

Вы еще совмещаете с помощью кнопок? Тогда мы идем к вам!

Существует реальная возможность не только максимально приблизиться к 5-му классу точности, но и минимизировать затраты на новое оборудование.

Михаил Однодворцев

omv@estek.ru

В процессе изготовления печатных плат невозможно обойтись без продуманной и высокоточной системы совмещения, так как начиная с момента формирования топологии проводящих слоев на компьютере в системе CAD и вплоть до момента электрического тестирования постоянно требуется совмещать слои топологии между собой, слои с отверстиями, отверстия с контактными площадками, топологию токопроводящего слоя с топологией масочного слоя и т. д.

Даже имея высокоточные сверлильные станки, фотоплоттеры и установки высокоточного формирования базовых отверстий в фотошаблонах, невозможно добиться высокой точности получения топологии не только внутренних, но и внешних слоев относительно отверстий, используя систему совмещения на кнопках.

Особенно актуальна проблема совмещения при изготовлении сложных МПП из комбинированных материалов, объекты совмещения которых имеют различный масштаб.

Фотошаблоны с пробитыми базовыми отверстиями для совмещения на кнопках, как правило, ложатся на заготовку пузырем или их приходится натягивать, что связано с физическими свойствами фотопленки и базового материала. Деформация фотопленки зависит от изменения температуры и влажности (табл. 1), например, разница в клима-

тических условиях на участке изготовления фотошаблонов и участке фотолитографии или нарушение технологии подготовки фотопленки, изготовления фотошаблона и его хранения приведут к «забиванию» кнопок в систему «слой — фотошаблон», что снижает количество совмещений фотошаблона из-за разбитых «баз». Усадка материала после травления, процесса прессования должна быть определена экспериментальным путем (рис. 1) в зависимости от партии материала, плотности (площади) медной топологии каждого слоя и вашего технологического процесса. Заготовка после металлизации поступает на фотолитографию часто с заросшими базовыми отверстиями и приходится проходить базовое отверстие разверткой, хуже, когда ручной разверткой. Кнопки начинают болтаться в отверстиях заготовки, а фотошаблон скользит по заготовке, и какое он положение займет после приложения вакуума в установке экспонирования, никому не ведомо. Все перечисленное подтверждает: основная потеря точности, а это уже не десятки, а сотни микрон, происходит на этапах совмещения топологии, что приводит к высокому проценту брака по рассовмещению (рис. 2).

В этом случае внутренние слои были изготовлены в соответствии с требованиями по подготовке производства (приблизительно на 0,2 мм длиннее номинального размера). После проведения усреднения при

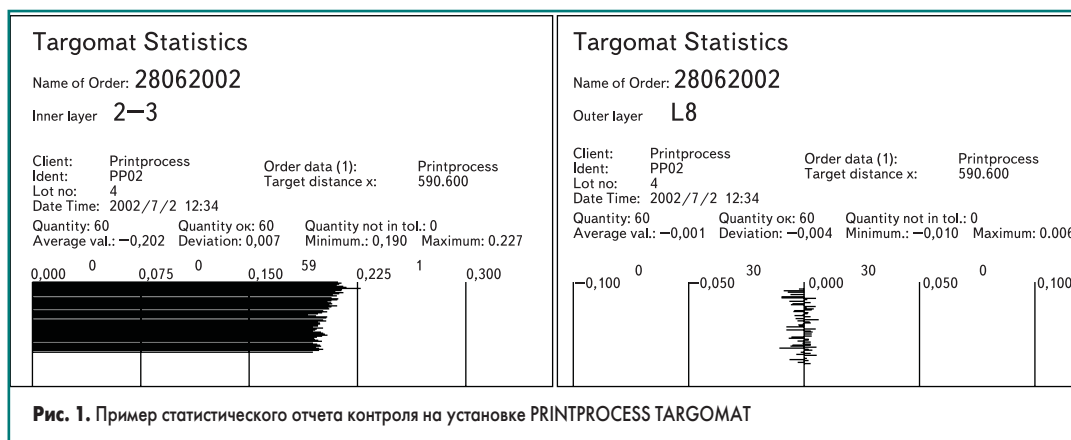


Таблица 1. Изменения размеров обработанных типичных фототехнических пленок толщиной 175 мкм при изменении температуры и относительной влажности в помещении

	Температура, °C								
	18	19	20	21	22	23	24	25	
30	-256	-238	-220	-202	-184	-166	-148	-130	
31	-245	-227	-209	-191	-173	-155	-137	-119	
32	-234	-216	-198	-180	-162	-144	-126	-108	
33	-223	-205	-187	-169	-151	-133	-115	-97	
34	-212	-194	-176	-158	-140	-122	-104	-86	
35	-201	-183	-165	-147	-129	-111	-93	-75	
36	-190	-172	-154	-136	-118	-100	-82	-64	
37	-179	-161	-143	-125	-107	-89	-71	-53	
38	-168	-150	-132	-114	-96	-78	-60	-42	
39	-157	-139	-121	-103	-85	-67	-49	-31	
40	-146	-128	-110	-92	-74	-56	-38	-20	
41	-135	-117	-99	-81	-63	-45	-27	-9	
42	-124	-106	-88	-70	-52	-34	-16	2	
43	-113	-95	-77	-59	-41	-23	-5	13	
44	-102	-84	-66	-48	-30	-12	6	24	
45	-91	-73	-55	-37	-19	-1	17	35	
46	-80	-62	-44	-26	-8	10	28	46	
47	-69	-51	-33	-15	3	21	39	57	
48	-58	-40	-22	-4	14	32	50	68	
49	-47	-29	-11	7	25	43	61	79	
50	-36	-18	0	18	36	54	72	90	
51	-25	-7	11	29	47	65	83	101	
52	-14	4	22	40	58	76	94	112	
53	-3	15	33	51	69	87	105	123	
54	8	26	44	62	80	98	116	134	
55	19	37	55	73	91	109	127	145	
56	30	48	66	84	102	120	138	156	
57	41	59	77	95	113	131	149	167	
58	52	70	88	106	124	142	160	178	
59	63	81	99	117	135	153	171	189	
60	74	92	110	128	146	164	182	200	
61	85	103	121	139	157	175	193	211	
62	96	114	132	150	168	186	204	222	
63	107	125	143	161	179	197	215	233	
64	118	136	154	172	190	208	226	244	
65	129	147	165	183	201	219	237	255	
66	140	158	176	194	212	230	248	266	
67	151	169	187	205	223	241	259	277	
68	162	180	198	216	234	252	270	288	
69	173	191	209	227	245	263	281	299	
70	184	202	220	238	256	274	292	310	

Относительная влажность воздуха, % (RH)

Длина пленки 1 м;
температурный коэффициент 18 мкм/м °C;
влажностный коэффициент 11 мкм/м %RH.

сверлении технологических отверстий в пределах верхних и нижних допусков общее совмещение слоев в пакете стало значительно лучше. После прессовки печатные платы дали усадку 170–230 мкм. В результате получилась многослойная структура с внутренними слоями, размеры которых находятся в номинальных пределах ±30 мкм.

К этому нужно добавить следующее:

- быстрый механический износ базовых отверстий в фотошаблоне, а следовательно, частая перепроверка комплекта фотошаблонов и замена их на новые;
- сложность изготовления и отбраковки калиброванных кнопок;

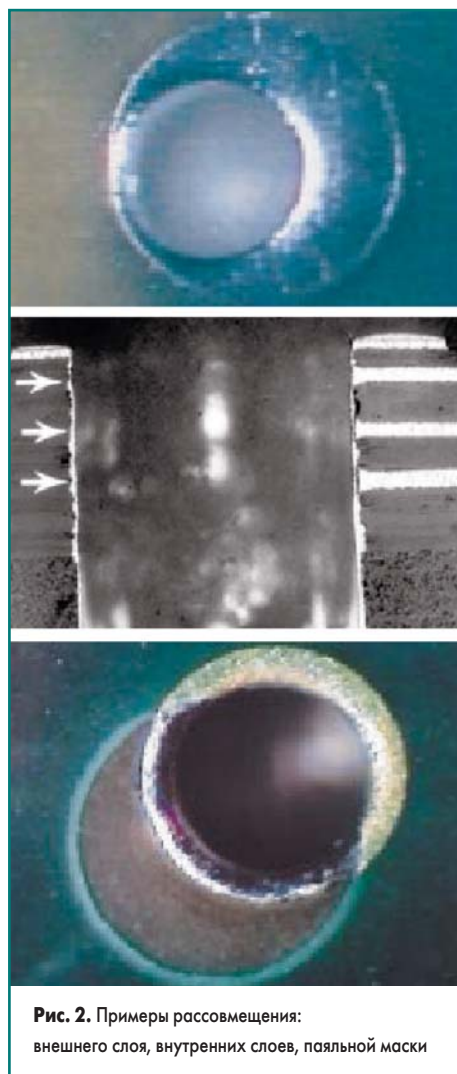


Рис. 2. Примеры рассовмещения: внешнего слоя, внутренних слоев, паяльной маски

- быстрый износ (проколы, вытягивания) и частая замена верхней пленки вакуумных рам установок экспонирования;
- невозможность прямого контроля и оценки размеров рассовмещения и невозможность управления;
- неудобство работы.

Наличие всех перечисленных недостатков совмещения на кнопках говорит о нецелесообразности применения данного метода совмещения для печатных плат выше 3-го класса точности, так как погрешность при данном методе совмещения сопоставима с требовани-

ями по точности к этому классу (от 150 до 300 мкм на значение позиционного допуска расположения центров контактных площадок в зависимости от размера печатной платы).

Возникает вопрос: что делать? Что же делать производителю, если ему сегодня необходимо изготавливать печатные платы 4-го класса, да еще с элементами 5-го? Он (производитель) морально и психологически уже готов уйти от технологии совмещения на кнопках, но денег на установку экспонирования с автоматическим оптическим совмещением по реперным знакам сейчас у него нет.

Технологи отдела оборудования ООО «ЭЛЕКТРОН-СЕРВИС-ТЕХНОЛОГИЯ» уже давно сталкивались с этой проблемой при проектировании и модернизации производств печатных плат. Качественный скачок от технологии 3-го класса к 4-му и выше сопряжен с большими финансовыми затратами производителя в силу высокой стоимости оборудования для экспонирования с автоматическим оптическим совмещением. Технологи ООО «ЭЛЕКТРОН-СЕРВИС-ТЕХНОЛОГИЯ» было сформулировано техническое задание на проектирование установки, которая должна была дать вторую жизнь установкам экспонирования без автоматического оптического совмещения и обеспечить необходимую высокую точность совмещения данного комплекта для решения вышеуказанной проблемы. Учитывая количество находящихся в эксплуатации на территории России ручных установок экспонирования без автоматического оптического совмещения и определяя объемы производства основных изготовителей печатных плат как мелкосерийные и среднесерийные, предположим что данное оборудование будет иметь большие перспективы по применению в производстве.

Фирма PRINTPROCESS AG спроектировала и изготовила установку автоматического оптического совмещения под маркой ExroALIGNER (рис. 3).

Являясь единственным представителем в своем классе оборудования, имея уникальные технические характеристики (табл. 2), а именно точность совмещения, при небольших массогабаритных характеристиках и низком энергопотреблении установка автоматического

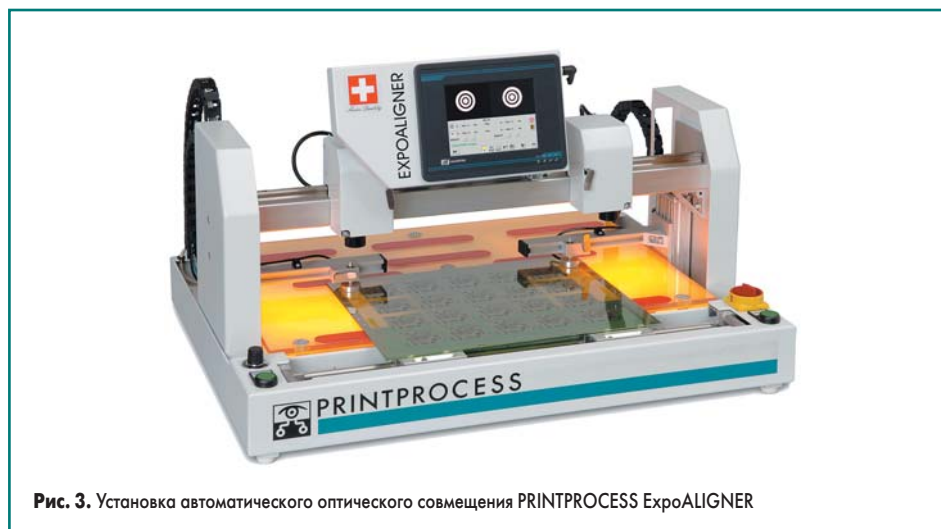


Рис. 3. Установка автоматического оптического совмещения PRINTPROCESS ExroALIGNER

Таблица 2. Технические характеристики ExproALIGNER

Точность совмещения (регулируется), мкм	±5
Толщина заготовок, мм	0,05–6,0
Минимальный размер заготовок*, мм	250×250 (стандартно)
Максимальный размер заготовок*, мм	700×700
Производительность, заг/час	60
Электропитание, В	220 (50 Гц, 5А)
Сжатый воздух (компрессор включен в комплект)	6 бар, 1 л/мин
Габаритные размеры, см	100×80×50

* возможны другие размеры заготовок



Рис. 4. Оптика

совмещения PRINTPROCESS ExproALIGNER уже стала своеобразным бестселлером. За базовую основу установки была взята отработанная до мелочей система совмещения от установок TARGOMAT, а программное обеспечение — от установок EXROMAT. Точность обработки изображения реперных знаков и отверстий в заготовках достигается применением специ-

СИСТЕМА СОВМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ПРОТОТИПНЫХ ПРОИЗВОДСТВ МПП



Targomat IV Автоматическая установка формирования базовых отверстий пакета и скрепления слоев адгезивом и контроля размеров
Fix Table Стол для сборки пакета и скрепления слоев адгезивом
SFU Ручная установка вскрытия реперных знаков на внутренних слоях
ExproALIGNER Установка автоматического оптического совмещения фотошаблона с заготовкой печатной платы

Рис. 6. Бюджетный комплект высокоточной системы совмещения для прототипного производства прецизионных МПП



Рис. 5. ЖК-монитор установки ExproALIGNER с результатами совмещения

ально разработанной оптики (рис. 4) и алгоритмов программной обработки изображения. Разрешение оптической системы 0,2 мкм.

При использовании установки автоматического совмещения ExproALIGNER в производстве отпадает необходимость иметь установку точного формирования базовых отверстий в фотошаблонах. Автоматическое оптическое совмещение снижает влияние человеческого фактора на результат совмещения. Программное обеспечение позволяет выводить на ЖК-монитор установки ExproALIGNER ре-

зультаты совмещения (рис. 5), то есть реальный размер между осями реперов и базовых отверстий в заготовке (дельта), разницу между межосевыми расстояниями базовых реперов фотошаблона и базовыми отверстиями в заготовке; результат совмещения — усредненное значение рассовмещения на каждой базе. Данная установка, применяясь в системе совмещения, представляет собой классическую часть системы с обратной связью. У пользователя (оператора или цехового технолога) в любой момент есть результат измерения расстояния между осями реперов фотошаблона и осями базовых отверстий заготовок, что дает ему возможность ввести коррекцию (коэффициент масштабирования по осям) при изготовлении нового шаблона, чтобы при совмещении на новом комплекте практически идеально попасть в межосевую размер баз заготовки. Это свойство данной установки особенно актуально для изготовления прецизионных ДПП, сложных МПП (внутренних, внешних слоев) и формирования защитной паяльной маски.

В основе идеи высокоточного совмещения в производстве печатных плат, а особенно в производстве МПП, которую постоянно и повсеместно «проповедует» ООО «ЭЛЕКТРОН-СЕРВИС-ТЕХНОЛОГИЯ» и фирма PRINT-



Рис. 7. Установка экспонирования WAT SEM M8K2



Рис. 8. Установка экспонирования с высокоточным автоматическим оптическим совмещением PRINTPROCESS EXPOMAT AEX

PROCESS AG, лежит следующий постулат: «Все фотшаблоны, как для внутренних, так и для внешних слоев, должны иметь разный коэффициент масштабирования, а на каждой операции совмещения и базирования все погрешности должны «располовиниваться» и усредняться».

Использование установки автоматического совмещения ExproALIGNER совместно с установкой автоматического формирования базовых отверстий на спрессованных заготовках МПП TARGOMAT IV, со столом для сборки пакета и фиксации адгезивом FIX TABLE, с ручной установкой вскрытия реперных знаков на внутренних слоях SFU позволяет получить бюджетный комплект (рис. 6) высокоточной системы автоматического совмещения для производства прецизионных МПП. Установка ExproALIGNER совместно с установкой экспонирования без оптического совмещения, например, WAT SEM M8K2 (рис. 7), может быть использована в серийном производстве. У производителей, имеющих установку экспонирования с автоматическим оптическим совмещением, ExproALIGNER может быть использована как запасной вариант совмещения, на случай временной подмены при выходе установки экспонирования из строя, или использоваться как дополнительный высокоточный инструмент совмещения, если основная установка экспонирования с автоматическим совмещением не справляется по производительности.

Установка ExproALIGNER совместно с установкой экспонирования без автоматического оптического совмещения может являться равноценной заменой установкам экспонирования с автоматическим оптическим совмещением бюджетного типа. Высокая точность совмещения внешних слоев, внутренних слоев, защитной паяльной маски с заготовкой, минимизация влияния человеческого фактора на процесс совмещения должны дать неизменно стабильный и положительный результат совмещения при совместном применении установки ExproALIGNER и установок экспонирования без автоматического оптического совмещения в производстве.



Рис. 9. Установка ExproALIGNER на стенде ООО «ЭЛЕКТРОН-СЕРВИС-ТЕХНОЛОГИЯ» выставки ЭКСПОЭЛЕКТРОНИКА-2007 (на фото слева направо:

Семенов Петр Владимирович (директор ООО «Э.-С.-Т.»),
 Шушпанова Тамара Сергеевна (генеральный директор ЗАО «ЦПТА»),
 Сержантов Аркадий Максимович (главный технолог ООО «Э.-С.-Т.»),
 Thomas Schmidt (директор PRINTPROCESS GmbH),
 Городов Владимир Александрович (инженер-технолог ООО «Э.-С.-Т.»),
 Однорядцев Михаил Владимирович (руководитель проекта ООО «Э.-С.-Т.»)

Главным недостатком этой пары, как и бюджетных установок экспонирования с автоматическим оптическим совмещением, перед установками экспонирования с высокоточным автоматическим оптическим совмещением (например, PRINTPROCESS EXPROMAT AEX (рис. 8)) является отсутствие информации о результатах совмещения (контроля) после приложения вакуума в раме экспонирования, перед открытием затворов камер ультрафиолетовых ламп и невозможность последующего пересовмещения перед самим экспонированием, что очень важно для получения высокоточного совмещения топологии.

Выводы

Огромный интерес к установке автоматического оптического совмещения ExproALIGNER, проявленный посетителями стенда ООО «ЭЛЕКТРОН-СЕРВИС-ТЕХНОЛОГИЯ» на выставке ЭКСПОЭЛЕКТРОНИКА 2007 (рис. 9), и искреннее желание применить данный высокоточный инструмент совмещения в своей технологической цепочке оборудования, как для прототипного, так и для серийного производства, в ближайшее время свидетельствуют о высокой актуальности проблемы совмещения в производстве печатных плат.