

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Pisa

INFN/TC-86/15
1 Ottobre 1986

**C. Guidi, R. Bellazzini, A. Brez, M.M. Massai e M.R. Torquati:
UN METODO AD INTERFEROMETRIA OLOGRAFICA PER LA
MISURA DELLA FRECCIA DI UN ELETTRODO SOTTILE IN UNA
CAMERA A PIATTI PARALLELI (PPC)**

Servizio Documentazione
dei Laboratori Nazionali di Frascati

"UN METODO AD INTERFEROMETRIA OLOGRAFICA PER LA MISURA DELLA FRECCIA
DI UN ELETTRODO SOTTILE IN UNA CAMERA A PIATTI PARALLELI (PPC)"

C. Guidi

Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa

R. Bellazzini, A. Brez, M.M. Massai, M.R. Torquati

Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa e INFN, Sezione di Pisa,
Via Livornese, 582/A - I-56010 S. Piero a Grado (Pisa)

Abstract

An holographic method for the measurement of the sagitta of the thin electrode of a position sensitive parallel plate counter is presented. The method is simple but very sensitive ($\sim 1 \mu\text{m}$).

1. - Introduzione

Lo sviluppo di rivelatori di particelle caratterizzati da una sempre più elevata risoluzione e velocità costituisce uno dei più importanti aspetti della attività sperimentale svolta all'interno dell'INFN. La Sezione di Pisa, tradizionalmente molto attiva in questo campo, ha intrapreso un programma di ricerca per lo sviluppo di una nuova classe di rivelatori (camere a elettrodi paralleli) le cui caratteristiche fondamentali sono la elevata risoluzione spaziale (vedi fig. 1) e la elevata velocità di conteggio (1-4).

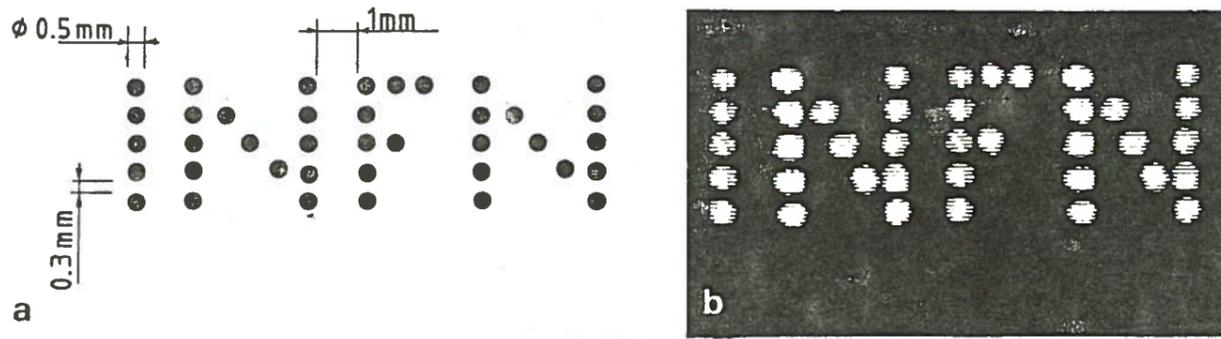


Fig. 1 - Esempio delle capacità di imaging della PPC : a) il fantoccio di risoluzione è costituito da 39 fori di 0.5 mm separati di 0.3 mm messi in modo da formare la parola INFN; b) l'immagine ricostruita utilizzando una sorgente di ^{55}Fe .

Una camera a piatti paralleli (PPC) consiste in due elettrodi continui montati parallelamente l'uno all'altro con una separazione tipica di 2 mm. Se tra questi elettrodi è applicata una differenza di potenziale, un campo elettrico uniforme e molto intenso (20 KV/cm) viene stabilito all'interno del volume del rivelatore. Quando una particella carica attraversa il gas di riempimento del rivelatore, vi rilascia elettroni di ionizzazione che iniziano un processo di moltiplicazione a valanga finché non sono raccolti all'anodo. Il movimento delle cariche genera un impulso elettrico nel circuito esterno connesso ad uno degli elettrodi.

Una tipica configurazione di questo rivelatore è costituita da un anodo resistivo di germanio e da un catodo realizzato con mylar alluminizzato dello spessore di $6 \mu\text{m}$ (vedi fig. 2).

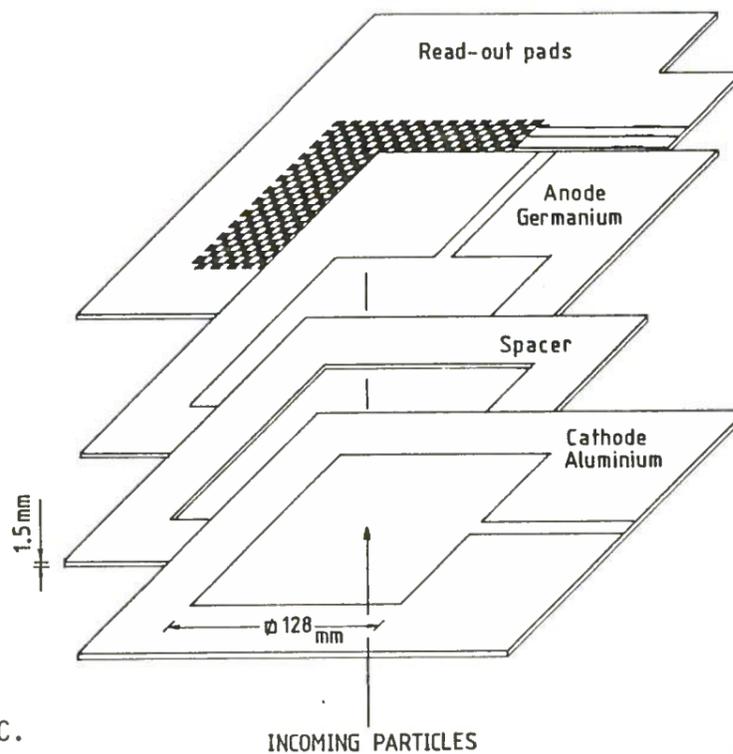


Fig. 2 - Vista prospettiva della PPC.

Nei "parallel plate counters" l'uniformità della separazione fra le armature costituisce uno dei parametri fondamentali che determina la qualità del rivelatore.

In questa nota si espone il metodo usato per misurare le variazioni di spessore della gap dovute alla deformazione dell'armatura in mylar in presenza di campo elettrico (attrazione elettrostatica).

Una stima sulla flessibilità di questa membrana non è facile da fare con metodi tradizionali (meccanici) poiché la struttura, di cui non sono note le caratteristiche meccaniche (coefficiente di elasticità e tensione), è facilmente deformabile. Essa è tesa su un telaio rigido, con l'area libera di flettere costituita da un quadrato di area $A=13 \times 13 \text{ cm}^2$.

Poiché visivamente la deformazione del mylar, con il rivelatore sotto tensione, non è apprezzabile, si è pensato di ricorrere alla interferometria ottica per misurare lo spostamento della posizione di equilibrio della membrana.

In un sistema ad interferometro l'oggetto sul quale si vogliono eseguire misure deve avere superfici con gradi di lavorazione elevati se si vuole che il fronte d'onda riflesso o trasmesso dal campione conservi la stessa forma e quindi possa interferire con un fascio di riferimento.

La superficie in esame nonostante sia relativamente piana e riflettente non possiede certo i gradi di lavorazione adatti per un comune interferometro.

Di qui la necessità di utilizzare il metodo della interferometria olografica nel quale l'interferenza dei due fasci di luce è prodotta dall'immagine olografica dell'oggetto in esame con il fascio riflesso dal medesimo, perciò con le stesse caratteristiche di coerenza. In tal modo è possibile l'analisi di oggetti di forma irregolare e opachi.

2.- L'apparato olografico.

L'apparato olografico utilizzato (vedi fig. 3) consiste di un piano-banco ottico antivibrante con componenti per sistema olografico, specchi piani con alto grado di planarità, lenti, filtro spaziale, filtro attenuatore.

La sorgente di luce laser utilizzata è un HeNe con potenza di 5 mW.

3.- Procedimento.

Se, dopo aver registrato l'ologramma di un oggetto e rimosso l'oggetto stesso dal percorso ottico, noi illuminiamo con il fascio laser l'ologramma precedentemente registrato, ricostruiremo il fronte d'onda che era stato diffuso dall'oggetto durante la registrazione dell'ologramma. Se l'oggetto non viene rimosso, osserveremo invece due fronti d'onda : 1) quello proveniente direttamente dall'oggetto, 2) quello ricostruito dall'ologramma. Queste due onde sono coerenti e possono perciò interferire. Se l'oggetto è sottoposto a qualche deformazione prima della seconda esposizione, questa sarà visibile nella immagine finale sotto forma di frange di interferenza.

Il rivelatore ppc da olografare è stato inserito nel percorso ottico del sistema olografico a doppio fascio in posizione verticale con la superficie da analizzare rivolta verso il piano del supporto lastra, ad una distanza di circa 20 cm in modo da raccogliere più luce riflessa possibile proveniente dal laser (onda oggetto). Dopodiché si è provveduto a bilanciare l'intensità dell'altro fronte d'onda (riferimento) e a dargli l'opportuna inclinazione (fig. 4).

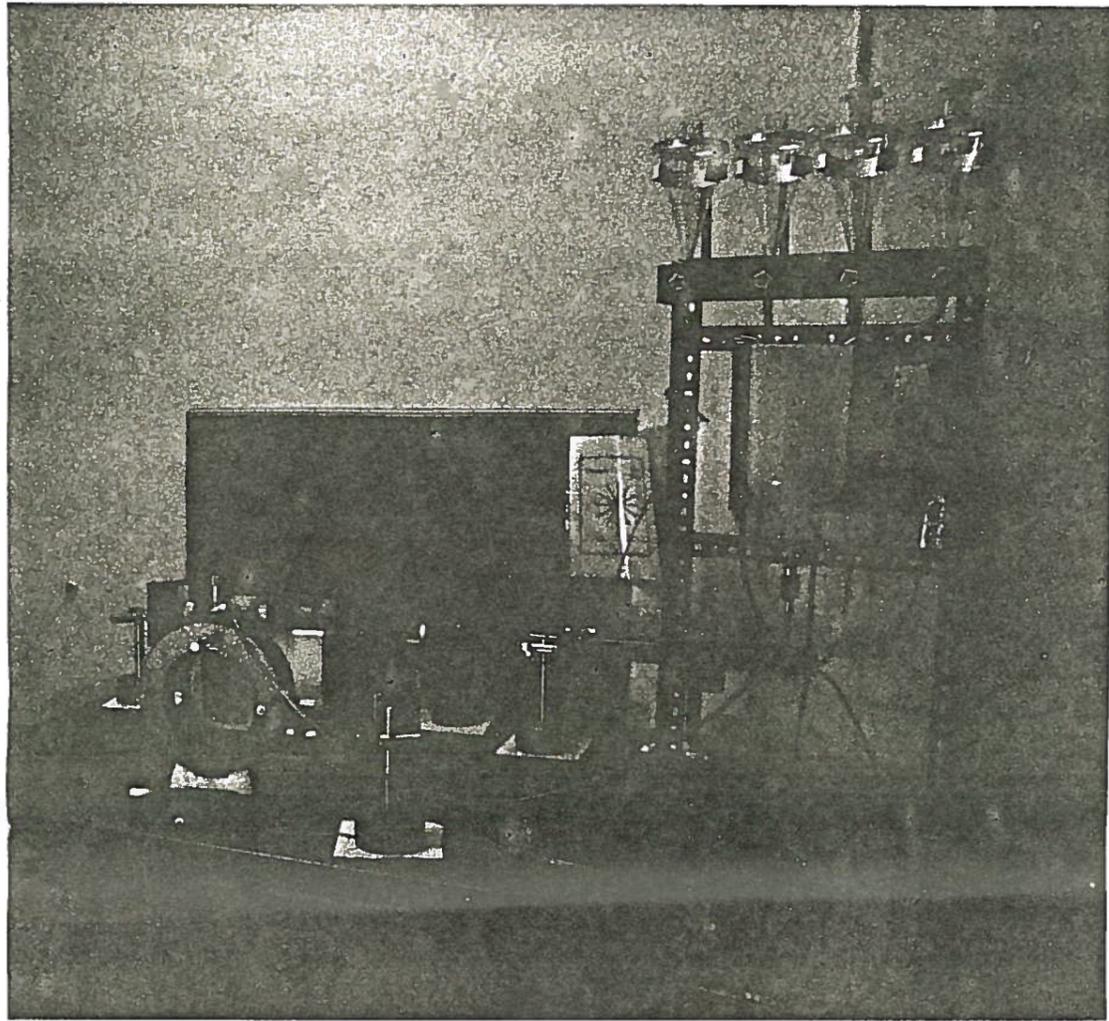


Fig. 3 - Il sistema ottico utilizzato : al centro, parzialmente coperta, si vede la cornice con la membrana su cui è stata fatta la misura.

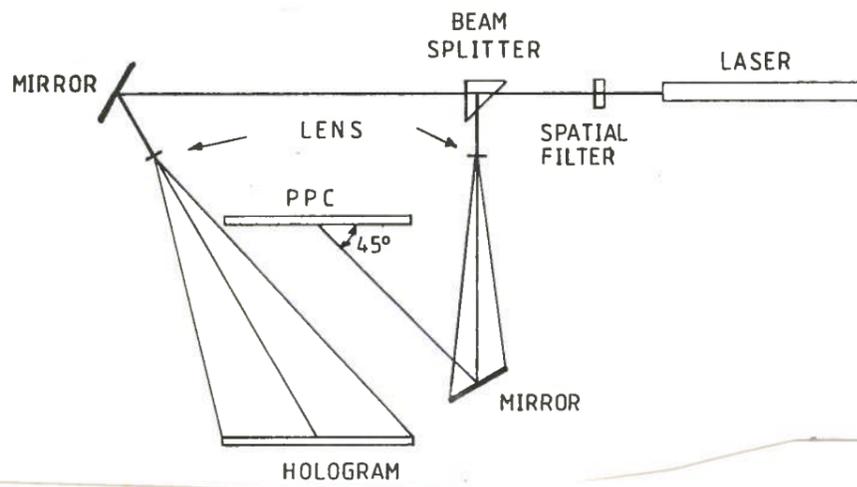


Fig. 4 - Schema del sistema di Fig. 3.

Dopo aver misurato l'energia luminosa dei due fasci incidenti sul piano di registrazione al fine di stabilire il tempo di esposizione, è stata posizionata la lastra fotosensibile (Holotest 8E75, Agfa Gevaert) nella vaschetta supporto, quindi si è riempita quest'ultima con acqua distillata. Olografare a lastra bagnata evita che le deformazioni dovute al rigonfiamento della emulsione olografica durante il trattamento chimico influiscano sul risultato di riproducibilità dell'interferogramma.

Durante la fase di ricostruzione dell'immagine interferometrica si dovrà tenere sempre a bagno la lastra in H_2O in modo da mantenere costanti le condizioni di registrazione.

Con l'esposizione, prima calcolata di 15 s, alla luce laser si è impressionata la lastra, quindi trattata con rivelatore Agfa-Gevaert G3P e fissata con G334. Dopo vari lavaggi della lastra si è verificata la qualità dell'ologramma coprendo temporaneamente l'oggetto e illuminando la lastra con la sola onda di riferimento. Non alterando la geometria dell'apparato, l'interferogramma sarà visibile per alcune decine di ore, cioè fino a quando l'acqua non avrà deteriorato l'emulsione fotografica.

Come interferogramma si osserveranno: l'immagine virtuale dell'oggetto olografato, l'oggetto stesso stabile nel punto di ripresa visto attraverso la lastra olografica e sotto forma di frange chiare e scure le zone dove la deformazione imposta all'oggetto varia il percorso ottico della luce riflessa dalla superficie da esaminare.

Con la messa a punto di questo sistema si possono produrre interferogrammi in tempo reale, metodo che permette di sollecitare l'oggetto in esame dopo averlo olografato e verificare l'effetto delle sollecitazioni direttamente e contemporaneamente alla deformazione, per quante volte si ritiene utile e in modo vario purché in fase di allestimento dell'attrezzatura siano stati previsti diversi modi di sollecitazione.

Considerando che la tensione di lavoro del rivelatore sarebbe stata di 3000 volt, applicandola durante la visione dell'interferogramma, si è visto che le frange formatesi sulla superficie del mylar erano ancora ben individuabili per forma e numero. Perciò il nostro test è stato fatto partendo da 0 volt fino a 3000 volt evidenziando una deformazione crescente e continua.

L'immagine dell'interferogramma è fotografabile con macchina e pellicole comuni; si sono così registrate immagini stabili dell'effetto sulle quali abbiamo successivamente eseguito le misure.

Nella figura 5 si vedono le frange circolari concentriche leggermente spostate verso un lato della membrana; ciò si può imputare al fatto che ci sono differenze di pressione nei vari punti di serraggio del telaio che mantiene teso il mylar.

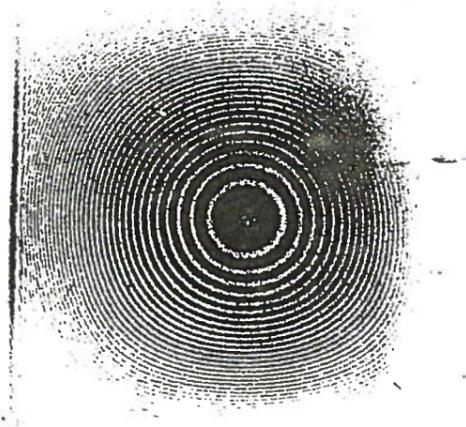


Fig. 5 - Caratteristiche frange di interferenza osservate in presenza di campo elettrico.

La misura della deformazione si ottiene dalla relazione: $\Delta l = (n\lambda/2) \sin \alpha$ dove Δl = differenza di cammino dell'onda oggetto (deformazione della superficie di mylar), n = numero di frange di interferenza, λ = lunghezza d'onda della sorgente laser (6328 \AA), α = angolo di incidenza della luce laser.

In figura 6 è riportato il grafico della deformazione della membrana in funzione del campo elettrico applicato. Il risultato è in accordo con la legge teorica $S = K (V/d)^2$.

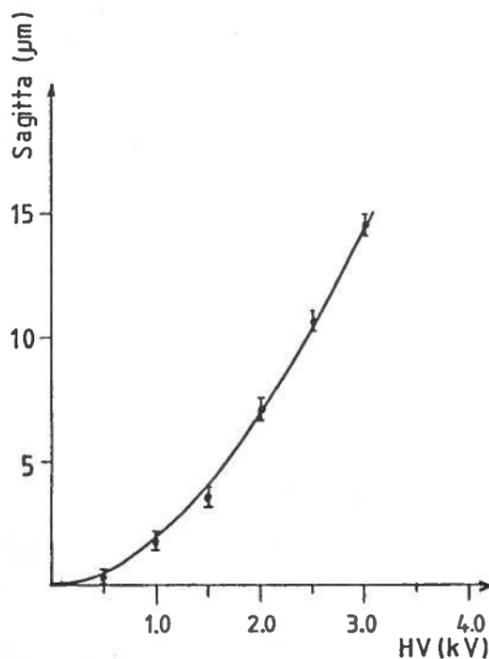


Fig. 6 - Andamento della freccia della membrana in funzione della tensione applicata (0-3.0 KV).

4.- Conclusioni.

L'interferometria olografica si è dimostrata un metodo molto sensibile e tuttavia semplice per la misura di irregolarità e deformazioni di superfici con qualità ottiche scadenti o nulle.

Bibliografia

- (1) A. Peisert et al., IEEE Trans. Nucl. Science NS-33(1986).
- (2) R. Bellazzini et al., IEEE Trans. Nucl. Science NS-33(1986).
- (3) R. Bellazzini et al., Nuclear Instr. Meth. A247(1986).
- (4) R. Bellazzini et al., Wire Chamber Conference Vienna (1986) in pubblicazione su Nucl. Instr. Methods.