

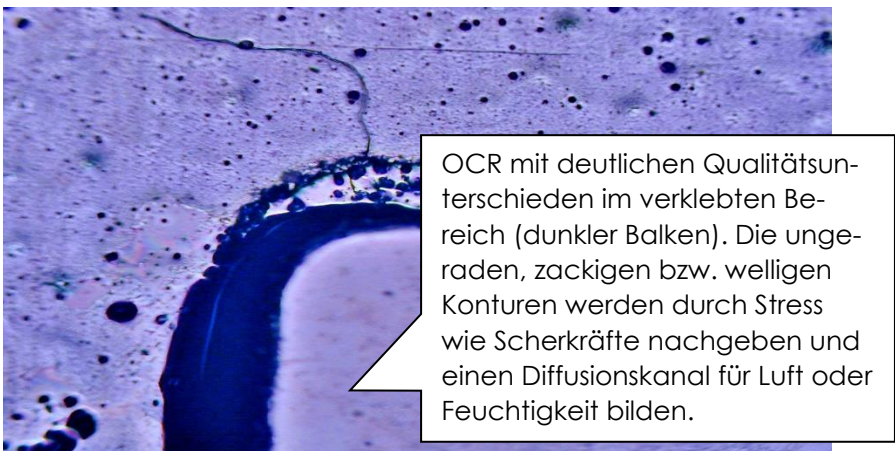
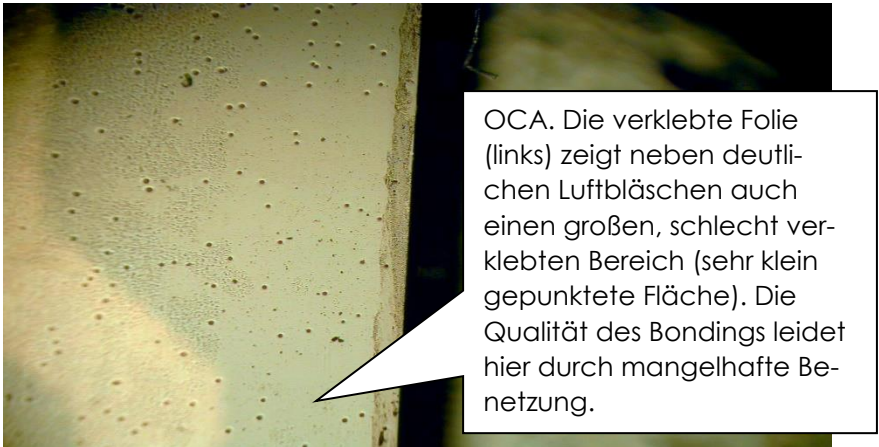
Autor: Klaus Wammes, Geschäftsführer Wammes & Partner GmbH

Optical Bonding

Im Nirwana der Qualität

Beim Optical Bonding soll ebenfalls am besten jedes Material mit jeder Form „verbondet“ werden. Eine One-Fits-All-Lösung ist indes auch hier nur auf Kosten der Qualität möglich.

Oktober 2016



Warum der Kleber maßgeblich über die Qualität von Optical Bonds entscheidet und was Bonder daraus lernen können

Höher als die Nachfrage nach Optical Bonding ist derzeit eigentlich nur der Wunsch nach einer Allzwecklösung für das transparente Laminieren. Wie so oft, wünschen sich Kunden und Auftraggeber einen Dienstleister, der am besten jedes Material mit jeder Form „verbunden“ kann. Zweidimensional, dreidimensional, egal. Die Qualität lässt allerdings dann oft nur zu wünschen übrig. Der Grund ist schnell gefunden: eine One-Fits-All Lösung für qualitative Bondings existiert nicht. Das höchste der Gefühle sind grundlegende Ansätze. Was Kunden und Dienstleister erwarten können, was nicht erwartet werden darf und wo die €-Stellschrauben sind, zeigen Erkenntnisse aus der Praxis sowie aus zerstörungsfreien

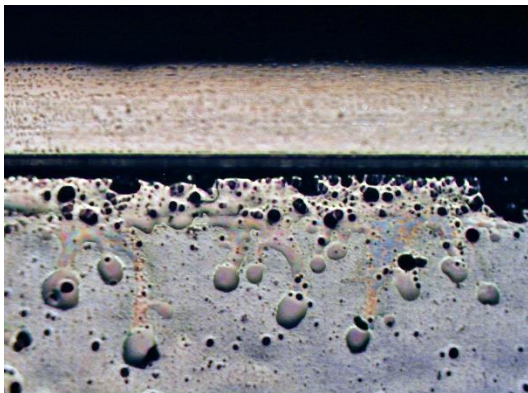
Analysen. Sie präsentieren die Ursache, warum sich die Qualität so sehr unterscheidet: den Kleber und dass jedem Kleber eigene Anwendungsverfahren! Im Sinne des Reverse Engineerings wird dadurch deutlich, wo es klemmt und wie es richtig geht.

Die schlechte Nachricht vorne weg: Obwohl es keine echten Kriterien beziehungsweise Vorgaben für Optical Bondings gibt, kann sich nicht jeder als Laminierdienstleister ausprobieren und „einfach mal machen“! Denn: Die beteiligten und benötigten Prozesse werden zu meist völlig falsch definiert, die relevanten Schritte völlig falsch bewertet. Bonder – oder die, die es werden wollen – scheitern dann allzu oft an der Qualität oder

gar Funktionalität ihres Erzeugnisses. Grob gesagt genügt es eben nicht, auf Material A einen Kleber B aufzutragen und dann mit Material C irgendwie zu verbinden. Die jeweiligen Vor- und Nachteile chemischer oder physikalischer Bindungen müssen Fall für Fall berücksichtigt werden. Darüber hinaus gibt es zahlreiche andere Qualitätshindernisse, denen kaum oder zu spät Beachtung geschenkt wird.

Mangel physikalischen Verständnisses

So fehlt es in erster Linie an grundlegendem physikalischem Verständnis. Das zeigt sich bereits einen Schritt vor dem Bonding selbst, beim Vorrichtungsbau. Bonder sollten mechanisch gewährleisten müssen, dass die Teile in der Position zueinander bleiben, in der sie verklebt werden sollen. Die Toleranzen sind minimal. Hinzu kommt,



Analyse eines Optical Bonds mit flüssigem Kleber (OCR): Die untere Bildhälfte zeigt die Bond-Fläche mit vielen Blasen und Teilablösungen. Beides steigert sich zur Gerätekannte (schwarzer Streifen in der Bildmitte). In Fehlbarbendarstellung lässt sich sogar die verbleibende Restklebekraft ablesen und die Diffusionskanäle von der Kante nach innen erkennen.

dass für ein optisch sauberes Bonding auch tatsächlich sauber gearbeitet werden muss. Es klingt trivialer als es ist, aber die zu verklebenden Teile dürfen in der Bonding-Vorrichtung schlichtweg nicht mit Kleber verschmiert werden. Ansonsten kontaminiert bereits der erste Laminierprozess die ganze Apparatur. Eine Zwischenreinigung kostet Zeit und Geld. Besonders letzteres entscheidet jedoch zu oft über die Qualität des Ergebnisses. Nicht

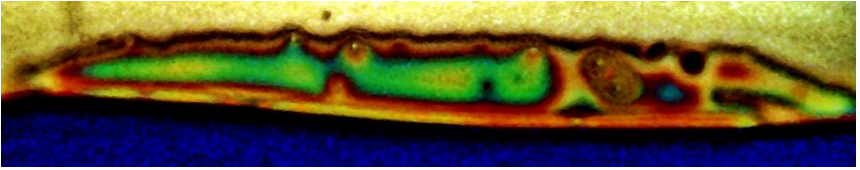
zwingend nur deswegen, weil Qualität vermeintlich alleine von den Kosten für Material respektive Kleber abhängt. Eher, weil falsche Entscheidungen getroffen werden, wenn das Verständnis über beteiligte (physikalische) Prozesse für das tatsächliche Bonding fehlt. Unbeteiligte oder Unwissende sollten nicht vorgeben, welches Material verwendet wird, wenn beispielsweise der Einkauf besondere Konditionen für zum Beispiel einen speziellen Flüssigkleber ausgehandelt hat.

Gelingt ein sauberes Bonden, folgt nicht selten der nächste Fehler: Schmutz, der selber verschuldet ist. Neben Dreck zwischen den verklebten Materialien ist das hauptsächlich Kleber, der an Bonding-Rändern herausgepresst und nicht oder nicht fachmännisch gesäubert wird. Für manche, ohnehin nicht auf Dauer ausgelegte, modeabhängige Devices mag gelten, dass solch eine Verunreinigung keine Rolle

spielt. Alle anderen Bonds müssen folgenden Fragen standhalten: Können Klebereste nachträglich durch Reinigungsmittel chemisch oder mechanisch überhaupt entfernt werden? Was passiert mit dem Kleber? Lässt seine Klebewirkung durch das Putzmittel nach oder wird sie gar noch stärker, womit künftig an der Fuge erst recht Schmutz kleben bleibt? Die wichtigste Frage von allen ist jedoch: Ist ein flüssiger Kleber überhaupt die richtige Variante?

Kleben ist nicht kleben

Flüssige Kleber, sogenannte OCR (Optical Clear Resin), werden häufig bei nicht ganz ebenen Flächen oder ungleichen Abständen eingesetzt. Sie verteilen sich gleichmäßig zwischen den zu verbondenden Materialien und verkleben relativ einfach und schnell, meist mittels UV-Licht, Feuchtigkeit oder Hitze. OCR bieten sich daher besonders bei vielen Unwägbarkeiten an. Jedoch



Rund um elektronische Displays und Embedded Systems mit deren speziellen Eigenheiten, Eigenschaften und Problemen: Eingeschlossene Blasen bei optischen Bond haben immer einen Grund, hier die Verunreinigung einer Komponente.

muss der Bonder mit einer anschließenden Reinigung rechnen. Das treibt die Kosten, nicht nur infolge von Zeitaufwand und Reinigungsmittel, sondern auch für Schutzmaßnahmen zu den oft gesundheitsschädlichen Klebern und Reinigern. Hinzu kommt, dass die Stärke der OCR in manchen Fällen auch eine große Schwäche ist: Im dreidimensionalen Raum, zum Beispiel beim Laminiereiner gebogenen Form läuft der Kleber aus der vorgegebenen Position.

Eine Alternative bietet das OCA (Optical Clear Adhesive). Diese einfach anklebenden Folien finden beispielsweise bei Sicherheits Scheiben Verwendung. Mit

Ausnahmen handelt es sich dabei um keine chemische, sondern eine physikalische Verklebung. So ist es eher möglich, den Klebverbund zu lösen. Das bedeutet jedoch gleichzeitig, dass die Adhäsionskräfte geringer sind und Oberflächen wie beispielsweise Glas, die auf Mikroebene rau sind, nicht zwingend 100-prozentig vollflächig benetzt werden. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit der Delamination bei Stress wie Scherkräften, die zum Beispiel durch Temperaturunterschiede erzwungen werden. Denn OCA besitzen ebenfalls einen eigenen Ausdehnungskoeffizienten.

Zwar kann die Klebefolie zwischen 50 und 180 Mikrometer dick sein - jedoch reicht das nicht um große Unterschiede in den Ausdehnungskoeffizienten kompensieren zu können. Wenn daher zwei

unterschiedliche Materialien verklebt werden, können OCA die mechanische Deformation nur schlecht ausgleichen. Schließlich entsteht bei Klebefolien im Einsatz bei dreidimensionalen Körpern ein Übermaterial wie zum Beispiel Falten, das zumindest kosmetisch sichtbar ist, Toleranzen vergrößert und andere Funktionen behindert.

Der Mittelweg ist auch nicht golden

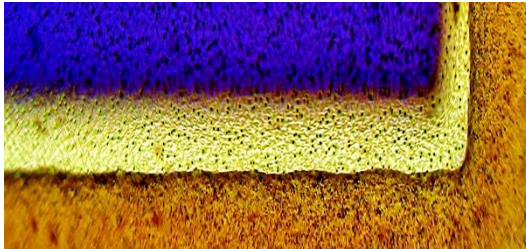
Eine Art Hybrid aus OCR und OCA bietet das Precured. Es liegt als klebende Masse in Folienform vor und ist völlig flexibel. Precured kann auf alle Strukturen aufgebracht werden und eignet sich als einzige Variante somit auch recht einfach für 3D-Körper. Durch seine vordefinierte Materialstärke werden die Klebefugen bei jedem Material und jeder Geometrie gleich dick. Da keine Reste an den Seiten austreten, ist keine Reinigung notwendig. Einen zusätzlichen Vorteil für

das Re-Working bieten die Zwitterverbindungen zwischen chemischem und physikalischem Kleber, die Bindung mittels Van-der-Vaals-Brücken: Verbundene Teile können in einem relativ einfachen Prozess wieder rückstandslos getrennt werden. Das Precured-Material kann nach einer Trennung allerdings nicht mehr verwendet werden.

Allgemein ist der Prozess jedoch nicht weit verbreitet. Denn: Die Handhabung unterscheidet sich gänzlich zu OCR und OCA. Jeder Partikel bleibt am Precured kleben und sofern er nicht transparent ist beziehungsweise einen anderen Brechungsindex hat, wird er sichtbar. Diese Verunreinigungen können zudem entsprechend der Eigenschaften des Precured nicht entfernt werden. Analog kann es ebenfalls nicht gesäubert werden. Die Arbeit im Reinraum allein reicht hierbei nicht aus. Um Schwebestoffe beispielsweise durch statii-

sche Aufladung auszuschließen, muss der gesamte Klebeprozess im Vakuum abgewickelt werden. Daraus

sich dieses Verfahren häufig auch schon unter reiner Kostenbetrachtung an.



Optical Bondings mit vorvernetztem Kleber haben viele Vorteile, aber auch massive Herausforderungen im Prozess.

folgt ein höherer Aufwand und mehr Apparatwissen, da der Operator nicht im Vakuum arbeiten kann, sondern eine Maschine bedienen muss. Aber: Da hier keine Reinigung anfällt und Fehlversuche relativ kostenneutral heilbar sind, bietet

Am Ende bleibt daher die Frage: Welches Material muss für welches Endprodukt wie verklebt werden? Diese Überlegung sollte

Material, Form, Einsatzgebiet, -temperatur und -dauer sowie die geplanten Ausgaben beinhalten. Erst dann kann ein zielgerichtetes, qualitatives Bonding gefunden werden. Anders herum funktioniert es nicht.

