

Novel Terpineol-Based Silver Inks: Comparison of Ink-Jet Printing and Selective Laser-Sintering Methods for Use in Fast Prototyping of Thin Film Electronic Devices

A. Novikovs, T. Tsebriienko, A. Trausa, A. Berzina, B. Polyakov
Institute of Solid State Physics, University of Latvia

Numerous synthesis protocols of silver nanoparticle and Ag-based ink formulas exist. But only few protocols are scalable, have high-yield and long shelf life. And even less inks are based on non-polar nanoparticles. Use of small Ag and VO₂ nanoparticles (diameter <10 nm) for ink formulation is favourable for decrease of nozzle clogging problem.

High price of ink-jet printing consumables (cartridges) prompted us to test a cheaper and faster laser-sintering method, as a possible alternative of ink-jet printing.

Inks were made from nanoparticles < 10 nm (TEM, DLS), and were stable for at least 2 months (UV-VIS). The ink contained 13% of silver by weight. Ink-jet printed Ag films (Dimatix Materials Printer DMP-2850) were annealed at various temperatures. These films (200-500 nm) had conductivities of up to 80% of bulk silver conductivity. Films that were prepared by combining blade-casting/spin-coating with selective laser-sintering (5W 455 nm PWM laser) were annealed at 250°C. Using blade-casting, we achieved 1-1.5 μm thick silver films with conductivities of up to 13% and 50% of bulk silver (before and after annealing). Using spin-coating thickness of films was in range 50-150 nm and excellent morphology. Conductivities improved to 50% and 82% (before and after post-annealing at 250°C). Additionally, an Ag/VO₂ multilayer coating was also prepared for demonstration purposes.

Our novel silver inks can be applied to prepare conductive structures with both ink-jet and laser-sintering methods. Our protocol is suitable for small-scale industrial ink production and can be scaled up.

T.T. and P.B. were supported by the European Union's Horizon Europe program, under Grant Agreement No. 101087367 (ERA Chair "SWEB").

Jaunās terpienolā bāzētās sudraba tintes: *ink-jet* drukas un selektīvās lāzeratkvēlināšanas metožu salīdzinājums pielietošanai ātrajā daudzslāņu elektrisko iekārtu prototipēšanā

A. Novikovs, T. Tsebriienko, A. Trausa, A. Bērziņa, B. Polyakov
Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts

Zināmi daudzi sudraba nanodaļiņu sintēžu protokoli un tinšu formulas. Tikai daži no protokoliem ir mērogojami, ar augstu iznākumu un ilgu glabāšanas laiku. Un vēl mazāk tinšu bāzētas uz nepolārām daļiņām. Mazu (diametrs <10 nm) Ag un VO₂ daļiņu izmantošana tinšu formulā ir labvēlīga sprauslu aizsprostošanas problēmas samazināšanai.

Ink-jet printeru izejmateriālu dārgums pamudināja mūs izmēģināt lētāku un ātrāku lāzeratkvēlināšanas metodi, ka iespējamo alternatīvu *ink-jet* printēšanai.

Tintes pagatavotas no nanodaļiņām ar izmēru <10 nm (*TEM*, *DLS*), tās bija stabilas vismaz 2 mēnešus (*UV-VIS*). Sudraba saturs tintēs bija 13%. Izdrukātās (Dimatix Materials Printer DMP-2850) Ag plēves atkvēlinātas dažādās temperatūrās. Drukātām plēvēm (200-500 nm) vadītspēja sasniedza 80 %. Ar bleid-kastingu/spin-koutingu un selektīvās lāzeratkvēlināšanas metodi (5 W 455 nm *PWM* lāzers) pagatavotās plēves atkvēlinātas 250 °C temperatūrā. Bleid-kastingā iegūtajām 1-1,5 μm biežām sudraba plēvēm vadītspēja sasniedza 13 % un 50 % no tīra sudraba vadītspējas (pirms un pēc atkvēlināšanas). Spin-koutingā iegūtajām 50-150 nm biežām plēvēm vadītspēja sasniedza 50 % un 82 % (pirms un pēc atkvēlināšanas 250 °C temperatūrā), morfoloģijā bija izcila. Demonstrācijas nolūkā tika sagatavots Ag/VO₂ daudzslāņu pārklājums.

Mūsu jaunās sudraba tintes ir pielietojamas vadošu struktūru pagatavošanā gan ar *ink-jet* gan ar lāzeratkvēlināšanas metodi. Tinšu sintēzes protokols ir mērogojams.

T.T. un P.B. atbalstīja Eiropas Savienības Horizon Europe programma, saskaņā ar Granta nolikumu No. 101087367 (ERA Chair "SWEB").