

Nano-Region: Sommario dei reports degli esperimenti POC

1) Titolo in inglese: **MASTER FABRICATION FOR MICROFLUIDIC DEVICES**

Titolo in italiano: Fabbricazione di »master« per dispositivi microfluidici

Problema: verificare la fattibilità, attraverso tecniche nanolitografiche, della creazione di »master« in silicio (o in polimero) per stampare dispositivi microfluidici

Approccio: il team di Nanoregion inizialmente ha provato a trasferire il pattern su silicio, per poi funzionalizzare la superficie per renderla antiaderente. Purtroppo la creazione di master di silicio è stata sospesa per problemi tecnici, e la strategia alternativa è stata di creare un master di polimero fotosensibile SU8 e di usarlo per la stampa dei dispositivi microfluidici nel materiale designato (PDMS).

Risultato: La fabbricazione di master in SU8 ha avuto successo, previa l'inversione di tono della maschera iniziale. I master ottenuti hanno permesso di stampare le repliche nel materiale designato (polimero PDMS) con buona qualità, dimostrando la fattibilità del processo. Sono state identificate le possibili criticità nel processo e dati suggerimenti sulle possibili soluzioni.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/MASTER_FABRICATION_FOR_MICROFLUIDIC_DEVICES_2.pdf

2) Titolo in inglese: **MORPHOLOGY AND COMPOSITION OF Cr-FREE BASED COATING OF METAL SUBSTRATES**

Titolo in italiano: Morfologia e composizione di rivestimenti »Cr-free« per substrati metallici

Problema: durante il processo di rivestimento di substrati metallici con i prodotti prototipo a base di Zirconio sviluppati dall'azienda, sono stati osservati dei difetti di ricoprimento (macchie, disomogeneità, ...). L'impresa vuole verificare se la microscopia elettronica (SEM) e la microanalisi (EDX) sono efficaci nell'identificare la natura di tali difetti.

Approccio: il team di Nanoregion ha studiato i campioni preparati dall'azienda con microscopia SEM e microanalisi EDX, in stretto contatto con i tecnici dell'azienda per indirizzare le analisi.

Risultato: attraverso l'analisi SEM/EDX è stato possibile studiare la natura dei difetti e confrontare campioni preparati con protocolli diversi. La microanalisi EDX ha permesso di verificare la presenza di Zr nella preparazione. Le tecniche SEM e EDX si sono dimostrate efficaci nello studio dei difetti dei rivestimenti e della loro composizione.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.ita-slo.eu/sites/default/files/progetti/MORPHOLOGY_AND_COMPOSITION_OF_CR-FREE_COATINGS_ON_METAL_SUBSTRATES_2.pdf

3) Titolo in inglese: **MORPHOLOGY AND COMPOSITION OF ZIRCONIA PRIMERS**

Titolo in italiano: Morfologia e composizione di primers a base di zirconio

Problema: l'azienda sta sperimentando nuovi prodotti per il rivestimento di metalli (primers) a base di nanoparticelle contenenti zirconio e altri metalli. Durante la ricerca, sono privi di un metodo per verificare l'effettiva morfologia delle nanoparticelle e la loro composizione, e vogliono verificare se la microscopia SEM e la microanalisi EDX sono efficaci in questo.

Approccio: il team di Nanoregion ha analizzato con microscopia SEM le nanoparticelle contenute in alcuni prototipi. In alcuni casi è stata eseguita un'analisi EDX, per verificare la composizione e verificare la sensibilità. È stata provata anche un'analisi della composizione tramite XRF utilizzando luce di sincrotrone, per confrontare i risultati ottenuti.

Risultato: Sia la microscopia SEM che la microanalisi EDX si sono rivelate preziose nello studio della morfologia e della composizione delle nanoparticelle. Sono stati individuati alcuni limiti nella concentrazione e nella dimensione sotto i quali l'analisi EDX non è più efficace. L'analisi con XRF può essere vantaggiosa in casi specifici, soprattutto per l'analisi di picchi di fluorescenza a basse energie.

Per maggiori dettagli: link al report completo: [https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/MORPHOLOGY AND COMPOSITION OF ZIRCONIA PRIMERS 2.pdf](https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/MORPHOLOGY_AND_COMPOSITION_OF_ZIRCONIA_PRIMERS_2.pdf)

4) Titolo in inglese: FOCUSED ION BEAM STUDY OF CERIUM FILM FORMATION ON ALUMINIUM ALLOY 7075-T6

Titolo in italiano: Studio FIB (Focused ion beam) della formazione di un film di cerio sulla lega di Alluminio 7075-T6

Problema: L'utente sta studiando l'efficacia di ricoprimenti a base di sali di cerio come protezione anticorrosiva per la lega di Alluminio 7075-T6. Vuole sapere se è possibile, tramite l'analisi con microscopio SEM e la preparazione di campioni tramite FIB, studiare il processo di formazione del film nanometrico e analizzarlo a scala nanometrica in punti selezionati.

Approccio: il team di Nanoregion, seguendo la proposta dell'utente, decide di analizzare i film con sezionamento FIB e analisi SEM e STEM.

Risultato: L'analisi SEM/EDX ha permesso di studiare la morfologia e la composizione del film di cerio a diversi stadi di formazione (cioè a diversi tempi di immersione). Alcuni punti significativi sono stati identificati, dove una sezione trasversale è stata realizzata tramite tecnica FIB e analizzata in trasmissione. Le tecniche utilizzate si sono rivelate efficaci per lo studio della formazione del film di cerio e della sua caratterizzazione in corrispondenza di punti d'interesse selezionati.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.italy.slo.eu/sites/default/files/progetti/FIB%20study%20of%20Cerium%20film%20formation%20on%20Al%20alloy_2.pdf

5) Titolo in inglese: **ANALYSIS OF NANOPARTICLES IN BEEHIVE AIR STORED IN PRESSURIZED CANS**

Titolo in italiano: Analisi delle nanoparticelle nell'aria di alveare immagazzinata in contenitori pressurizzati

Problema: l'utente ha immagazzinato in contenitori pressurizzati l'aria prelevata dalle arnie di una apicoltura. È interessato a sapere se è possibile rilevare tramite qualche tecnica microscopica la presenza di molecole o di particelle tipiche dell'aria nelle arnie, e se è possibile vedere differenze tra campioni raccolti in periodi diversi. Tramite analisi cromatografica ha già verificato la presenza di aldeidi, alcoli, esteri e terpeni.

Approccio: il team di Nanoregion ha filtrato l'aria delle arnie contenuta nei contenitori attraverso un filtro in policarbonato. Il deposito rimasto sul filtro è stato analizzato tramite microscopia SEM e microanalisi EDX per osservare il materiale depositato, e spettroscopia Raman per identificare le molecole.

Risultato: l'analisi SEM/EDX ha permesso di identificare alcune particelle di origine organica, ma sia l'analisi SEM/EDX che la spettroscopia Raman non sono state efficaci nel riconoscere le molecole attese e nel quantificarne la concentrazione.

Per maggiori dettagli: link al report completo: <https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/Analysis%20of%20nanoparticles%20in%20beehive%20air.pdf>

6) Titolo in inglese: **TEMPERATURE STABILITY OF RAW MATERIALS AND DENTAL POLYMERS**

Titolo in italiano: Stabilità termica di materie prime e polimeri per le protesi dentarie

Problema: l'azienda vuole studiare l'effetto dell'esposizione a diverse temperature (da -23 °C a + 54 °C) sulle materie prime e polimeri utilizzati nella produzione di prodotti dentari. In particolare, è interessata a sapere se esistono tecniche di analisi chimica e strutturale in grado di evidenziare effetti della temperatura.

Approccio: il team di Nanoregion ha preparato e analizzato i campioni ricevuti dall'utente tramite alcune tecniche a disposizione del consorzio, cioè analisi termogravimetrica (TGA), diffrazione di raggi X (PXRD), spettroscopia a infrarossi (FTIR) e microscopia elettronica (SEM).

Risultato: TGA non si è rivelato utilizzabile, data la bassa temperatura di evaporazione delle materie prime. FTIR (per i campioni in fase liquida) e PXRD (per i campioni in polvere) invece sono utilizzabili, ma non hanno rivelato effetti sostanziali nel range di temperature studiato. L'analisi SEM dei campioni già polimerizzati ha evidenziato alcune differenze morfologiche per i campioni riscaldati.

Per maggiori dettagli: link al report completo: [https://2014-2020.ita-slo.eu/sites/default/files/progetti/TEMPERATURE STABILITY OF RAW MATERIALS AND DENTAL POLYMERS 2.pdf](https://2014-2020.ita-slo.eu/sites/default/files/progetti/TEMPERATURE_STABILITY_OF_RAW_MATERIALS_AND_DENTAL_POLYMERS_2.pdf)

7) Titolo in inglese: **INVESTIGATION ON POLYMERIC TEETH DEFECTS**

Titolo in italiano: Analisi sui difetti delle dei denti artificiali polimerici

Problema: l'utente osserva la presenza di alcuni difetti (inclusioni, piccole macchie, ...) in alcuni dei suoi prototipi di denti artificiali. È interessato a sapere se esistono tecniche microscopiche o di microanalisi in grado di identificare in modo semplice la natura di questi difetti.

Approccio: il team di Nanoregion ha deciso di analizzare i difetti in primo luogo tramite microscopia ottica, che permette una localizzazione rapida e sensibile anche al colore dei difetti. In secondo luogo ha provato l'analisi con microscopia SEM/EDX, per visualizzare i difetti a maggiore risoluzione e analizzarne la composizione.

Risultato: l'analisi al microscopio ottico è efficace nella localizzazione e per una prima catalogazione dei difetti. L'analisi SEM è possibile, in particolare con elettroni »back-scattered«, ma ha richiesto una procedura di preparazione accurata, che è stata descritta. L'analisi EDX può rivelare gli elementi maggioritari nei difetti, ma essendo essi prevalentemente a base silicio o organici, non aiuta a chiarire l'origine dei diversi colori dei difetti.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.ita-slo.eu/sites/default/files/progetti/INVESTIGATION_ON_POLYMERIC_TEETH_DEFECTS.pdf

8) Titolo in inglese: **ANALYSIS OF ANOMALIES IN ENAMEL INSULATION ON COPPER WIRE**

Titolo in italiano: Analisi delle anomalie nel rivestimento in ENAMEL dei fili di rame

Problema: l'azienda vuole studiare l'origine di alcuni difetti presenti nei rivestimenti isolanti polimerici (ENAMEL) dei fili di rame osservati talvolta nella propria produzione. Vuole sapere se esistono tecniche di microscopia/microanalisi in grado di osservare tali difetti e chiarirne l'origine.

Approccio: il team di Nanoregion ha ritenuto vantaggioso procedere con l'analisi microscopica in sezione trasversale (cross-section), in modo da poter studiare il rivestimento, la sua interfaccia con il rame e il rame stesso del filo.

Risultato: i campioni di filo sono stati analizzati sia sulla loro superficie, sia in sezione trasversale. La sezione è stata fabbricata sia attraverso fascio di ioni (FIB), sia attraverso polishing con ioni di argon, tecniche disponibili in diversi laboratori del consorzio. Entrambe si sono rivelate efficaci nel preparare i campioni: il FIB per aree di sezione minori, ma localizzate con precisione, e il polishing con argon per aree di sezione più estese. La microanalisi EDX ha permesso di individuare i contaminanti presenti nelle zone difettate.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/Anomalies_in_ename_insulation_on_Cu_wire.pdf

9) Titolo in inglese: **CROSS-SECTION ANALYSIS OF AN INTEGRATED CIRCUIT**

Titolo in italiano: Analisi in sezione trasversale di un circuito integrato

Problema: l'azienda, dopo aver sperimentato alcuni malfunzionamenti nei circuiti integrati (IC) presenti nei propri prodotti, vuole sapere se esiste una tecnica per analizzare la morfologia e la composizione degli elementi interni di un IC.

Approccio: premesso che la localizzazione del difetto è un problema non immediatamente risolvibile, il team di Nanoregion decide preparare una sezione trasversale del IC in primo luogo tramite polishing meccanico, e in secondo luogo utilizzando il polishing con ioni di argon, allo scopo di vedere cosa può essere analizzato all'interno di un IC. La sezione trasversale viene poi analizzata con microanalisi SEM/EDX.

Risultato: la sezione trasversale prodotta tramite polishing con ioni di argon risulta di maggiore qualità rispetto a quella realizzata meccanicamente, evitando la presenza di difetti dovuti alla lavorazione meccanica e permettendo l'analisi ad alta risoluzione tramite microscopia SEM. L'analisi EDX, quando supportata da software avanzato per l'analisi dei dati, permette di identificare i principali elementi con risoluzione <100 nm.

Per maggiori dettagli: link al report completo: <https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/CROSS-SECTION%20ANALYSIS%20OF%20AN%20INTEGRATED%20CIRCUIT.pdf>

10) Titolo in inglese: ANALYSIS OF SiO₂ AND BaSO₄ LEACHABLES FROM DENTAL COMPOSITE MATERIAL BY THERMAL LENS SPECTROMETRY (TLS)

Titolo in italiano: Analisi tramite Thermal lens spectrometry (TLS) di SiO₂ e BaSO₄ rilasciati dai materiali dentari compositi

Problema: l'azienda vuole sapere se esistono tecniche di analisi che possono rivelare in modo relativamente semplice la presenza, anche in concentrazioni estremamente basse, di nanoparticelle di SiO₂ o di BaSO₄ rilasciate dai materiali dentari in particolari condizioni di stress,

Approccio: il team di Nanoregion decide di utilizzare una tecnica avanzata (Thermal lens spectroscopy, TLS) adattandola e testandola al caso proposto

Risultato: TLS è stata applicata in primo luogo su sospensioni di SiO₂ e BaSO₄ di test create apposta, al fine di individuare il limite inferiore di rilevazione (Low Detection Limit, LOD). Successivamente la tecnica è stata applicata ai campioni di prova forniti dall'utente, che sono stati analizzati. TLS si è rivelata efficace e, una volta stabilito il protocollo, relativamente semplice nel rivelare concentrazioni di materiale rilasciato anche estremamente basse (30 ppb per SiO₂, 10 ppb per BaSO₄).

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/ANALYSIS_OF_SIO2_AND_BaSO4_LEACHABLES_FROM_DENTAL_COMPOSITE_MATERIAL_BY_TLS_2.pdf

11) Titolo in inglese: **INVESTIGATION ON FAILURE WITH COMMERCIAL CHIPS BASED ANALYSIS**

Titolo in italiano: Studio di malfunzionamenti in analisi basate su chip commerciali

Problema: l'azienda richiedente utilizza chip commerciali basati su nanotubi di carbonio (CNT) per le analisi elettrochimiche. Avendo notato alcuni malfunzionamenti durante le analisi, che quindi portano a risultati non riproducibili, vuole sapere quali tecniche potrebbero essere usate per indagare sull'origine del malfunzionamento.

Approccio: nell'ipotesi che il malfunzionamento sia dovuto ad una contaminazione degli elettrodi di CNT, il team di Nanoregion ha deciso di condurre un'analisi microscopica e chimica tramite SEM/EDX, e un'analisi con spettroscopia Raman, per verificare se tali tecniche possono rivelare la contaminazione.

Risultato: L'analisi SEM/EDX ha rivelato la presenza di diverse specie contaminanti, ad esempio sali di NaCl, e quindi si è rivelata una tecnica utile per l'identificazione di contaminazioni sugli elettrodi di CNT. La spettroscopia Raman, sebbene in grado di evidenziare alcuni picchi specifici dei contaminanti in alcuni casi, non si è rivelata utile per un riconoscimento rapido degli elettrodi malfunzionanti.

Per maggiori dettagli: link al report completo: <https://2014-2020.ita-slo.eu/sites/default/files/progetti/INVESTIGATION%20ON%20FAILURE%20WITH%20COMMERCIAL%20CHIPS%20BASED%20ANALYSIS.pdf>

12) Titolo in inglese: OPTIMIZATION OF THE ILLUMINATION IN THE LASER LITOGRAPHY PROCESS

Titolo in italiano: Ottimizzazione dell'illuminazione nel processo di litografia laser

Problema: Al fine di ottenere campioni di alta qualità, la litografia laser richiede un accurato lavoro di ottimizzazione dei parametri di illuminazione. L'impresa richiedente vuole verificare se la microscopia SEM e i processi con fascio ionico (FIB) sono efficaci per lo studio dei risultati della litografia laser ad alta risoluzione.

Approccio: il team di Nanoregion ha preparato alcuni campioni con litografia laser, con diversi pattern e diverse condizioni di illuminazione. Dopo la litografia, i campioni risultanti sono stati analizzati tramite FIB/SEM, per caratterizzarne la qualità a livello microscopico.

Risultato: La combinazione SEM/FIB si è rivelata uno strumento efficace per lo studio della qualità dei campioni ottenuti con litografia laser e quindi per il processo di ottimizzazione dei parametri.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/OPTIMIZATION_OF_ILLUMINATION_IN_LASER_LITOGRAPHY_PROCESS_2.pdf

13) Titolo in inglese: LIGHT CONCENTRATOR PROTOTYPE FABRICATION BY DEEP X-RAY LITHOGRAPHY

Titolo in italiano: Fabbricazione di un prototipo di concentratore di luce tramite litografia profonda a raggi X

Problema: l'azienda ha progettato un prototipo di concentratore di luce basato su un array di micropillars realizzati in polimetil-metacrilato (PMMA). I micropillars richiedono una buona risoluzione laterale, ma anche un certo spessore (0.5 mm). L'utente vuole sapere quale tecnica di nanofabbricazione è adeguata a tale processo di fabbricazione.

Approccio: il team di Nanoregion decide di provare a fabbricare il prototipo tramite litografia profonda a raggi-X (DXRL), messa a disposizione da uno dei membri del consorzio. Inizialmente è necessario fabbricare, tramite litografia UV standard, una maschera per DXRL con il pattern dell'utente. Successivamente è possibile produrre l'oggetto tramite DXRL. Sia la maschera che il prototipo finale verranno controllati con profilometria ottica.

Risultato: La litografia DXRL si è rivelata adeguata a riprodurre l'oggetto progettato dall'utente, e in generale ha dimostrato di essere adeguata quando è necessario produrre nel PMMA geometrie di spessore elevato (~1 mm) ma con alta risoluzione laterale.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/LIGHT_CONCENTRATOR_FABRICATION_BY_DXRL_2.pdf

14) Titolo in inglese: QUALITY EVALUATION OF THIN COATINGS ON POROUS CERAMIC SUBSTRATES

Titolo in italiano: Controllo della qualità di un rivestimento sottile su un substrato ceramico poroso

Problema: l'azienda sta sviluppando un metodo per ricoprire con un sottile film metallico le pareti interne di un materiale ceramico poroso. Per controllare l'esito di tale metodo, vuole sapere se la microscopia elettronica è adatta a tale scopo, e in caso come è necessario preparare il campione.

Approccio: il team di Nanoregion decide di analizzare il materiale con microscopia elettronica SEM e microanalisi EDX. Il campione viene preparato includendo alcuni frammenti di materiale in resina epossidica, per poi procedere al polishing meccanico per esporre la superficie dei frammenti e rivelare il coating metallico. Viene provato anche il polishing con ioni di argon, per vedere se il risultato consente un'analisi migliore.

Risultato: la preparazione del campione ha avuto successo, ed è stato possibile verificare la presenza del coating metallico di spessore submicrometrico ($\sim 0.3 \mu\text{m}$) tramite microscopia SEM, in particolare con elettroni »back-scattered«, e microanalisi EDX. Il rivestimento tuttavia non è presente su tutta la superficie del materiale. Il polishing con ioni di argon permette un'analisi più accurata, ma su una superficie di campione minore, e quindi meno adatta ad uno studio d'insieme.

Per maggiori dettagli: link al report completo: [https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/QUALITY EVALUATION OF THIN COATINGS ON POROUS CERAMIC SUBSTRATES 2.pdf](https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/QUALITY_EVALUATION_OF_THIN_COATINGS_ON_POROUS_CERAMIC_SUBSTRATES_2.pdf)

15) Titolo in inglese: EVALUATION OF FABRICATION PROCESS FOR HIGH ELECTRON MOBILITY TRANSISTOR (HEMT) BASED ON GaAs

Titolo in italiano: Valutazione del processo di fabbricazione di un transistor ad alta mobilità basato su GaAs

Problema: l'impresa sta progettando un nuovo tipo di sensore basato su GaAs, simile ad un transistor ad alta mobilità. Si chiedono se sia possibile realizzare tale prototipo con le tecniche litografiche presenti nella regione. Il punto critico è nella realizzazione dei contatti, che deve essere adeguata ai bassi campi elettrici utilizzati.

Approccio: il team di Nanoregion ha formulato il seguente piano: 1) crescita epitassiale (tramite MBE) della struttura GaAs/AlGaAs su wafer di GaAs; 2) realizzazione dei transistor tramite processo di litografia UV, deposizione di metallo, etching; 3) realizzazione di una maschera stencil; 4) Deposizione dei contatti tramite litografia stencil; 5) trattamento termico. Il risultato finale è stato analizzato con SEM.

Risultato: Il processo proposto è risultato efficace, e quindi le tecniche litografiche presenti in regione possono essere utilizzate per realizzare il prototipo, ma sono richiesti miglioramenti riguardo alla contaminazione delle superfici durante i processi, che può dare problemi di adesione e di scarsa qualità nei contatti. Vengono proposti step di pulizia intermedi, chimici o al plasma. Viene anche suggerito di migliorare il sistema di allineamento delle maschere stencil per la deposizione dei contatti.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/Fabrication_process_HEMT_GaAs.pdf

16) Titolo in inglese: **SERS SUBSTRATE FOR FAST BACTERIA DETECTION**

Titolo in italiano: Substrati SERS per la rilevazione rapida di batteri

Problema: l'azienda vuole sviluppare un sistema per l'analisi quantitativa dei batteri presenti nell'aria, e vuole sapere se è possibile rilevare in modo efficace la presenza di batteri su una superficie dove l'aria viene campionata, in modo da avere una risposta più rapida rispetto ai metodi correnti, che richiedono giorni.

Approccio: il team di Nanoregion ha deciso di testare la possibilità di campionare l'aria su substrati SERS (surface enhanced Raman spectroscopy), che consentono di analizzare con alta efficienza, tramite spettroscopia Raman, il materiale depositato sulla superficie. Vengono testati tre diversi substrati SERS: 1) vetro + Ti/Ag; 2) vetro + Ag + monolayer auto-assemblato; 3) polimero PDMS (in varie formulazioni) + Au.

Risultato: Nessuno dei tre substrati SERS ha mostrato una buona efficienza nella raccolta dei batteri, almeno nelle condizioni di campionamento utilizzati dall'azienda che ha proposto l'esperimento.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/SERS_SUBSTRATE_FOR_FAST_BACTERIA_DETECTION.pdf

17) Titolo in inglese: PLANARITY ISSUES ON MICROFLUIDIC DEVICES

Titolo in italiano: Problemi di planarità in dispositivi microfluidici

Problema: l'azienda proponente sta sviluppando prototipi di dispositivi microfluidici, che prevedono l'incollaggio di una piastra superiore a chiusura del dispositivo. Spesso incorrono in problemi di scollamento della piastra, e sospettano sia dovuto ad una non planarità residua della parte inferiore del dispositivo. Si chiedono se esistono tecnologie capaci di rilevare non-planarità estremamente basse (10 μm /cm).

Approccio: il team di Nanoregion decide di testare la planarità della parte inferiore tramite interferometria ottica.

Risultato: l'approccio testato (interferometria ottica) non ha dato i risultati attesi, a causa del materiale trasparente e dal rumore dato dall'interferenza tra le due facce opposte del materiale. Anche la deposizione di un film metallico, provata per ovviare al problema della trasparenza, non ha risolto il problema, a causa dello stress indotto nel materiale durante il processo di ricoprimento.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/PLANARITY%20ISSUES%20ON%20MICROFLUIDIC%20DEVICES_2.pdf

18) Titolo in inglese: CHARACTERISATION OF PROTEIN COATING AND ELECTRODE SURFACE OF BIOSENSORS

Titolo in italiano: Analisi di un ricoprimento di proteine e della superficie di elettrodi per biosensori

Problema: L'azienda, che sviluppa biosensori per campioni fisiologici, ha riscontrato una non-riproducibilità in due tipi di sensori: 1) con elettrodi a base di nanostrutture di carbonio e 2) con elettrodi basati su monolayer auto-assemblato (SAM) su oro. Richiedono se esista una tecnica capace di verificare la qualità e l'onogeneità dei film di proteine che ricoprono gli elettrodi.

Approccio: il team di Nanoregion decide di analizzare il coating di proteine che ricopre gli elettrodi tramite microscopia ad epifluorescenza, utilizzando anticorpi marcati con elementi fluorescenti. Nel caso di SAM su oro, la morfologia dell'elettrodo è stata caratterizzata anche con AFM.

Risultato: la microscopia ad epifluorescenza si è dimostrata uno strumento efficace nell'analizzare il film di proteine e nel valutarne la qualità, e ha permesso di correlarla con la morfologia degli elettrodi e di confrontarla per i due tipi di sensori.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/CHARACTERISATION_OF_PROTEIN_COATING_AND_ELECTRODE_SURFACE_OF_BIOSENSORS.pdf

19) Titolo in inglese: SURFACE ROUGHNESS AND WETTING PROPERTIES OF PLASTIC PIPES

Titolo in italiano: Rugosità di superficie e bagnabilità di tubi in plastica

Problema: L'azienda produce tubi in plastica per il cui uso risulta fondamentale una elevata scivolosità di superficie. Osservando che in certi casi i parametri di produzione non permettono i risultati sperati, l'utente richiede se esistano tecniche di analisi che permettano di correlare l'idrofobicità, la rugosità di superficie e la scivolosità del prodotto.

Approccio: il team di Nanoregion decide di testare i campioni forniti dall'utente misurandone la rugosità tramite profilometria ottica, l'idrofobicità tramite angolo di contatto e la morfologia tramite microscopia SEM, per vedere se queste proprietà sono correlate con la scivolosità osservata.

Risultato: l'idrofobicità e la rugosità della superficie non sembrano essere univocamente correlate alle caratteristiche di scivolosità. Al contrario la morfologia, in particolare la presenza di microfratture, sembra essere un parametro più rilevante. Pertanto un'ispezione microscopica sembra essere la più efficace nell'ottimizzazione della scivolosità, almeno in prima istanza.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.ita-slo.eu/sites/default/files/progetti/SURFACE_ROUGHNESS_AND_WETTING_PROPERTIES_OF_PLASTIC_PIPES.pdf

20) Titolo in inglese: **SURFACE AND CROSS-SECTION ANALYSIS OF CARBON MEMBRANES COVERED WITH THIN ACTIVE CATALYST LAYER**

Titolo in italiano: Analisi di superficie e in sezione di membrane di carbonio ricoperte di un sottile strato di catalizzatore

Problema: l'azienda produce sistemi catalitici dove è presente un sottile strato catalitico attivo composto di carbonio e di nanoparticelle catalitiche (leghe di Platino). Per ottimizzare le proprietà catalitiche, è necessario sapere come le nanoparticelle sono distribuite nello strato. L'azienda chiede se esistono tecniche microscopiche in grado di analizzare la distribuzione del materiale catalitico con risoluzione nanometrica.

Approccio: il team di Nanoregion decide di analizzare il sistema con microscopia SEM e microanalisi EDX, sia in superficie che in sezione trasversale prodotta con fascio di ioni (FIB) o con polishing con ioni di argon.

Risultato: l'analisi con microscopia SEM con strumenti Ultra-High-Resolution (UHR) permette di visualizzare le particelle anche di dimensioni 1-2 nm. La microanalisi EDX, specialmente se effettuata a bassa energia, permette di risolvere dettagli di circa 200 nm. Sono quindi entrambe molto efficaci per studiare questo sistema, specialmente se abbinate alla preparazione in sezione trasversale con FIB o con ioni di argon, che permettono di preparare sezioni estremamente precise.

Per maggiori dettagli: link al report completo: [https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/SURFACE AND CROSS-SECTION ANALYSIS OF A CATALYST LAYER 3.pdf](https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/SURFACE_AND_CROSS-SECTION_ANALYSIS_OF_A_CATALYST_LAYER_3.pdf)

21) Titolo in inglese: DETECTION OF BACTERIA IN AERATION SYSTEMS: FABRICATION AND SAMPLING TEST OF MICROPATTERNED SUBSTRATES OF AGAR GEL

Titolo in italiano: Rilevazione di batteri nei sistemi di areazione: fabbricazione e test di campimento di substrati micropatternati di gel di agarosio.

Problema: l'azienda ha progettato un prototipo di dispositivo per la rilevazione di batteri nell'aria, che si basa su matrici di micro-cavità riempite con gel di agarosio. Vuole sapere se il prototipo è realizzabile tramite tecniche litografiche standard presenti in regione, e verificare se il principio di funzionamento è valido.

Approccio: in stretta collaborazione con l'azienda, il team di Nanoregion formula un processo di realizzazione del prototipo con le tecniche a disposizione nel consorzio (litografia UV, replica, trattamenti al plasma, ...). Il dispositivo finale viene anche testato (rilevazione di batteri) dopo campionamento di aria.

Risultato: il processo di fabbricazione ha avuto successo e ha dimostrato la fattibilità del prototipo con le tecniche di litografia e microfabbricazione presenti nel consorzio. Il principio di funzionamento basato su gel di agarosio micropatternato è stato testato verificato, ponendo le basi per un ulteriore sviluppo della tecnologia proposta.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/MICROPATTERN_FABRICATION_FOR_DETECTION_OF_BACTERIA_IN_AERATION_SYSTEMS_2.pdf

22) Titolo in inglese: EVALUATION OF POLISHING EFFECT ON STENCIL MASKS FOR PRINTED CIRCUIT BOARDS

Titolo in italiano: Valutazione dell'effetto del polishing su maschere stencil per schede a circuito stampato

Problema: nel suo processo di produzione l'azienda ha inserito l'utilizzo di maschere stencil per la realizzazione di circuiti su scheda. Dovendo procedere alla levigatura delle maschere, deve decidere se fare un polishing meccanico oppure elettrochimico, e vuole sapere se esistono tecniche di microscopia adatte a valutare la differenza tra i due trattamenti.

Approccio: il team di Nanoregion decide di analizzare le maschere stencil, trattate con i due diversi metodi di polishing, tramite microscopia SEM e profilometria ottica, per evidenziare le eventuali differenze.

Risultato: La profilometria ottica è utile nel valutare la rugosità media e per avere una valutazione sull'uniformità globale della maschera. La microscopia SEM si è dimostrata efficace nell'analizzare la morfologia locale su scala nanometrica, e ha reso evidenti le differenze tra i due diversi trattamenti di polishing.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.ita-slo.eu/sites/default/files/progetti/Evaluation_of_polishing_effect_on_stencil_masks_for_PCB.pdf

23) Titolo in inglese: CHARACTERISATION OF NANOSTRUCTURED SURFACES TO DEVELOP A REPRODUCIBLE FABRICATION OF CELL CULTURE SUPPORTS

Titolo in italiano: Analisi di superfici nanostrutturate per lo sviluppo di una fabbricazione riproducibile di substrati per la coltura cellulare

Problema: l'azienda sta ha sviluppato una tecnologia per produrre substrati nanostrutturati per usi biologici, ma necessita una valutazione sulla riproducibilità della geometria dei substrati prodotti. Vuole quindi sapere quale tecnica microscopica è la più adatta, veloce ed efficace per questo scopo.

Approccio: vista la dimensione nanometrica degli elementi sui substrati (diametro dei pillars 40-100 nm) e la precisione richiesta, il team di Nanoregion decide di tentare con la microscopia a forza atomica (AFM), che permette di analizzare la morfologia 3D dei substrati su scala nanometrica.

Risultato: la microscopia AFM si è rivelata adatta all'analisi dei substrati e alla valutazione della riproducibilità. La microscopia SEM potrebbe essere più rapida, ma la microscopia AFM ha il vantaggio di non dover metallizzare i substrati non-conduttivi e di poter misurare anche l'altezza degli elementi.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/CHARACTERISATION_OF_NANOSTRUCTURED_CELL_CULTURE_SUPPORTS.pdf

24) Titolo in inglese: **SURFACE ACTIVATION OF OLEFINIC POLYMER WITH O₂ PLASMA**

Titolo in italiano: Attivazione della superficie di polimero olefinico tramite plasma di ossigeno

Problema: l'azienda vuole utilizzare film di polimero olefinico nella produzione di kit bio-diagnostici, ma questo materiale dimostra poca adesione nei confronti di virus e tossine se non viene attivato. L'attivazione della superficie viene fatta di solito con trattamento UV, ma l'utente vuole sapere se un trattamento in plasma di ossigeno potrebbe sostituire il trattamento UV.

Approccio: il team di Nanoregion decide di applicare i due trattamenti (UV e plasma di ossigeno) ai film per diversi tempi di esposizione. Il risultato viene analizzato tramite spettroscopia elettronica di fotoemissione (XPS) e profilometria ottica.

Risultato: l'analisi XPS, che è sensibile solo allo strato più superficiale (ultimi ~2 nm) del campione, ha permesso di misurare l'ossigeno presente dopo i trattamenti. Il trattamento al plasma risulta più rapido ed efficace nell'attivare la superficie, cioè nel creare radicali d'ossigeno. Nessuno dei due trattamenti provoca cambiamenti nella rugosità del film.

Per maggiori dettagli: link al report completo: https://2014-2020.italo.eu/sites/default/files/progetti/SURFACE_ACTIVATION_OF_OLEFINIC_POLYMER_WITH_O2_PLASMA_2.pdf

25) Titolo in inglese: ELECTRIC CONDUCTIVITY OF NON-WOVEN FABRIC

Titolo in italiano: Conducibilità elettrica di un tessuto non tessuto

Problema: l'azienda produce un tessuto non tessuto (TNT) semiconduttore, le cui caratteristiche di conducibilità (resistenza »attraverso« il tessuto) devono rientrare in precisi intervalli. L'utente vuole sapere quali misure di trasporto elettrico sono adatte a verificare i parametri del prodotto, e se la misura »nel piano« del tessuto può essere sostituita a quella »attraverso« il tessuto.

Approccio: il team di Nanoregion pianifica una serie di misure di trasporto elettrico sui campioni forniti dall'azienda, confrontando i risultati in diverse configurazioni.

Risultato: le misure di trasporto elettrico sono efficaci nel controllare la qualità del prodotto. In particolare, la resistenza »nel piano« del tessuto è statisticamente correlata con la resistenza »attraverso« il tessuto, e potrebbe quindi essere utilizzata nel controllo della qualità, dopo accurata validazione della procedura.

Per maggiori dettagli: link al report completo: [https://2014-2020.ita-slo.eu/sites/default/files/progetti/ELECTRIC CONDUCTIVITY OF NON-WOVEN FABRIC 2.pdf](https://2014-2020.ita-slo.eu/sites/default/files/progetti/ELECTRIC_CONDUCTIVITY_OF_NON-WOVEN_FABRIC_2.pdf)