



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

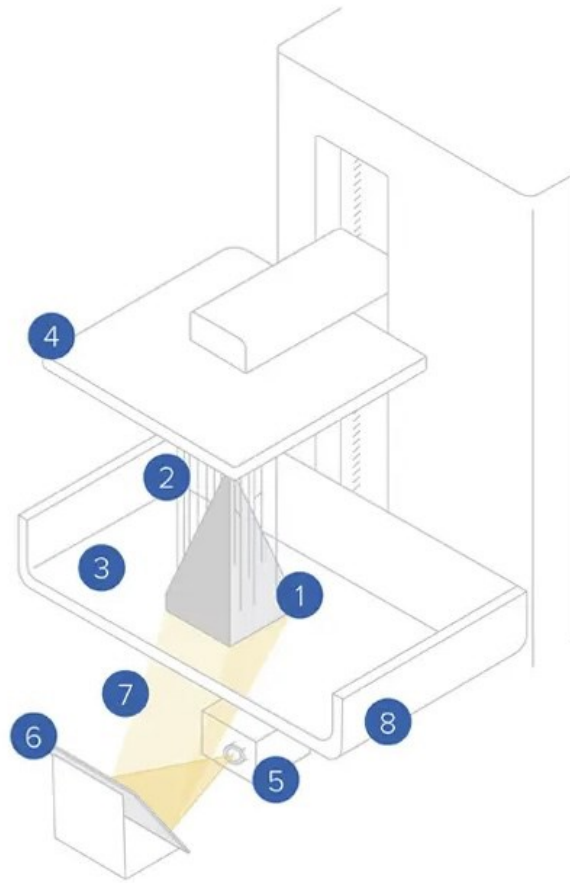
Dipartimento di Ingegneria Industriale

*Sviluppo di un inchiostro fotocurabile a base di $BaTiO_3$ per la
fabbricazione 3D di componenti piezoelettrici*

Relatrice: prof.ssa Giorgia Franchin

Laureando: Nicola Franco 1189466

Anno Accademico 2021/2022



DLP

- 1 Printed Part
- 2 Supports
- 3 Resin
- 4 Build Platform
- 5 Projector
- 6 Mirror
- 7 Light
- 8 Resin Tank

La tecnica di stampa 3D DLP

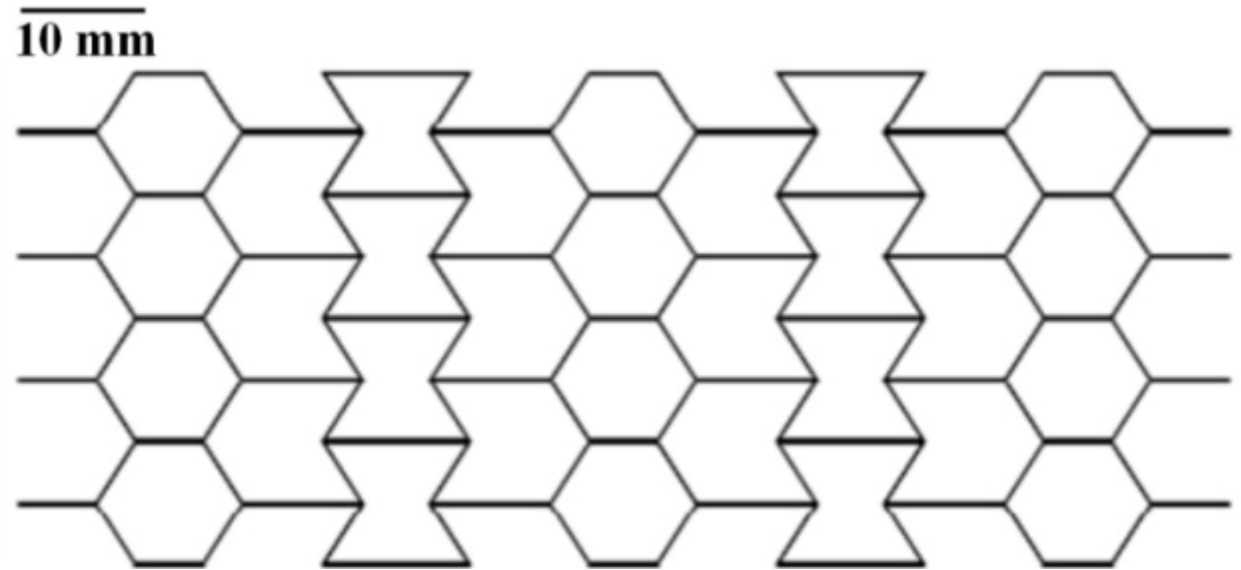
Con la tecnica DLP si fa riferimento a uno dei processi più comuni per la stampa 3D basata su resina.

Grazie a questa tecnica i tempi dei processi di stampa 3D si sono notevolmente ridotti, rispetto a quelli dei processi SLA.

Ceramici piezoelettrici e strutture auxetiche

I ceramici piezoelettrici convertono le sollecitazioni meccaniche in un campo elettrico, o viceversa generano una deformazione meccanica quando sottoposti ad un impulso elettrico.

Le geometrie auxetiche sono caratterizzate da un coefficiente di Poisson negativo.

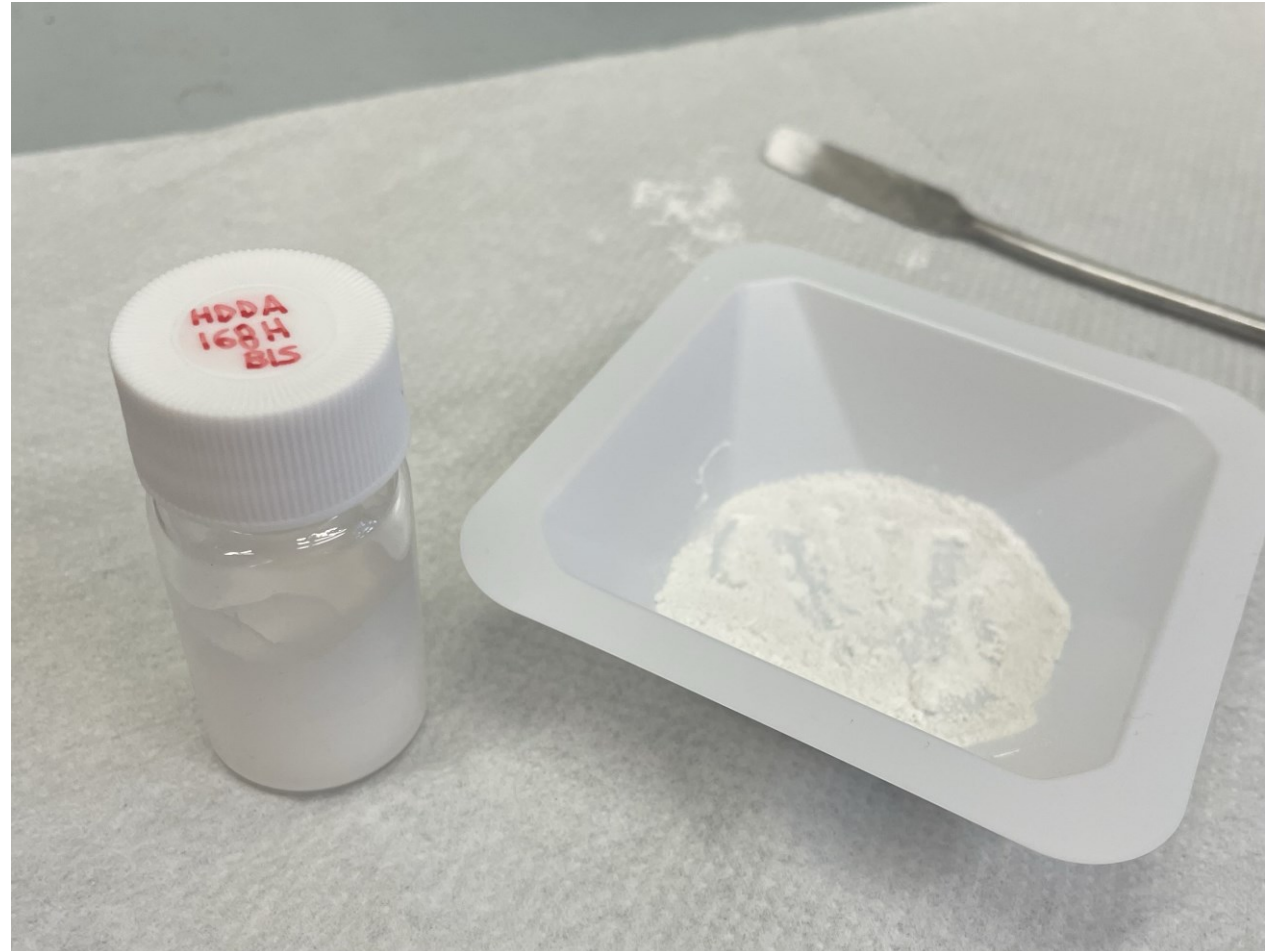


Preparazione delle resine

Sono state preparate quattro diverse resine ceramiche a base di titanato di bario.

Per la realizzazione delle resine sono stati utilizzati quattro componenti principali:

- ❖ Titanato di bario idrofobizzato
- ❖ Acrilato
- ❖ Disperdente
- ❖ Fotoiniziatore

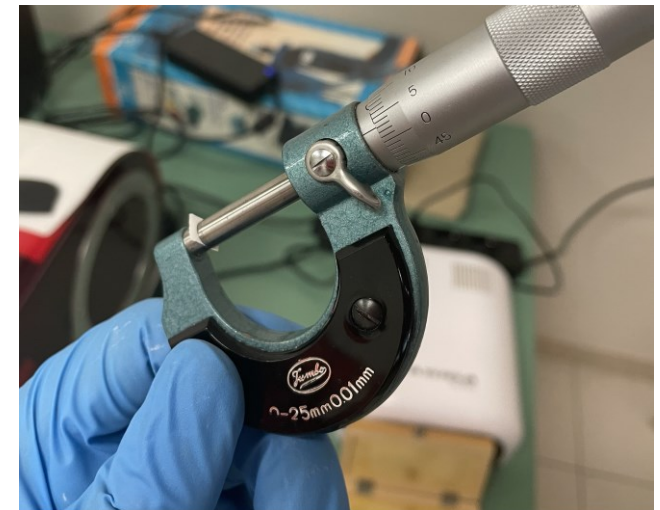
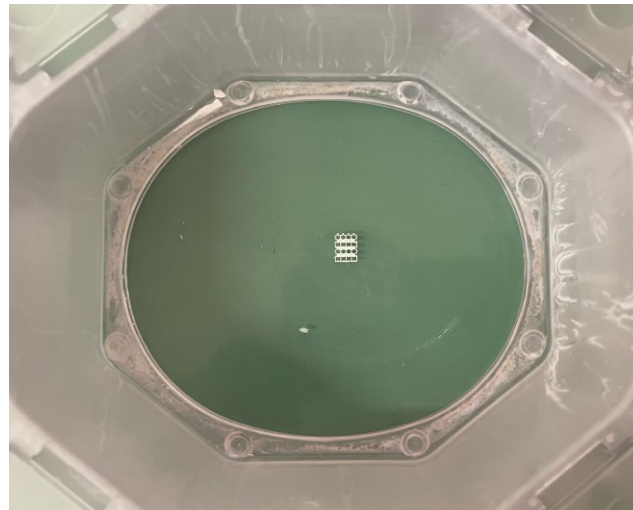


Prove con stampante Asiga Pico 2 e resina HDDA 168H

Sono stati effettuati dei test allo scopo di verificare la corretta calibrazione della stampante e la capacità di reticolazione della resina. Non è possibile impostare spessori di stampa inferiori ai 20 micron a causa dell'elevata viscosità dell'inchiostro e alla scarsa rigidità del fondo del *vat*.

Prove con stampante Sisma Everes Uno e resina HDDA 168H

Sono stati effettuati i primi test di stampa utilizzando il parallelepipedo AuxHex come modello da stampare. In nessun test effettuato il primo *layer* del campione è rimasto attaccato al piatto di stampa.





Prove con stampante RobotFactory

Resina: HDDA 168H, TEGDA 168H

Modelli: Parallelepipedo, Parallelepipedo cavo, AuxHex



Test di reticolazione



Adesione al piatto di stampa



Aumento del tempo di esposizione
Sostituzione del piatto di stampa
Cambio della resina utilizzata

Resina: HDDA 168H BIS

Modelli: Parallelepipedo, Parallelepipedo cavo, AuxHex



Adesione al piatto di stampa
20 secondi necessari per ogni *layer*



Aumento del tempo di esposizione
Sostituzione del piatto di stampa e del *fep*

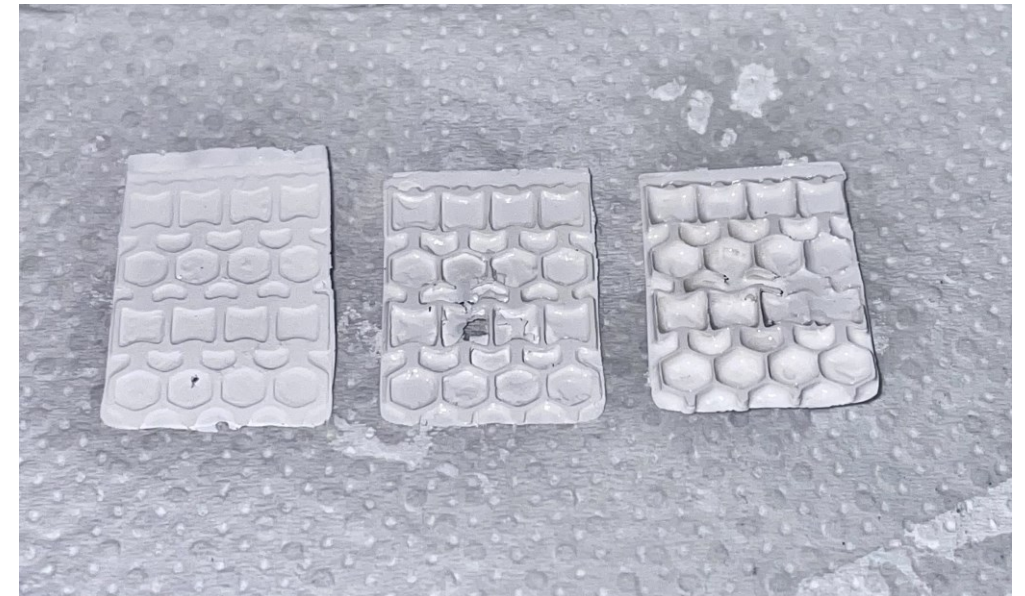


5, 10, 15 *layers* aderiti al piatto di stampa

Tra un test e l'altro le condizioni di stampa cambiano, in quanto la superficie del piatto viene alterata dai residui di resina del test precedente e dai trattamenti di pulizia effettuati con i solventi.

Il piatto di stampa è stato grattato con carta vetrata per sviluppare rugosità superficiali maggiori e trattato in un pulitore ad ultrasuoni.

	AuxHex				Risultato
	Spessore degli strati [mm]	Esposizione <i>layers</i> oggetto [s]	Esposizione <i>layers</i> base [s]	Altezza della base [mm]	
Prova 8	0,01	15	20	0,065	Il primo <i>layer</i> è rimasto sul piatto
Prova 9	0,01	15	20	0,065	25 <i>layers</i> sono rimasti sul piatto
Prova 10	0,01	15	20	0,065	50 <i>layers</i> sono rimasti sul piatto
Prova 11	0,01	15	20	0,065	100 <i>layers</i> sono rimasti sul piatto



Resina: TMPTA 168H

Nuovo piatto di stampa in vetro ruvido



Trattamento della superficie
del piatto con TMSPM



50 *layers* aderiti al piatto di
stampa



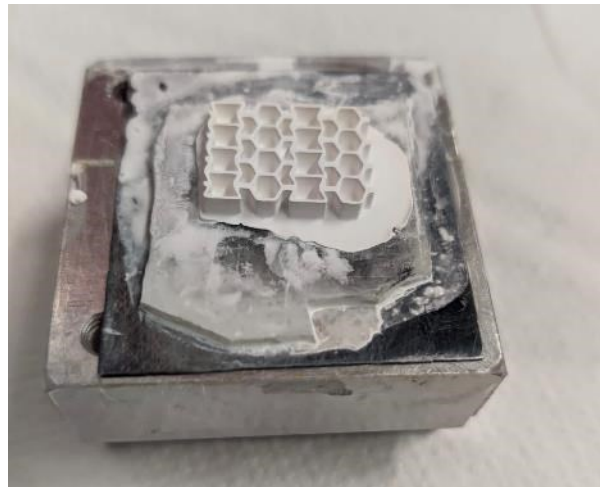
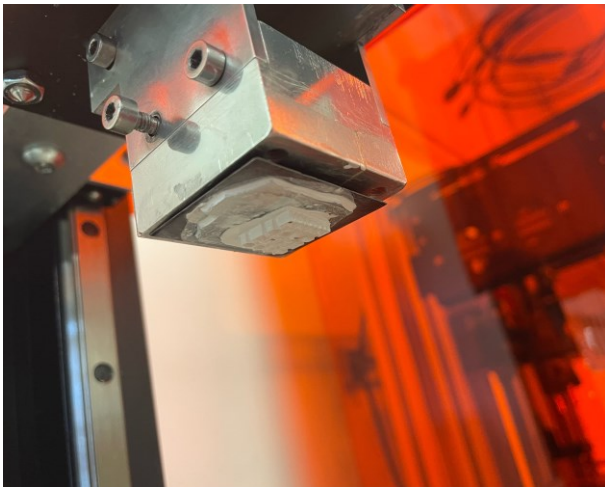
Il piatto di stampa in vetro
buca il *fep* sul fondo del *vat*

	AuxHex				Risultato
	Spessore degli strati [mm]	Esposizione <i>layers</i> oggetto [s]	Esposizione <i>layers</i> base [s]	Altezza della base [mm]	
Prova 1	0,01	15	20	0,065	Il primo <i>layer</i> è rimasto sul <i>vat</i>
Prova 2	0,01	15	20	0,065	I primi 5 <i>layers</i> sono rimasti sul piatto
Prova 3	0,01	15	20	0,065	50 <i>layers</i> sono rimasti sul piatto
Prova 4	0,01	15	20	0,065	300 <i>layers</i> sono rimasti sul <i>vat</i>



È stato ritagliato un nuovo piatto di stampa in vetro la cui superficie è stata grattata con carta vetrata. Il *vat* è stato smontato: le pareti sono state rimosse mentre il fondo in vetro e una pellicola di PTFE sono stati fissati, una sopra l'altro, alla stampante 3D, utilizzando il nastro biadesivo.

AuxHex					
	Spessore degli strati [mm]	Esposizione <i>layers</i> oggetto [s]	Esposizione <i>layers</i> base [s]	Altezza della base [mm]	Risultato
Prova 5	0,01	15	20	0,065	300 <i>layers</i> sono rimasti sul piatto



Prove con stampante Prusa SL1 e resina TMPTA 168H

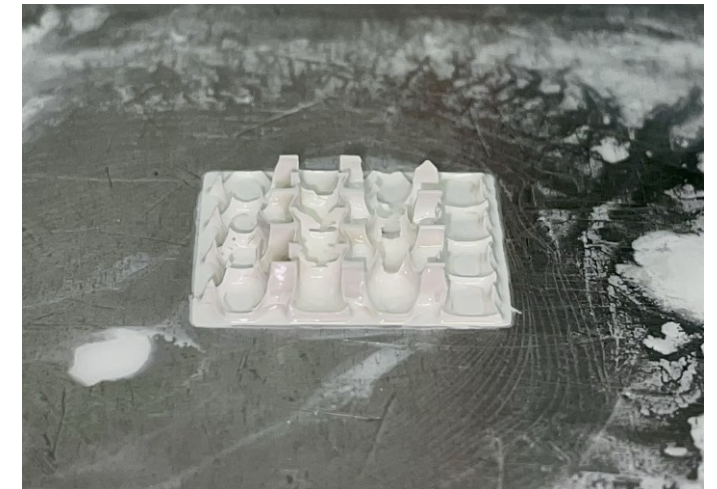
AuxHex			
	Spessore degli strati [mm]	Esposizione <i>layers</i> oggetto [s]	Risultato
Prova 1	0,01	50	Il primo <i>layer</i> è rimasto sul piatto
Prova 2	0,01	50	Tutti i <i>layers</i> sono rimasti sul piatto



Stampa incompleta



Tutti i *layers* sul piatto di stampa





4 resine ceramiche a base di titanato di bario
4 stampanti 3D DLP



Potenzialità di reticolazione delle resine
Risoluzione del pezzo stampato



Stampa con resine ceramiche ad alta viscosità
Tempo di esposizione troppo elevato
Esperimenti non ripetibili con piatti di stampa modificati



Fondo del *vat* rigido e piatto di stampa con caratteristiche note e ripetibili
Elevata disponibilità di resina