

Integration von Elektronik im 3D-Druck

Yannic Köster
6.7.2016

Gliederung

- Allgemeines
- Materialien
- Verfahren
 - FDM
 - Ink Jetting
 - Aerosol Jetting
 - FEAM
 - SLM
- 3-Dimensionale Leitungen
- Vergleich mit herkömmlicher Produktion
- Endbenutzer-Erwerblichkeit
- Quellen

Allgemeines

- Integration von Elektronik behandelt:
 - Integration von Leiterbahnen im Objektdruck
 - Einbau von elektronischen Bauteilen

Materialien

- Kohlenstoff basierte Tinte
 - Nicht so leitfähig
 - Vergleichsweise Billig
- Metall basierte Tinte
 - Gut leitfähig
 - Vergleichsweise Teuer

Materialien - Beispiele

112-48 Conductive Ink

- Füllmasse: Kohlenstoff
- Spezifischer Widerstand(Ω/cm): 0.05
- Flächenwiderstand (Ω/mm^2): 20
- Viskosität (cps): 15,000 -20,000

125-15 extremely conductive Ink

- Füllmasse: Silber (>84% Anteil)
- Spezifischer Widerstand(Ω/cm): 0.00003
- Flächenwiderstand (Ω/mm^2): 0,010
- Viskosität (cps): 29,000

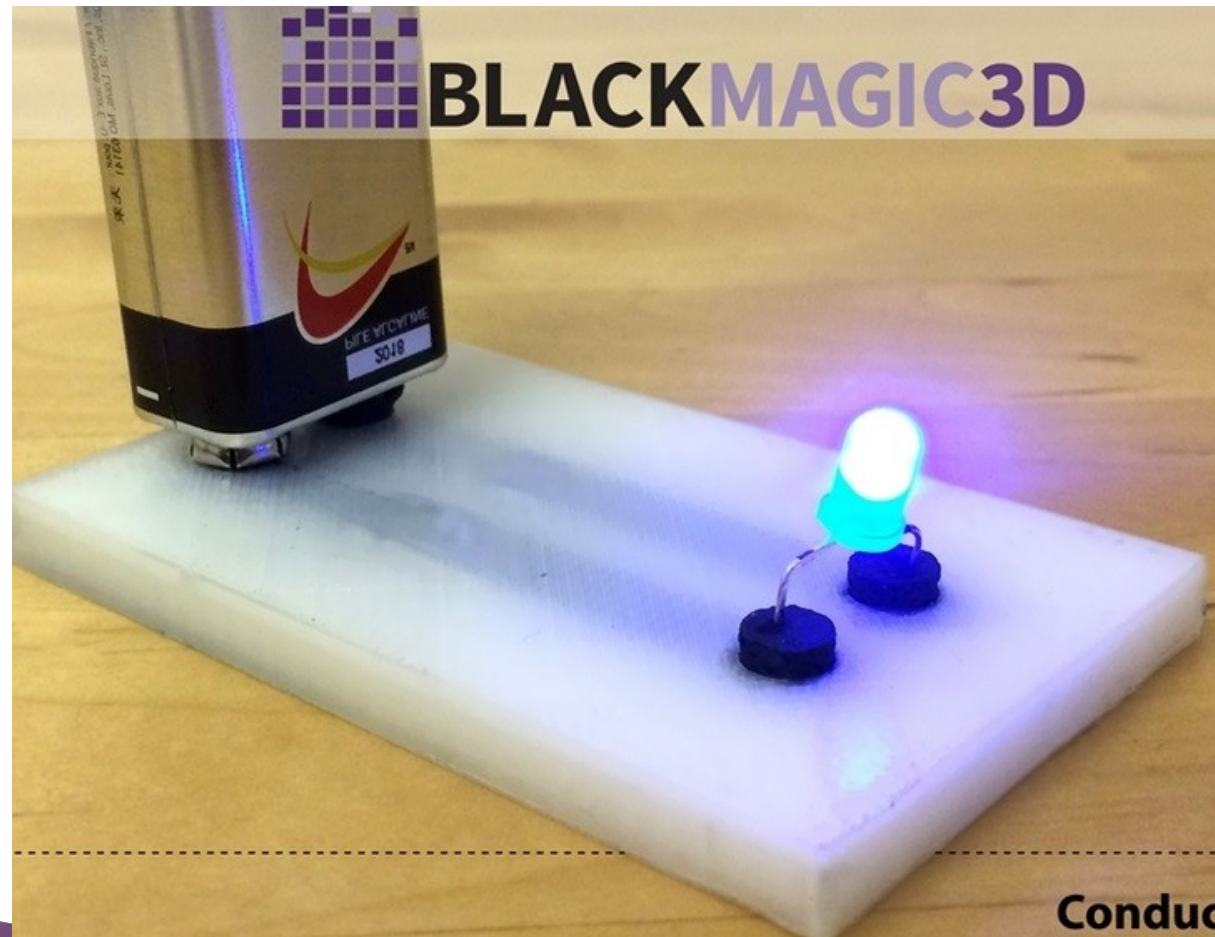
Material

Leitendes Filament

Conductive Graphene Filament

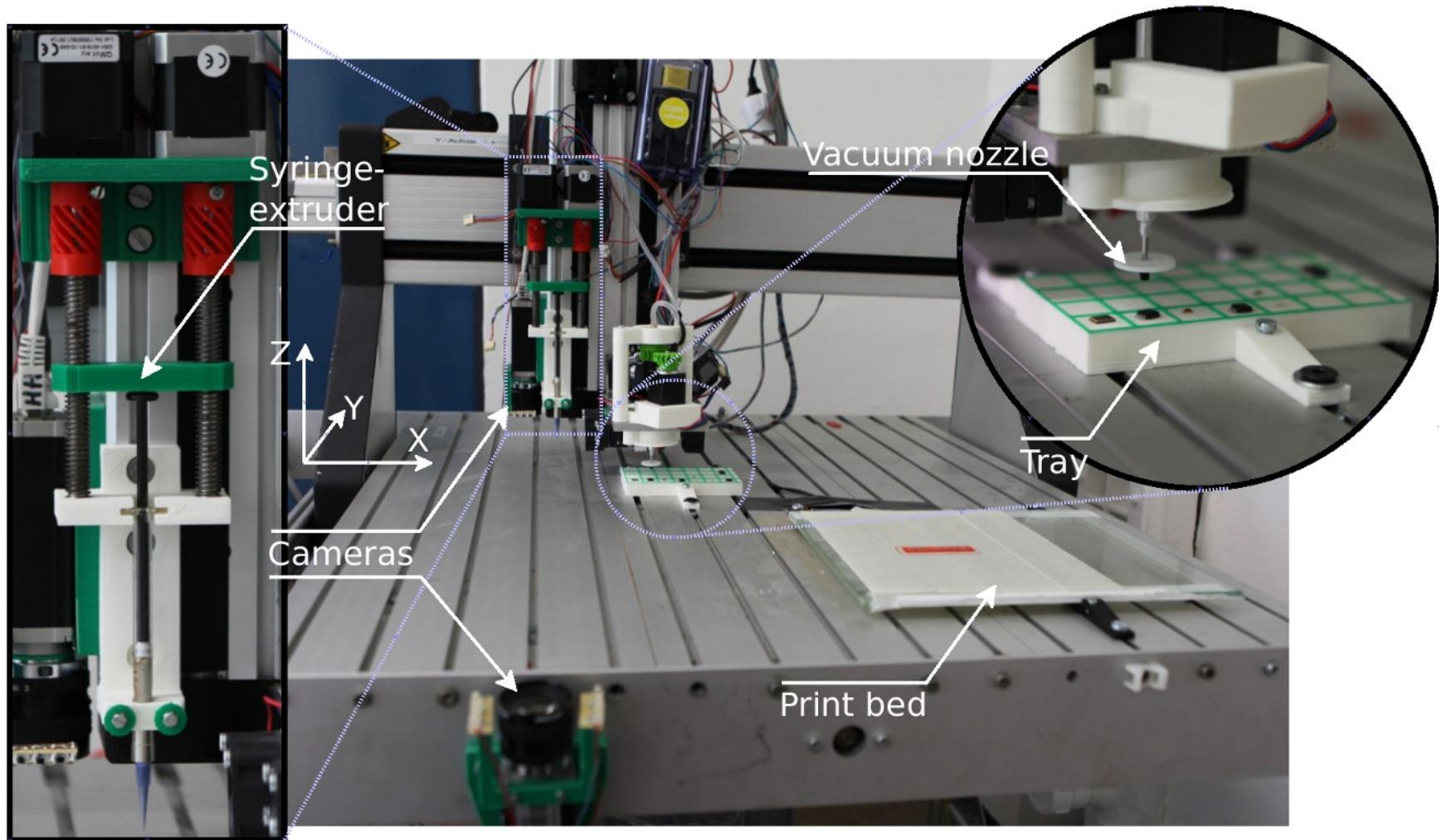
- Spezifischer Widerstand(Ω/cm): 0,6

Quelle:<http://www.blackmagic3d.com/Conductive-p/grphn-175.htm>



Conduc

FDM - Aufbau des Druckers



Quelle: https://tams.informatik.uni-hamburg.de/research/3d-printing/conductive_printing/image/cnc-mill-labeled.png

FDM - Druck von Leiterbahnen

- Fragmente $> 25 \mu\text{m}$ breit
- Schreibgeschwindigkeit:
max 300 mm/s
- Haft zwischen Leitung und 3D-Objekt muss standhaft sein

FDM - SMD's

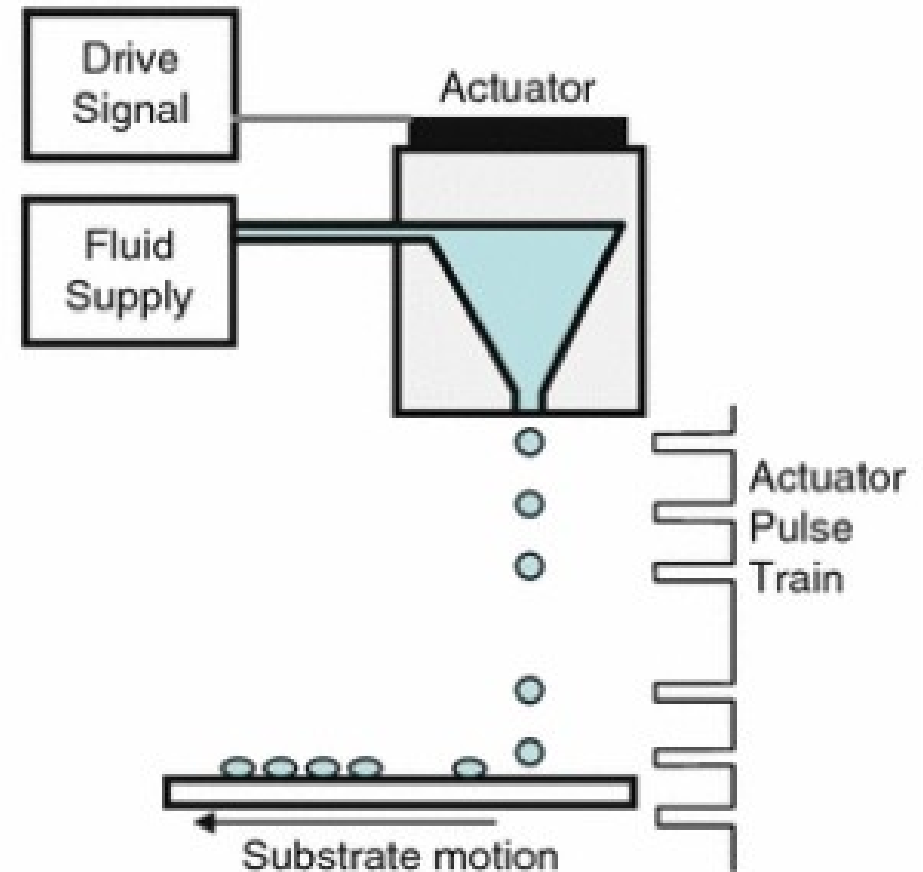
- Identifikation von Bauteilen
 - Kamera erkennt das SMD Bauteil
 - Kamera erkennt Pole nicht
- Einbau
 - Kamera erkennt Massezentrum (CoM)
 - Vakuumdüse saugt SMD Bauteil am CoM an

FDM - SMD's

- Probleme
 - Leitung trocknet, SMD muss schnell platziert werden
 - Stabilität / Verbindungsstärke leidet unter Wartezeit

Ink Jetting

- Extrudationsmenge : $0.3 \text{ mm}^3/\text{s}$
- Fragmente $> 20 \text{ }\mu\text{m}$
- Nicht stark Leitfähig



Quelle: Perez, Williams - 2013 - Combining Additive Manufacturing and Direct Write for Integrated Electronics – A Review

Aerosol Jetting

- Extrudationsmenge : $0.03 \text{ mm}^3/\text{s}$
- Sehr genau $10 \text{ }\mu\text{m}$ Fragmente
- Dicke $>2 \text{ }\mu\text{m}$

- Nicht stark Leitfähig

Vergleich tintenbasierter Druck

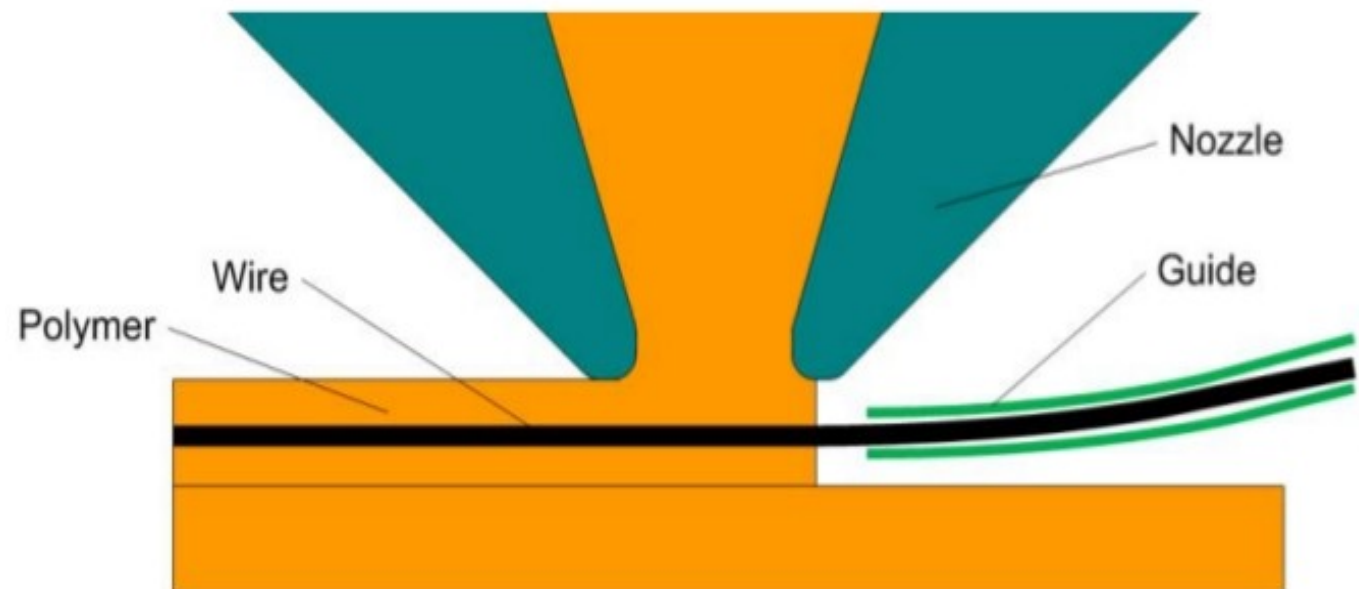
Verfahren	Kleinste Fragmente	Extrudationsmenge	Leitfähigkeit
FDM	$\geq 25 \mu\text{m}$	Variiert	Variiert
Ink Jetting	$\geq 20 \mu\text{m}$	$0,3\text{mm}^3/\text{s}$	Niedrig
Aerosol Jetting	$\geq 10 \mu\text{m}$	$0,03\text{mm}^3/\text{s}$	Niedrig

Fiber Encapsulation Additive Manufacturing (FEAM)

- Verbindet Faser mit (leitendem) Filament.
- Filament umschließt Faser

Quelle: ACTIVE DEVICE FABRICATION USING FIBER ENCAPSULATION - ADDITIVE MANUFACTURING

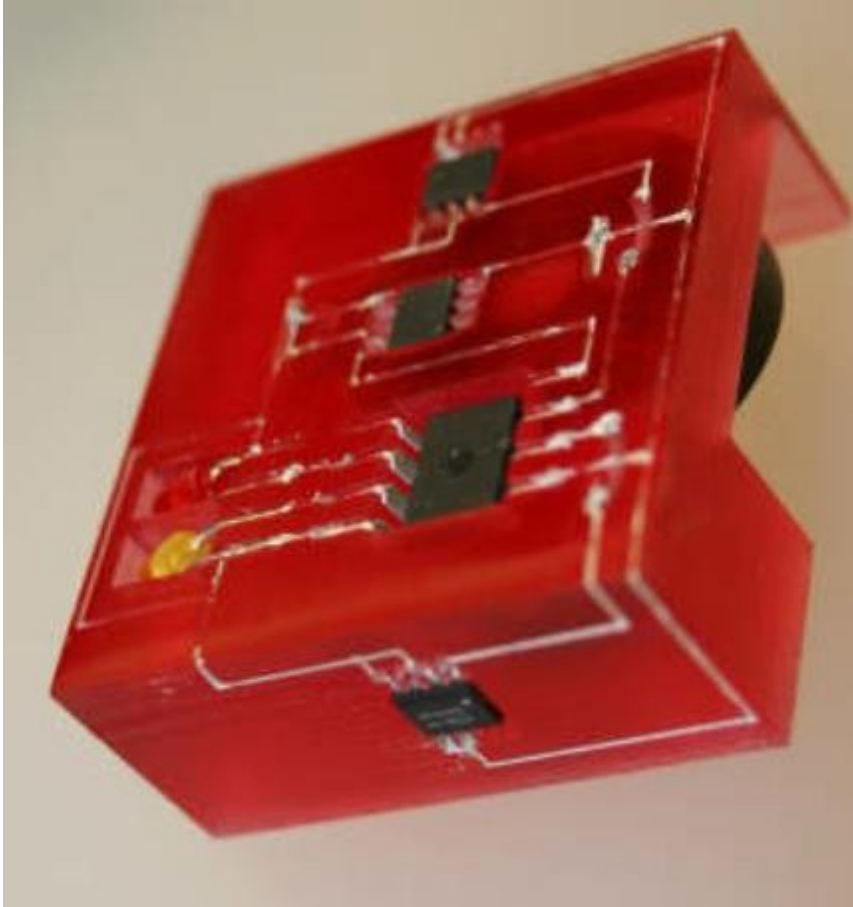
M. Saari, M. Galla, B. Cox, E. Richer, P. Krueger, and A. Cohen



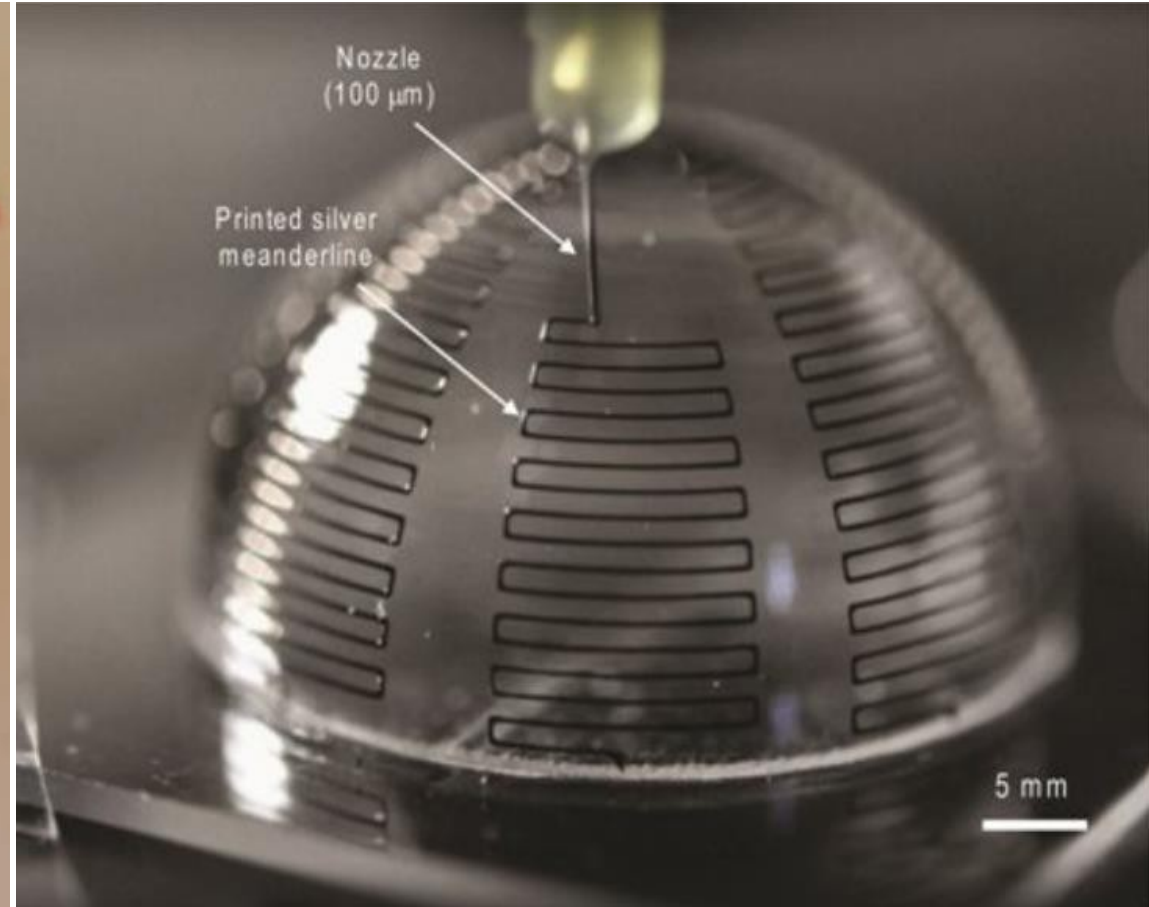
SLM

- Metalllegierungen als Pulver
- Pulver wird mit Laser schichtweise verbunden
- Stabilität vergleichbar mit Metallguss
- Materialien:
Metalllegierungen
Alluminium,Edelstahl
etc.

3-Dimensionale Leitungen

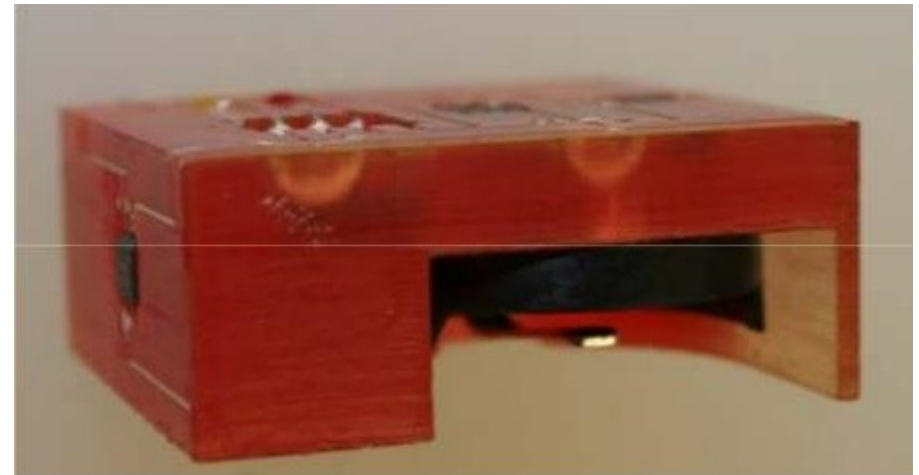
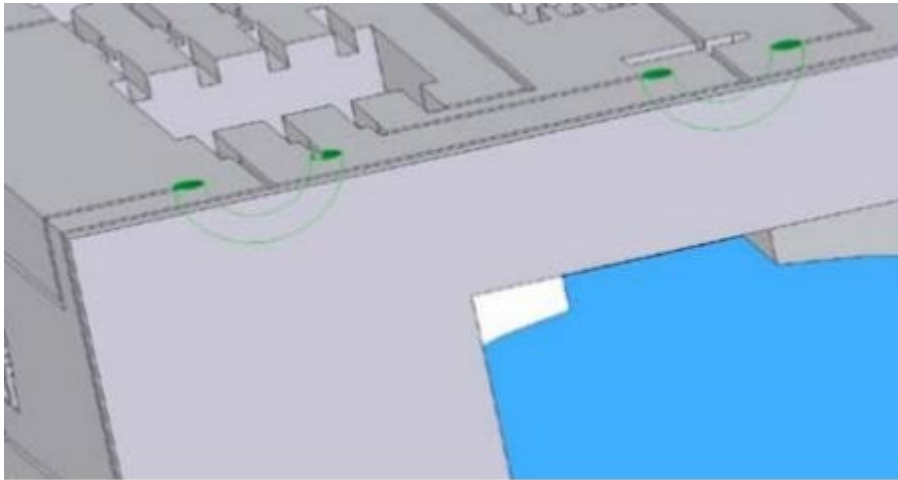


Quelle: De Nava et al. - 2008 - Three-Dimensional Off-Axis Component Placement and Routing for Electronics Integration using Solid Freeform F



Quelle: Bok Yeop Ahn, [...] - Planar and Three-Dimensional Printing of Conductive Inks

3-Dimensionale Leitungen



Quelle: De Nava et al. - 2008 - Three-Dimensional Off-Axis Component Placement and Routing for Electronics Integration using Solid Freeform F

Vergleich mit herkömmlicher Produktion

- 3D Druck
 - Vertikale Leitungen
 - "Zerbrechlicher"
 - Kosteneffizienter bei Einzelproduktion
 - Schnelle Produktion bei Einzelproduktion
- Herkömmliche Produktion
 - Zuverlässiger
 - Kosteneffizienter in Masse
 - Zeitaufweniger bei Einzelproduktion

Endbenutzererwerblichkeit

- Erster öffentlich erwerblicher Elektronik-Drucker:

Voxel8's 3D Electronics Printer

- Preis: 8999\$ = ~7955€
- Veröffentlichung: 2. Quartal 2016

Neotech Drucker

- Keine Preisangabe

- Eigenbau

- Hardware ~1000€ (variiert)
- Opensource Software

Quellen

- Papers

- De Nava et al. - 2008 - Three-Dimensional Off-Axis Component Placement and Routing for Electronics Integration using Solid Freeform F
- Florens Wasserfall Embedding of SMD populated circuits into FDM printed objects
- Bok Yeop Ahn,[...] - Planar and Three-Dimensional Printing of Conductive Inks

(Siehe Webseite für alle Autoren)

- Perez, Williams - 2013 - Combining Additive Manufacturing and Direct Write for Integrated Electronics – A Review
- Macdonald et al. - 2014 - 3D Printing for the Rapid Prototyping of Structural Electronics
- ACTIVE DEVICE FABRICATION USING FIBER ENCAPSULATION - ADDITIVE MANUFACTURING - M. Saari, M. Galla, B. Cox, E. Richer, P. Krueger, and A. Cohen

Quellen 2

- Websitesen

- <http://www.voxel8.co/>
- <http://www.neotech-amt.com/>
- <http://www.jove.com/video/3189/planar-and-three-dimensional-printing-of-conductive-inks>
- <http://www.creativematerials.com/products/>
- <https://3dprint.com/53785/feam-3d-print-wires/>
- https://www.rapidobject.com/de/Wissenswertes/3D-Druckverfahren/Selektives-Laserschmelzen-SLM_1247.html
- http://graphenelab.com/blackmagic3d/Filaments/Conductive_Graphene_Filament_216x279.pdf

Alle Webseiten der Versionen vom 4.6.2016 um 11:05