

Capitolo 3: Trattamenti termici: forni, muffole e reattori

Nelle preparazioni dei provini per le analisi, così come nelle preparative per creare nuovi materiali, l'uso di muffole, forni e stufe è di capitale importanza. A partire dall'essiccazione, eseguita mediante stufe in grado di arrivare a temperature comprese tra i 250 e i 350°C, ventilate con aspirazione controllata, dove i campioni che hanno un elevato contenuto d'acqua possono essere fatti essiccare prima della pesa necessaria alla preparazione dei provini per analisi. Azioni come le calcinazioni, le tempere, le fusioni avvengono a temperature comprese tra i 400 e i 2000°C e si eseguono con forni di adeguata capacità termica e resistenza a lungo termine. Tutto questo per dire che scegliere un forno da laboratorio è complesso come scegliere uno strumento da analisi.

3.1 Tipologie di trattamenti termici e forni adatti ad un laboratorio

In linea generale, un forno da laboratorio sia un contenitore realizzato in mattoni refrattari, dotato di una sola porta di entrata, dove all'interno resistenze elettriche riscaldano il volume vuoto, mentre una o più termocoppie ne controllano la temperatura raggiunta e comunicano il dato ad un controller elettrico o elettronico che provvede ad accendere/spgnere il forno quando la temperatura viene raggiunta.

Questa è la versione più semplice di forno. Ovviamente, cambiando la temperatura cambiano i materiali dei refrattari, delle resistenze, delle termocoppie e cambiano anche i volumi. Ad esempio: la classica muffola da laboratorio economica, da 1200°C di temperatura massima, 1100°C garantita continua, refrattari di tipo sillimanite (allumosilicatico) che resistono a temperature di 1350°C, resistenze in nichelcromo che resistono a temperature di 1300 °C salvo ossidazioni, termocoppie in Pt-Rh. Queste macchine hanno un basso costo ma hanno il difetto di andare in avaria rapidamente, in particolare a seguito dell'ossidazione delle resistenze ad alta temperatura, che le fa assottigliare fino a romperle.

L'ossidazione delle resistenze e dei componenti interni dipende dal tipo di campioni che si vuole trattare. I campioni molto ricchi di sostanze aggressive (solfati, cloruri, fluoruri, acidi) tendono a produrre gas molto reattivi, che attaccano i componenti metallici della muffola.

Per ovviare a questi inconvenienti, sono presenti sul mercato muffole e fornaci con resistenze in carburi di silicio (per muffole fino a 1300°C) o MoSi₂ (fino a 1600°C), refrattari interni in allumina Al₂O₃ (temperature sopportabili fino a 1700°C), doppie termocoppie per il controllo delle zone di differente temperatura. La potenza di queste formaci va da 2 a 10 kW e sono adatte a tutte le attività di laboratorio. Tali macchine possono essere equipaggiate anche con camere a tenuta di gas, con raffreddamento ad acqua e sistemi di controllo di flusso (tabella 4). Una particolarità che risulterà molto utile a chi fa cristallizzazione e sintesi, le fornaci di questo tipo sono equipaggiabili con un software di gestione che consente di programmare le rampe e di verificare in tempo reale l'andamento delle potenze consumate. Nella gestione di campioni che necessitano di atmosfere neutre o riducenti, le fornaci con refrattari in allumina sinterizzata e resistenze in SiC sono le più adatte fino a 1650°C, per l'elevato grado di sicurezza che offrono nella gestione dei gas.

Spesso, per le attività di sintering e di cristallizzazione vengono utilizzate fornaci tubolari: in esse, l'area calda è concentrata nella zona centrale o in zone ben definite di un tubo di materiale refrattario (in genere allumina o zirconia). Se le fornaci sono orizzontali, i crogioli hanno forma di navicelle; nel caso di forni verticali, i crogioli hanno forma conica e sono calati nel forno tramite apposite asticelle in refrattario.

FORNI, MUFFOLE E ACCESSORI

Le fornaci orizzontali del catalogo GEOMateriali.it sono particolarmente accessoriate e resistenti ad un uso continuativo e pesante, quale ad esempio i laboratori di sinterizzazione ad alte temperature.

Vi invitiamo a visitare il nostro sito per avere un'idea della vastità di proposte: strumenti, accessori e standard certificati !



Figura 21: Fornaci da 1200°C, vista anteriore e posteriore; queste fornaci sono equipaggiate con elementi resistivi in Kanthal, refrattari in allumina sinterizzata e sistemi di controllo termico a più rampe. Spesso dotate anche di uscita seriale per l'interfacciamento al PC



Figura 23: Fornace orizzontale serie da 1200°C con controllo dell'atmosfera interna

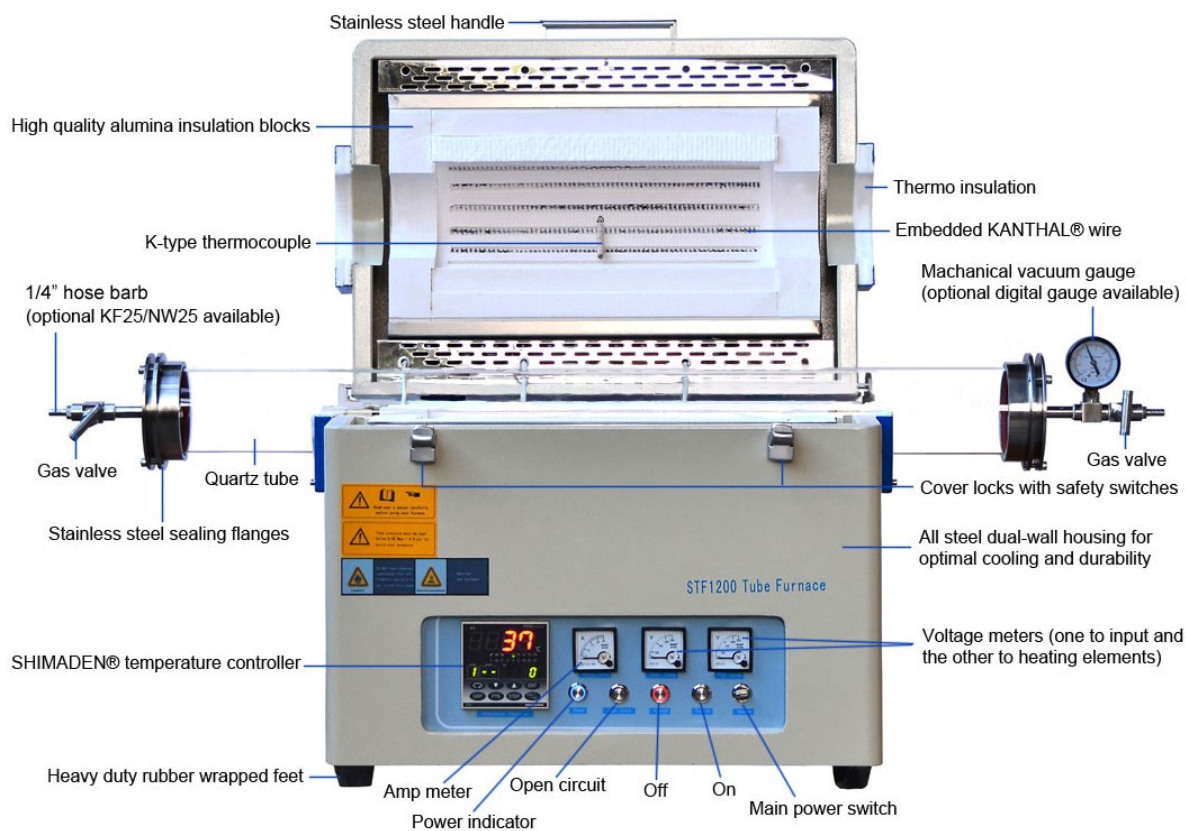


Figura 25: Fornace a controllo ambientale: vista interna e definizione delle parti essenziali



Figura 27: Forno tubolare a tre zone: 1400°C, 1600°C, 1400°C con atmosfera controllata, adatto ai trattamenti di semiconduttori



Figura 28: Fornace tubolare a due zone con temperatura massima 1800°C, gas controlled

Utilizzo del forno	Temperature	Tipo di forno	Accessori necessari	Contenitori (crogioli, navicelle ecc)
Essiccazione, deidratazione	Max 350°C	A microonde A resistenza (muffole o stufe)	Ventola di condizionamento dell'aria interna	Contenitori in acciaio inox svasati
Fusione campioni per XRF	900 – 1300°C	A resistenza (muffole, o tubolari verticali) A induzione	Aspirazione, raffreddamento e filtrazione fumi	Crogioli in platino, zirconia, allumina Grafite per i forni ad induzione
Calcinazione	800 – 1300°C	A resistenza (muffole, tubolari verticali o orizzontali)	Aspirazione, raffreddamento e filtrazione fumi	Crogioli in platino, zirconia, allumina Navicelle della stessa composizione
Sintering	Fino a 1700°C	A resistenza (muffole, tubolari v. o orizzontali)	Aspirazione, raffreddamento e filtrazione fumi	Crogioli in platino, zirconia, allumina Navicelle della stessa composizione
Fusione	Fino a 1800°C	A resistenza (muffole, tubolari v. o orizzontali) Ad induzione, a pozzetto di grafite	Aspirazione, raffreddamento e filtrazione fumi	Crogioli in platino, zirconia, allumina Grafite per i forni ad induzione
Riduzione in atmosfera neutra o riducente	Fino a 1600°C	A resistenza, in ambiente controllato per i gas (forni tubolari e muffole)	Aspirazione, raffreddamento e filtrazione gas esausti	Grafite, SiC (fino a 1600°C), MoSi2 (fino a 1800°C)

Tabella 4: Modalità di trattamento termico e forni adeguati

FORNI PER TRATTAMENTI IN ATMOSFERA CONTROLLATA

Le fornaci in ambiente controllato distribuite da GEOMateriali.it, consentono tutti i trattamenti necessari nella preparazione di semiconduttori, film sottili e trattamenti superficiali in laboratorio. Fino a quattro zone calde separate e atmosfera di processo controllata in pressione e temperatura.

Vi invitiamo a visitare il nostro sito per avere un'idea della vastità di proposte: strumenti, accessori e standard certificati !