

Zusammenfassung

Dünne Schichten aus Flüssigkeiten auf festen Substraten sind allgegenwärtig in der Natur und in vielen technischen Anwendungen. Das Verhalten von Flüssigkeiten während des Aufschleuderns („Spin Casting“) wird untersucht. Diese formen dabei infolge hydrodynamisch-viskoser Kräfte einen planaren, kontinuierlich dünner werdenden Film. Bei flüchtigen Flüssigkeiten nimmt die Filmdicke zusätzlich infolge Verdunstung ab. Anfänglich dominiert dabei der hydrodynamisch-viskose Beitrag. Später bestimmt die Verdunstung die Schichtdickenabnahme. Der Prozess wird mittlerweile quantitativ recht gut verstanden. Dies gilt auch für Fälle von Flüssigkeiten mit einem geringen nichtflüchtigen Anteil. Dieser beschichtet letztlich das Substrat. Für höhere nichtflüchtige Anteile war der Prozess bislang qualitativ und quantitativ nicht gut verstanden. Dieser Fall wurde hier untersucht. Dazu wurden Filme direkt in Echtzeit mikroskop-optisch während der Dickenabnahme abgebildet. Dies ergab neue Einblicke in das Verdunstungs/Trocknungs-Verhalten während des ganzen Prozesses in Abhängigkeit von der Konzentration und Art der nichtflüchtigen Komponenten. Erstmals kann damit nun die finale Beschichtung mit diversen nichtflüchtigen Komponenten, wie Polymeren oder (Nano-)Partikeln quantitativ vorhergesagt werden. Die Partikel-Ablagerung wurde bezüglich des Beitrags von Sedimentation genauer analysiert. Erstmals wurde auch die Verformung der Filmoberfläche (Meniskus) durch partiell herausragende Nanopartikel gemessen und analysiert. Weiterhin wurde gezeigt, wie Nanopartikel mit Hilfe kapillar-induzierter Anreicherung von nichtflüchtigen Adsorbaten im ringförmigen Hohlraum zwischen.

Abstract

Thin layers of liquids on solid substrates are ubiquitous in nature and in many technical applications. The behaviour of liquids during spin casting is investigated. As a result of hydrodynamic - viscous forces, these form a planar film that continuously becomes thinner. With volatile liquids, the film thickness also decreases as a result of evaporation. Initially, the hydrodynamic-viscosity contribution dominates. Later, evaporation determines the film thinning. The process is now well understood in quantitative terms. This also applies to liquids with a low content of non-volatile species. These ultimately coats the substrate. For higher concentrations of non-volatile compound the process was not well understood qualitatively and quantitatively. This case was investigated here. For this purpose, the film thinning was measured and imaged online by interferometry and optical microscopy. This provided new insights into the evaporation/drying behavior during the entire process depending on the concentration and type of non-volatile components. The final coating with various non-volatile species such as polymers or (nano)particles can now be quantitatively predicted. The particle deposition has been analyzed in more detail with regard to the contribution of sedimentation. For the first time, the deformation of the film surface (meniscus) by partially protruding nanoparticles was measured and analyzed. Furthermore, it was shown how nanoparticles could be enriched by capillary-induced enrichment of non-volatile adsorbates in the ring-shaped cavity between the film surface (meniscus) and the film surface (meniscus).