

Colloidal Self-Assembly Meets Nanofabrication: From Two-Dimensional Colloidal Crystals to Nanostructure Arrays

Junhu Zhang, Yunfeng Li, Xuemin Zhang and Bai Yang
2010

Nora Sauter

Motivation

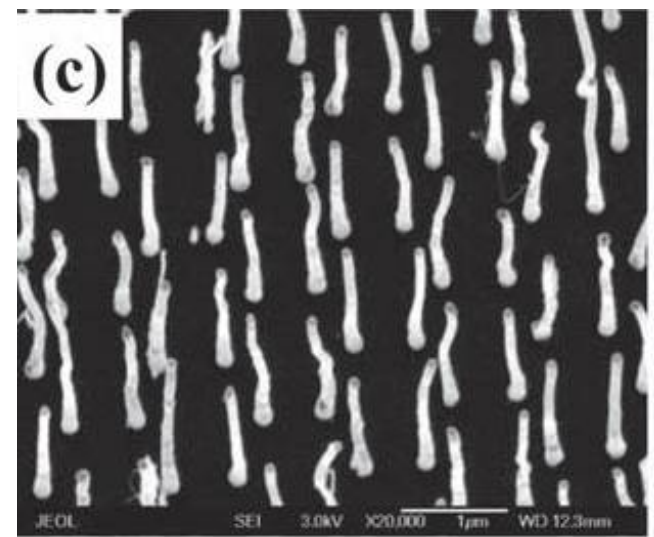
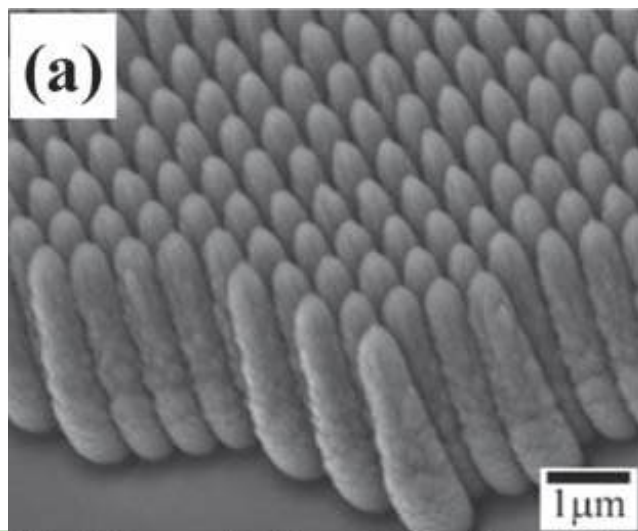
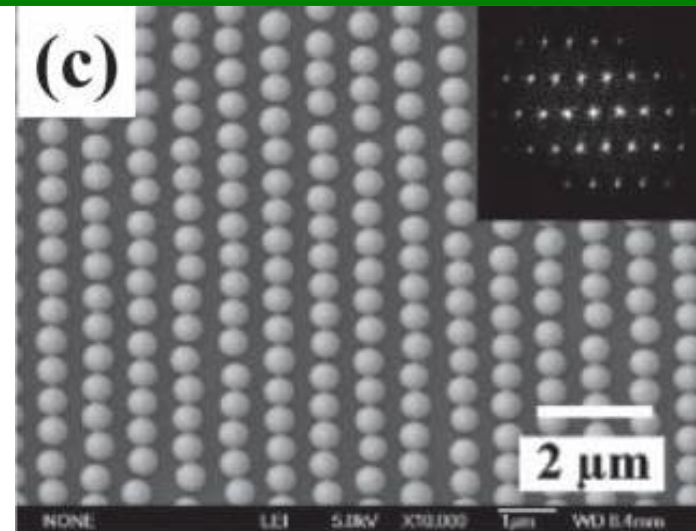
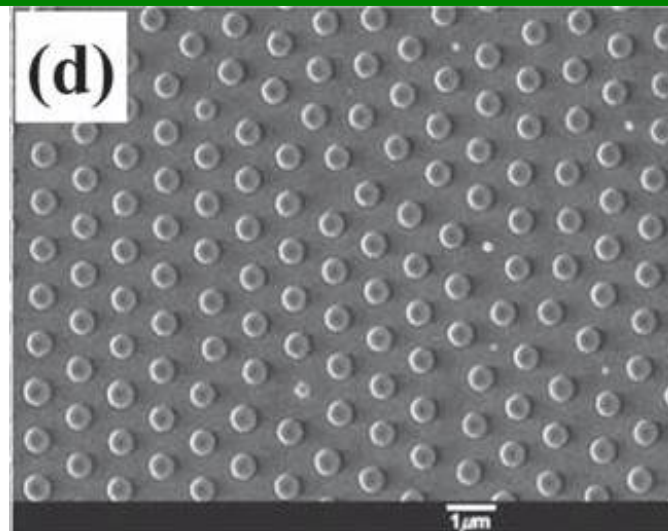
Klassische Techniken

(Evaporation, Deposition, Etching, Imprinting)

+ Colloidal Crystals

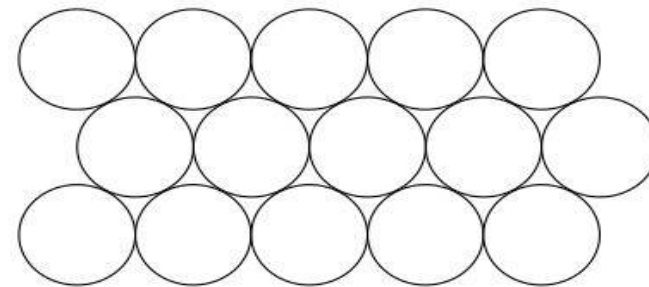
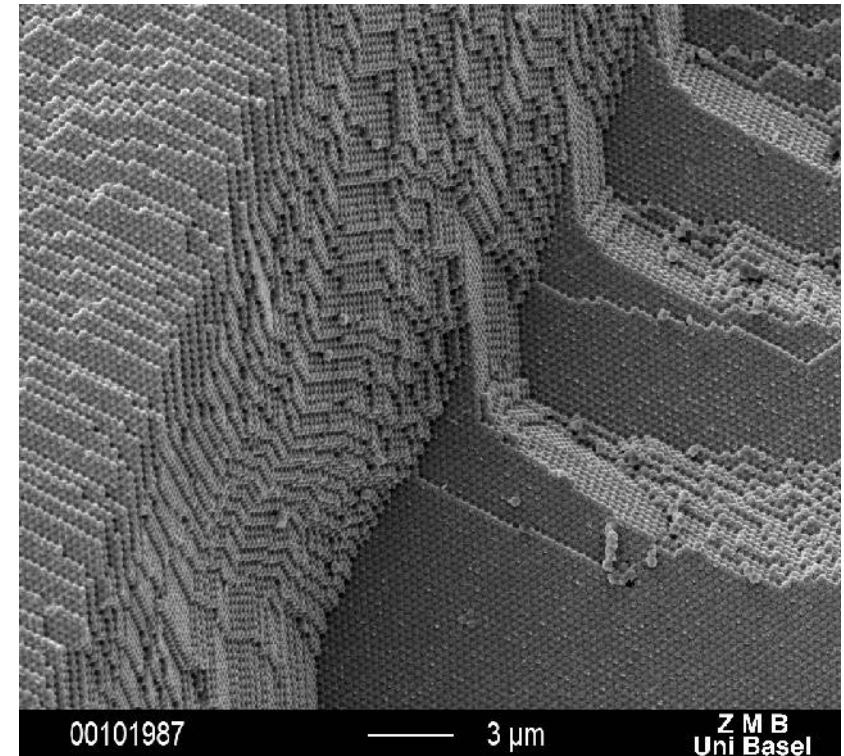
= Colloidal Lithography

Motivation



Self - Assembly

- Nano- oder Mikrospheren Self-Assemble in 2D oder 3D Colloidal Crystals (Bsp: Opal)
- 2D Assembly auf planarem Substrat oder an Wasser/Luft Grenzfläche
- Meistens hexagonal close packed (hcp) da thermodynamisch günstigste Anordnung
- Durchmesser der Spheren: 200nm-1000nm



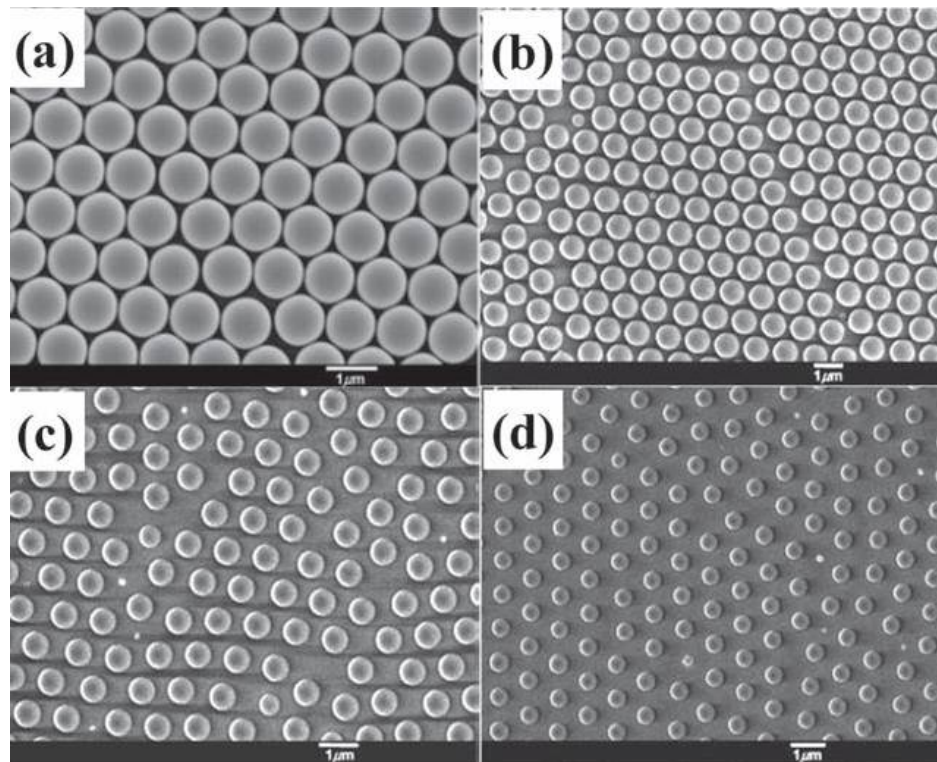
Self - Assembly

- Solvent Evaporation
- Dip Coating
- Spin Coating
- Grenzflächen

2D Strukturen

Ziel: beliebige Strukturierung, nicht nur hcp

Etching



(a) Polystyrol 2D colloidal Crystals mit $d=1000\text{nm}$ in hcp

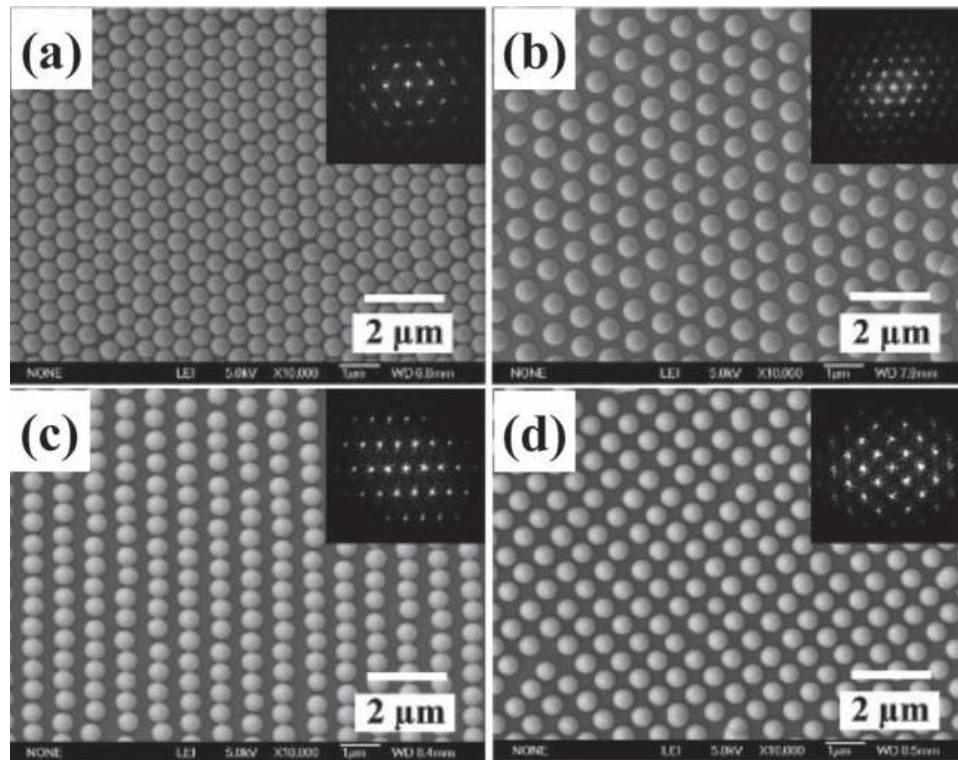
(b-d) Colloidal Crystals nach 4, 6 und 7 min Plasma etching. Nun non-close -packed (ncp)

2D Strukturen

Transfer Printing

Kombiniert Contact Printing mit PDMS Deformation

Erlaubt die Herstellung von 2D non-closest-packed colloidal crystals mit kontrollierbaren Gitterstrukturen



(a) 2D hcp Crystal mit 566 nm SiO_2 Nanopartikel auf Silicium Wafer

(b) hexagonale ncp Anordnung auf PDMS, aufgeblasen mit Toulol

(c) Parallele Anordnung zu Drähten, gestreckt in x-Richtung

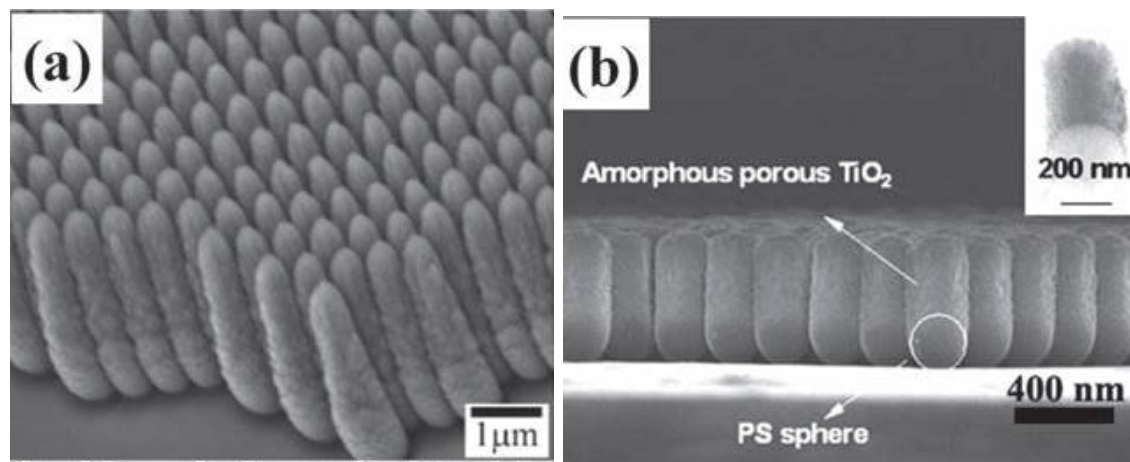
(d) Quadratische ncp Anordnung auf PDMS, in y-Richtung gestreckt

3D Strukturen

2D colloidal Crystals als Basis für Deposition

Deposition entweder auf Nanopartikel oder in Zwischenräume.

Anordnung der Nanopartikel bestimmt spätere Anordnung der Arrays.



(a) Si Nano-Arrays auf 500nm hcp Polystyrol Nanopartikel.
Hergestellt mit GLAD (GLancing Angle Deposition).
Einheitliche Breite und Höhe der Kolonnen.

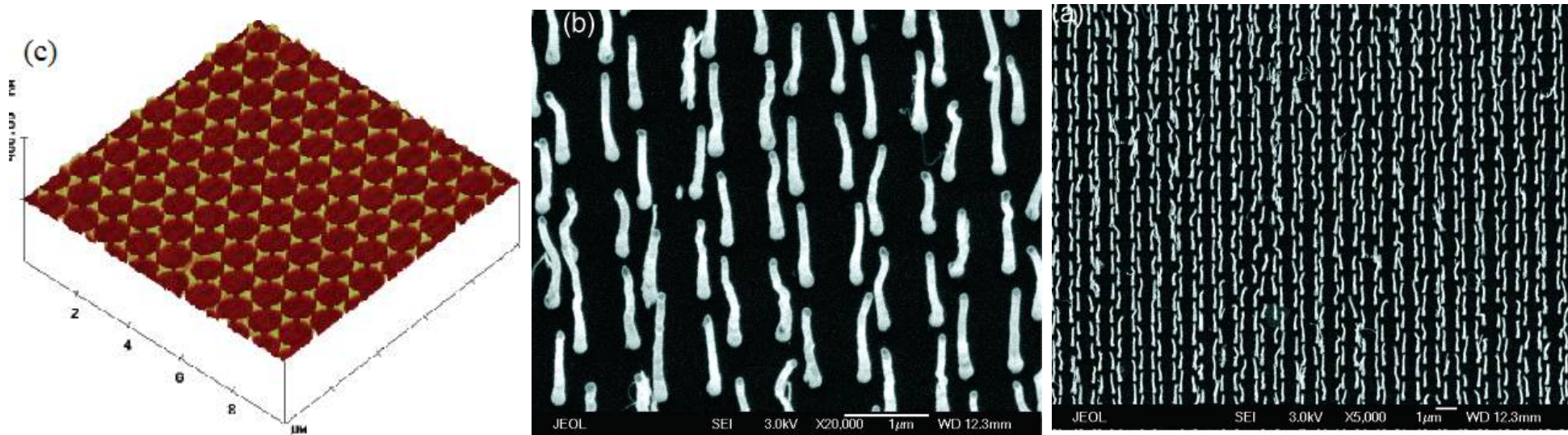
(b) Cross Section eines TiO₂ hcp Array auf 2D Polystyrol colloidal Crystals.
Herstellung der 3D Struktur mittels Pulsed Laser Deposition

(a) S. V. Kesapragada, D. Gall, *Thin Solid Films* **2006**, 494, 234.

(b) Li, X. S. Fang, et al., *Adv. Funct. Mater.* **2009**, 19, 2467.

3D Strukturen

1. Polystyrol Nanopartikel Self-Assemble auf Si Substrat
2. Electron Beam Evaporation von Ni, Polystyrol dient als Maske
3. Polystyrol wird mit Toulol entfernt
4. Wachsen lassen der CNT mittels PECVD auf Ni



(c) AFM Bild von Bienenwabenartiger Ni Strukturierung nach Entfernung von PS
 (b + a) SEM Aufnahmen der CNT auf Ni

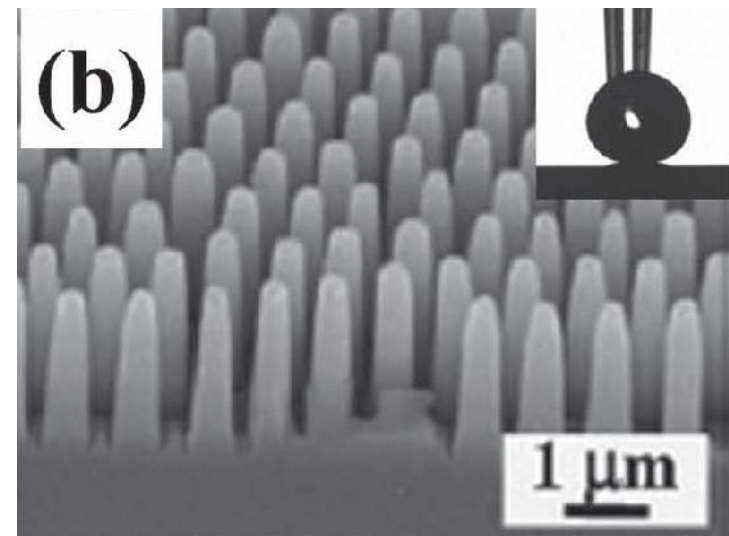
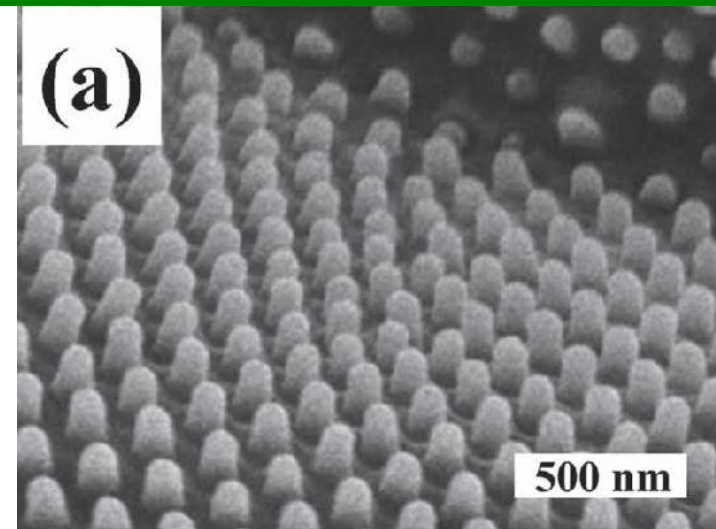
Anwendungen

Entspiegelte Oberflächen

Vorbild Natur: Nachtfalteraugen

Minimierung von Reflexion und Maximierung von Transmission wichtig für Effizienz von optischen und optoelektronischen Geräten (Solarzellen!)

- (a) Hornhaut von *Polygonia c-aureum*
- (b) Si high Aspect Ratio Nano Array, hergestellt mit RIE. Oberfläche ist Selbstreinigend (hydrophob) und Antireflektiv.
Kontaktwinkel: 172°



(a) D. G. Stavenga, S. Foletti, G. Palasantzas, K. Arikawa, *Proc. R. Soc. B* **2006**, 273, 661.

(b) W. L. Min, B. Jiang, P. Jiang, *Adv. Mater.* **2008**, 20, 3914.

Anwendungen

Benetzbarkeit

- Hydrophobie
 - Bedingt durch grosse Menge an Luft im Array
 - Sliding angle von 2° können erreicht werden
 - High Aspect Ratio wichtig (Verhältnis Länge : Durchmesser)
 - Ideal: Aspect Ratio von 12
- Hydrophilie
 - Superhydrophile Oberflächen verhindern das Beschlagen von Brillen, Schwimmbrillen und med. Geräten.
 - Wasser verteilt sich schnell und gleichmässig über ganze Fläche verhindert Lichtstreuung bedingt durch Wassertropfen.
 - Nanotip Arrays vergrössern Hydrophilie wegen vergrösserter Rauigkeit des hydrophilen Si Substrates

Fragen?