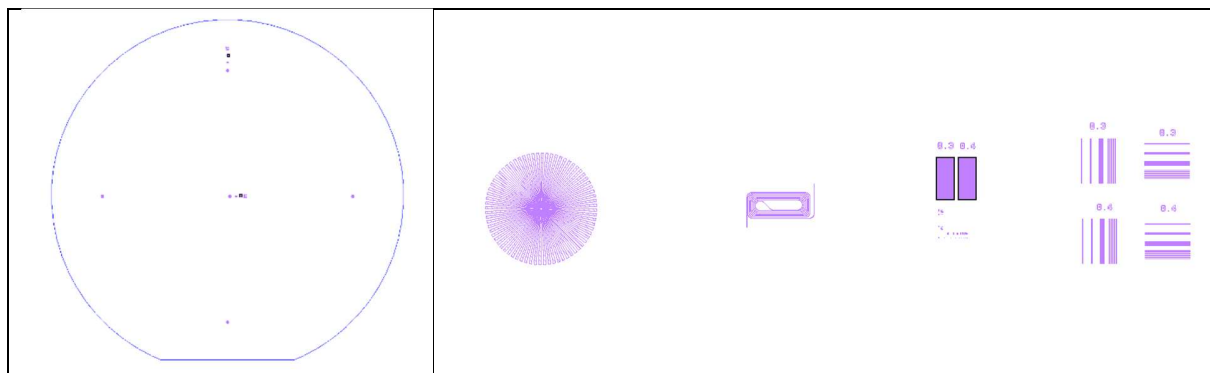


Figura 2: (sinistra) distribuzione delle strutture nelle 5 regioni della fetta. (destra) dettaglio delle strutture per verifica della scrittura con risoluzione $\leq 0.4 \mu\text{m}$

- **Livello 3 (viola in figura 3):** array di linee di $2 \mu\text{m}$ con spaziatura tra linee di $5 \mu\text{m}$ per verifica della velocità di scrittura

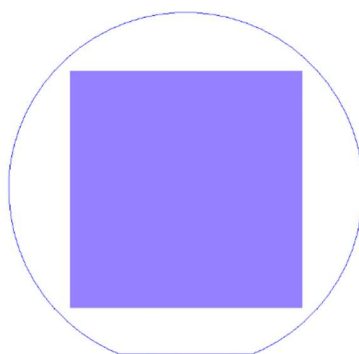


Figura 3: layout su fetta dell'array di linee su area $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ per test di velocità di scrittura per la risoluzione $2 \mu\text{m}$

ART. 4 – DESCRIZIONE LAYOUT PER TEST DI ALLINEAMENTO

Il layout allegato alla documentazione di gara “test allineamento – on-site” in formato GDSII presenta un esempio di strutture che possono essere utilizzare per la verifica dell’allineamento “front-side” descritto nell’art.2. Il layout per questo test potrà essere discusso con l’Assegnatario, in particolare dovranno essere concordati i marker da inserire al livello 1 del layout per poter eseguire l’allineamento frontside per il livello 2.

Descrizione dei livelli:

- Livello 1 (rosso in figura 4): etichetta e array di linee verticale e orizzontale con spaziatura definita e label. Marker da definire assieme all’Aggiudicatario;
- Livello 2 (viola in figura 4): etichette ed array di linee verticale e orizzontale con spaziatura incrementale di 0.1 μm rispetto al livello 1.

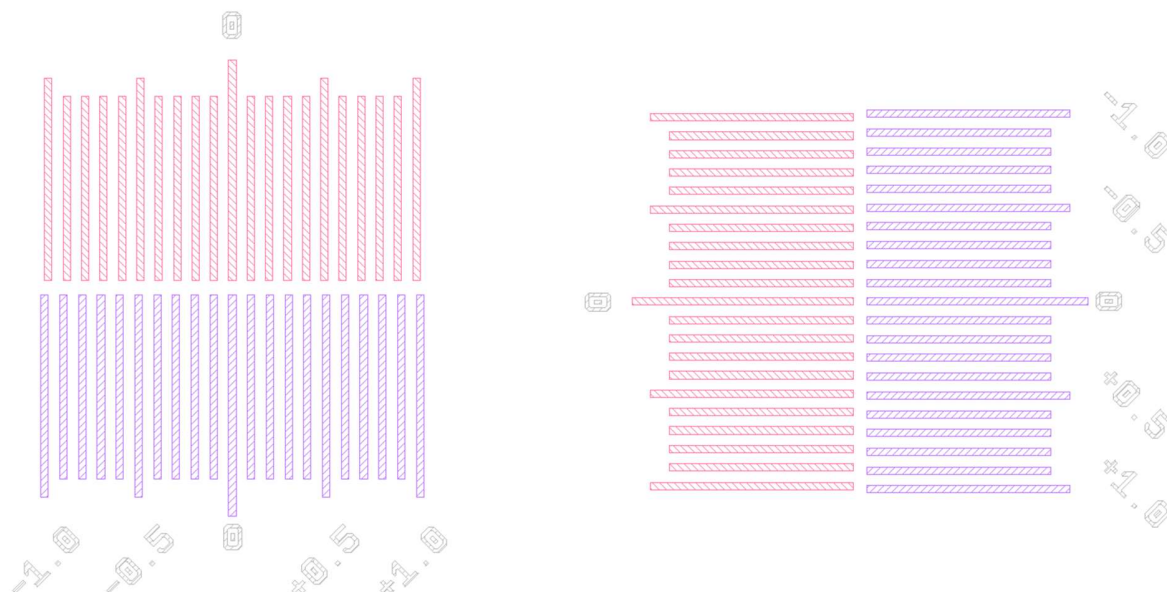


Figura 4: esempio di strutture per la verifica di disallineamento orizzontale (sinistra) e verticale (destra)

Verifica mediante microscopio ottico (figura 5):

- Individuare la struttura del livello 2 che risulta allineata con una struttura del livello 1
- Contare il numero a cui corrisponde la struttura allineata
- Moltiplicare tale numero per l’incremento del periodo del livello 2 (i.e. 0.1 μm)
- Il valore ottenuto da questo prodotto rappresenta la precisione di allineamento

Ad esempio, nel caso di disallineamento lungo l'asse x di $0.4 \mu\text{m}$ (figura 5), è sufficiente individuare la linea viola del livello 2 che risulta allineata con una linea rossa del livello 1 (in questo caso la quarta linea viola a sinistra rispetto al centro). La precisione di allineamento è data dal prodotto di tale numero per l'incremento, cioè: $4 * 0.1 \mu\text{m} = 0.4 \mu\text{m}$.

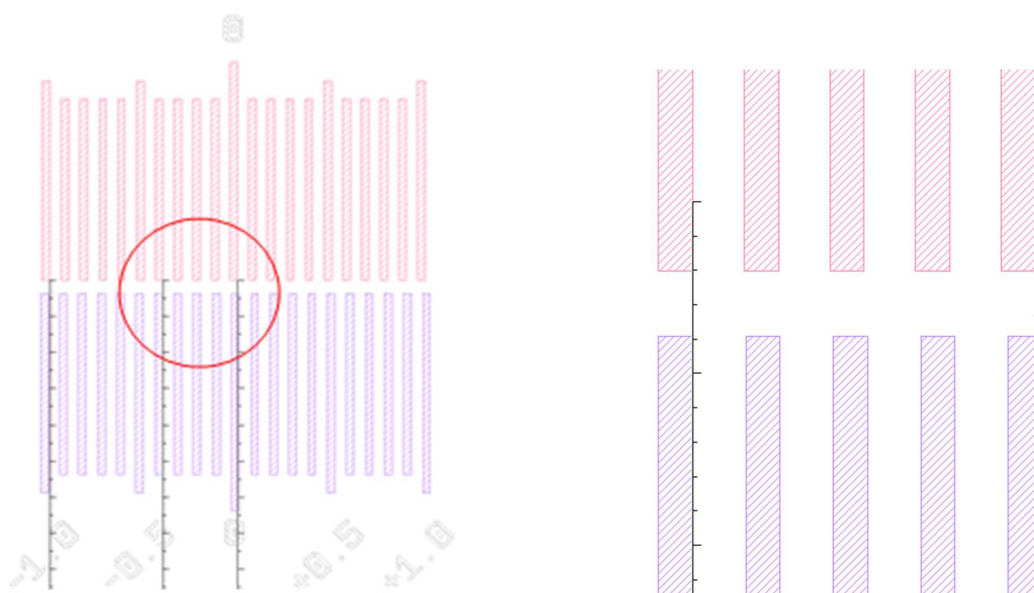


Figura 5: Figura 6: Panoramica della struttura (sinistra), dettaglio della misura della precisione di allineamento (destra) mediante microscopio ottico

Verifica mediante microscopio FIB-SEM (figura 6):

- Misura dello spostamento delle due linee centrali del layer 1 e layer 2
- (figura 6).

Ad esempio, dalla misura in figura 6 si vede come lo spostamento sia di $0.4 \mu\text{m}$.

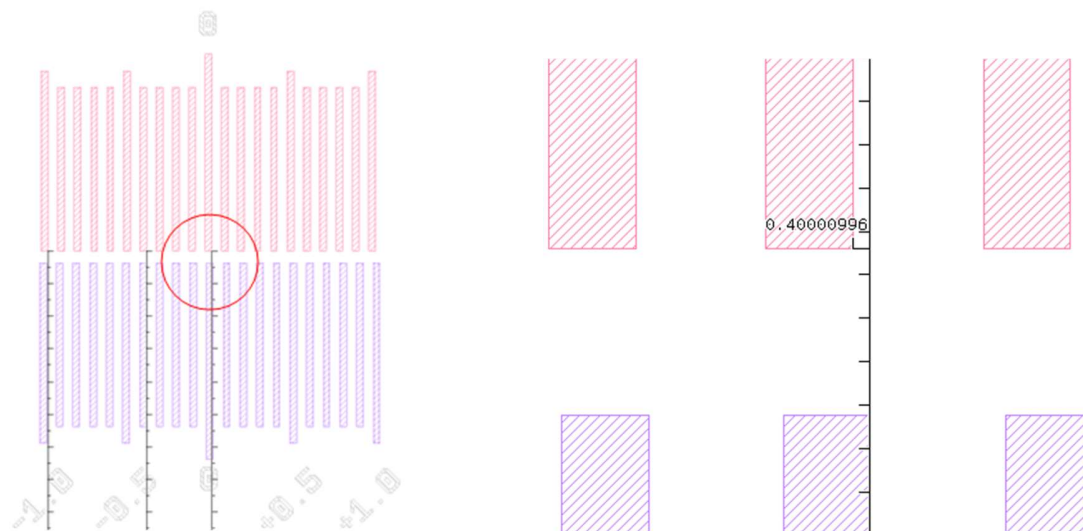


Figura 6: Panoramica della struttura (sinistra), dettaglio della misura della precisione di allineamento (destra) mediante FIB-SEM