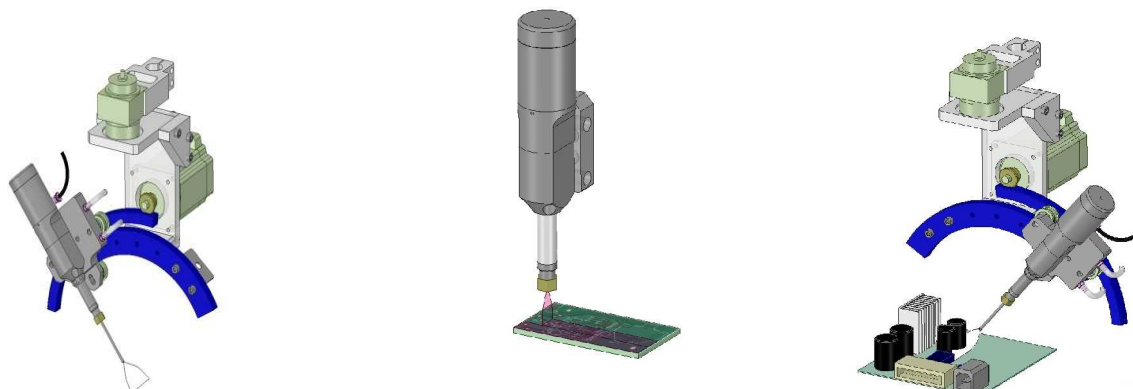


最新フィルムコート塗布工法技術資料

(マイクロカーテン塗工技術)



Shimada Appli 合同会社
<http://shimadaappli.com/>

目次

1. フィルム塗布工法の出発	3
2. エアレスノズルについて	6
3. 適正なフィルムコート塗布	6
4. 代表的なフィルムコートノズルの塗布パターン幅と圧力の関係	7
5. フィルムコート塗布液別テストデータシート (参考)	8
6. 各ノズルと粘度膜厚関係	10
7. フィルムコートの最適な塗布パターン形状	12
8. フィルム塗布工法の応用実施例	13
9. 塗布装置及び乾燥炉排気濃度計算	14

1. フィルム塗布工法の出発

フィルム塗布工法は、1 流体スプレーであるエアレススプレーの応用によるものです。以下その成立ちを説明します。

エアレススプレー機構として特に知られているのは芝生用散水器や消防用ホースの先に用いるようなノズル等です。それらのノズルは、円錐及び渦巻き模様のスプレーパターンですが果樹園等に使用される草用噴霧器等は平らな扇形スプレー模様もあり、吐出流量は多く出て噴霧粒子も粗いものです。

このエアレススプレーにて微細なスプレーを可能にさせ適正霧化に影響与える幾つかの要素があります。その中で一番大きな要素はノズルであります。良好な霧化を得るには、塗料粘度や、コーティング材のチクソトロピック性（凝集性）にも影響しますが、やはりノズル形状等の違いによって、霧化の程度の相違があります。扇形パターンを形成するエアレスノズルの基本は図2にあるような流体のぶつかりあいから出発しております。

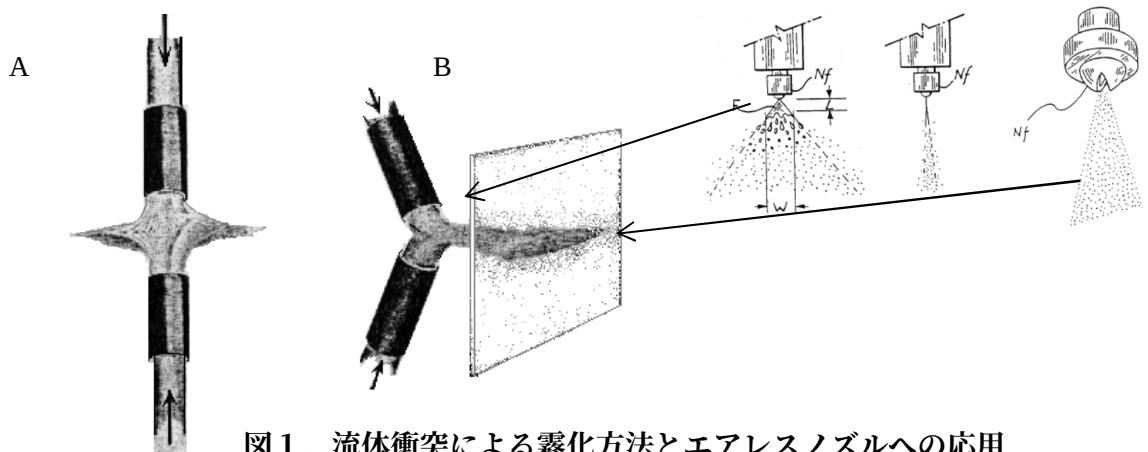


図1. 流体衝突による霧化方法とエアレスノズルへの応用

管内に走る流体が、缶先のオリフェスから出る時、オリフェス手前では流体のぶつかり合いがおき、オリフェス出口から管内圧力に応じて流体が勢いよく放出しますが、その噴出模様は液体膜から急激に分解して小滴へと移行します。その際一般的な扇形パターンを形成するオリフェスノズルからの霧化は、“縁状噴射”（テール状噴射）となりやすく、そのため高圧をかけることによりテールは解消されます。その霧化の形成過程をあらわしたのが図3であり、十分に速度を持った薄いフィルム液体膜が自由な方向へ空気中を飛行すると、その液体は不安定なまとまりのない細い糸状液体から粒子へと分解し、最終的に液体は小さな霧化の粒子になっていくことを理論的に計算されます。ノズル先端から出る液体の霧化状況で、ノズルから短い攪乱流シート又は振動フィルムが形成されて、糸状になりさらに急激に小滴に分散する過程が、下の高速度撮影で撮影した写真でわかります。

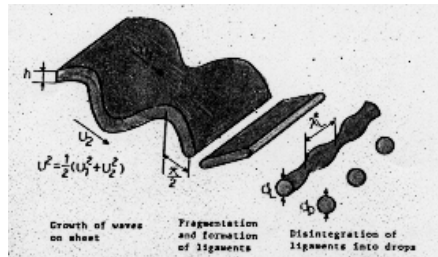
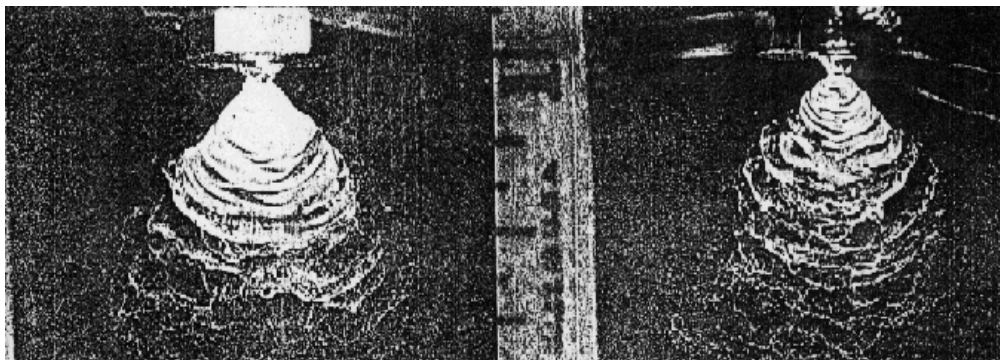


図2. 霧化形成過程の状況

下の写真は、実際ノズルから噴出すエアレススプレイの霧化状況をシャッター速度 1/2,000,000 で撮影した高速度写真です。

塗布条件は液体温度が 54℃で 40CPS の粘度を 0.56Mpa(56kg/cm²)の液体圧力にてのスプレイパターン結果です。フィルムコート工法は、このノズル先端部に形成されるフィルム層に着目し、液圧を霧化する領域以下に下げた場合でもある一定のフィルムパターン形成が出来ることから出発しました。(Patent Number: Date of Patent: 4,880,663)



液体のエアレススプレイのフラットパターンノズルで、写真にあるようにノズル穴よりある距離においては、ダブルティル状の液体フィルムになってます。このフィルム部を塗布に利用するためには、当該フィルム部が幅広くかつより安定性していることが必須です。従来エアレスノズルにおいて液体圧力は、塗料の場合その粘度、その他の条件によって、差異はあるが、4Mpas～10Mpas の範囲内が通常使用されます。ところがこれらの範囲内においては、同一塗料の場合、フィルム部の長さは液圧に逆比例されるという着目はされてませんでした。

それを弊社社員の島田隆治は、今から35年前の某外資系塗装接着剤機器メーカーの勤務時代に、下記の発見と発明を試みた次第です。

即ちエアレススプレイでは従来使用してなかった液圧 4Mpas、特に 1Mpas 以下に下げ、フラットパターン上のダブルティル状フィルム状態を解析しました。

まず粘度 50CPS と 100CPS の異なる液体を選択し、エアレススプレイの常用の液圧から次第に下げていった場合の塗布パターン挙動を調べました。その結果が図3から6です。図3は、粘度 100CPS、液圧 5Mpas 時、ダブルティル状液状フィルム部は 5mm 前後です。それと同じ長さを得るための 50CPS では、液圧 3.5Mpas で得られることを () 内は

示しています。

図4は同粘度が液圧2Mpas の場合で、ダブティル状フィルムパターン幅はだいぶ狭くなっているが その長さは8mm前後と長くなってきてます。図5は液圧を1Mpas に下げた場合ですが、塗布状態はダブティル状又はその裾部が枝垂れ場へと変化しフィルム部はの長さは10mm前後とより長くなり、その下方に液体の粒子状態がみられます。

さらに図6は、液圧0.5Mpas でダブティルの長さは12mm前後となり、ダブティルはつぼんできて形状はへちま状となり、その下部はまだ粒子化の存在がみられます。以上の数値をグラフ化すると図7となります。即ち液圧0.5Mpas 付近になると曲線は粘度100CPS の場合も5CPS の場合もともに横に寝てきて、言い換えるとダブティル状フィルムの長さが急に長くなってきます。それは液圧を0.5Mpas 程度に下げれば、ダブティルフィルム部のより大きいものが得られることが判明しました。ところがこの場合、液状フィルム部もある塗布面に当てると跳ね返り現象が起きます。理由は液圧0.5Mpas による吐出速度によるものと考えられ、よってさらに液圧を下げ0.2Mpas にした場合、へちま状フィルム部は外形がローソクの焰（ほのお）状フィルム部となり、その下方には、粒子化した存在がみられなくなり、その焰状フィルム部を塗布面に当てても跳ね返り現象がみられないこととなります。

上記液圧0.2Mpas における吐出パターンは図8A に示されるようにローソク形状のフィルム膜を形成します。その断面は図8B で、上記フィルム膜を離脱した下方は糸状となります。ローソク形状フィルム部の最大幅部がフィルムコーティングとして最適な部分であり、そのフィルムの暑さも安定してます。最大幅をW、ノズル穴から当該部までの距離をLとすると粘度100CPS、液圧0.2Mpas 吐出量400CC/min の場合は、Lは24mm、Wは10mm、厚さ2mmとなりました。

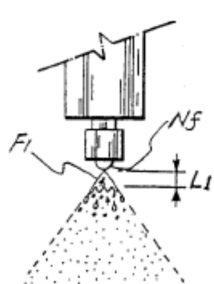


図3:100cps@5Mpas
(‘50@3.5Mpas)

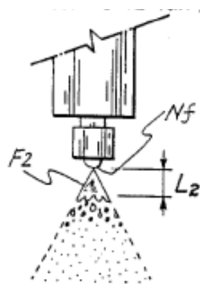


図4:100cps@2Mpas
(‘50@1.2Mpas)

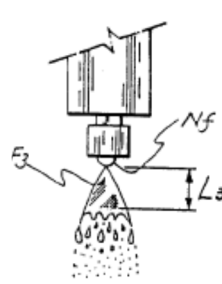


図5: 100cps@1Mpas
(‘50@0.5Mpas)

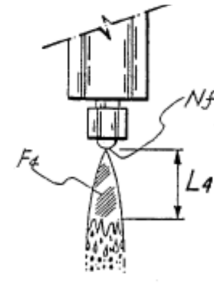


図6:100cps@0.5Mpas
(‘50@0.3 Mpas)

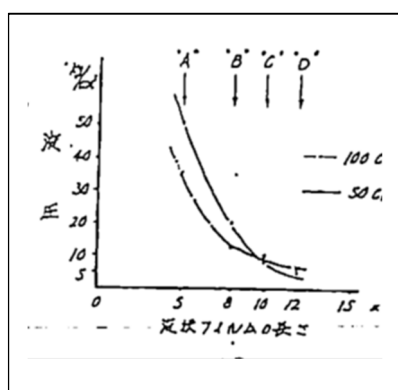


図 7



図 8 A

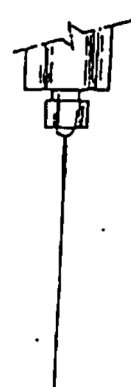


図 8 B

2. エアレスノズルについて

エアレス用矩形ノズルは、従来のドームノズルでは作り得なかった小吐出流量域での広パターン分布をもつノズルが製造可能となり、エアレススプレイの塗装アプリケーション領域を大幅に拡大しました。円柱チップの片方にVカットした反対側から、90°クロス状にU字型カットを入れ、その交差部にオリフェスを形成させるものであり、従来のドームノズルに比べ同じ液体圧力でも、より広いフィルムパターン状態を作成する結果がえられます。(図9)

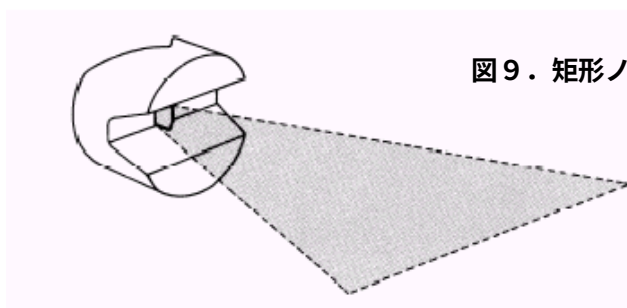


図 9 . 矩形ノズル

3. 適正なフィルムコート塗布

フィルムコート塗布において、適正な霧化の形成に影響与える多くのファクターがあります。液体の速度、圧力、さらにノズル、液温等ですが、特にその中で液圧は、パターン形成のためのメインファクターとして考慮しなくてはならないものです。

ある一定圧にする事は、パターン形成につながるが、ある点以上の液圧は、逆に液体のフィルムの流速が速過ぎて不完全なフィルムになり、飛散の原因になります。

またパターンに影響するもう1つの要素は、熱である。液体加熱をすることは、単に塗料の粘度変化として考えられるが、加熱することは2つの違った意味での粘度変化として考

えられます。循環システム内で加温し、粘度を下げる。これはパターン形成を安定にします。塗液はヒーター等で加熱されることにより、塗布後に溶剤がより速く蒸発し、加熱され塗布された塗料液は、ある低粘度材料にて被塗物に良く付着し、端部の厚い膜厚領域を平坦化します。熱のもう1つの利点として、蒸気圧をあげられます。加熱した塗液は、溶剤を含みますが、その溶剤は、塗料循環系内では膨張することができない。加熱された塗液は、ノズルから吐出された後に、ベーパープレッシャーにより、泡の解消を促進します。塗布安定性のため熱を利用する場合、注意すべき点は、塗液の熱に対する適合性にあります。即ち幾つかの塗液は温度に耐えられるが、溶剤の沸騰範囲と塗液の化学的構成に依存されます。その考慮すべき点として、熱の加えすぎで溶剤を必要以上に早く発散させ、逆にピンホールの発生をさせないことで、高沸点溶剤等の準備が必要になる場合もあります。

表1. フィルムコートパフォーマンスファクター

ファクター	効果（傾向）				
	パターン幅	塗布面	吐出流量	飛散	液速度
圧力 UP	広くなる	条件次第	増大	あるところから増加	増加
粘度 UP	狭くなる	低下	低下	低下	低下
液体加熱	広くなる	良好	増大	低下	増加
ノズル距離短縮	狭い	(良好)	単位面積 UP	低下	増加

4. 代表的なフィルムコートノズルの塗布パターン幅と圧力の関係

フィルムコートノズル（矩形ノズル）の代表的なノズルは04、05、06、09及び14（などと言う吐出量をあらわす番号）がありますが04、06、14サイズのノズルサイズにおける塗布パターン幅と圧力の関係を、アクリル系防湿絶縁材料を塗布液として使用したデーターを、図10に示します。

固定パラメーター：

塗布液 1B66 塗布速度 370mm/s 塗布液温度 45℃

マイカ開度 全開 希釈材 キシレン 粘度(cps) 70/25℃ ガン距離 10mm,

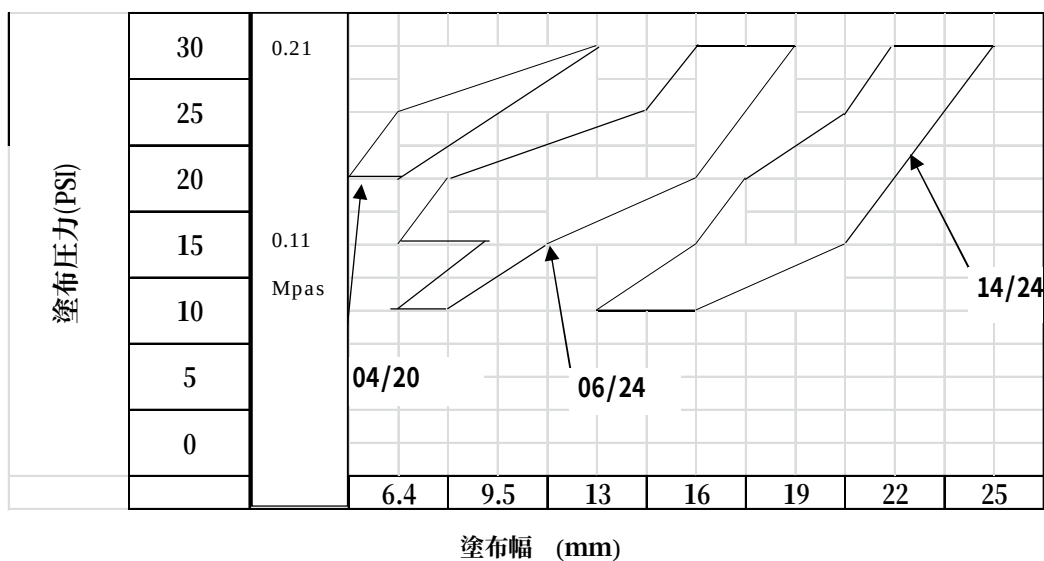


図 10 塗布パターン幅と圧力の関係

5. フィルムコート塗布液別テストデータシート (参考)

ゴム系防湿絶縁材料

名称 備考	ヒューズ-51051 (株)エアプラウン, N.V. 値の割に粘度が高い。目黒電工 LSS-520 の対抗品。乾燥時風を当てるとユズ肌になる。	主成分					N. V.		20% (原液)	粘度	340 CPS		
溶剤名	希釈率	粘度/温度 (C)	温度 (C)	ノズル P/N	MA	圧力 (Mpa)	Z距離 (mm)	幅 (mm)	ビッチ (mm)	ドット速度 (mm/s)	膜厚 μ (μ)	備考	
トルエン	3割位 ? 12:5	50cps/25 C 65CPS/24 C	45 40	N14 N6	0.8 7/1	0.28 0.2	10 10	10 12	9 2	400 400	20~30 20~30	冷風1m/s2分でたれ無し。温風1m/s2	
名称 備考	目黒電工 LSS-520 乾燥時風を当てるとユズ肌になる。	主成分					ポリブタジエン		N. V.		25~35% /	粘度	60cps/30°C
溶剤名	希釈率	粘度/温度 (C)	温度 (C)	ノズル P/N	MA	圧力 (Mpa)	Z距離 (mm)	幅 (mm)	ビッチ (mm)	ドット速度 (mm/s)	膜厚 μ (μ)	備考	
トルエン	?	50cps/25	40	N6	0.8	0.280	10	10	9	400	20	C. V. 全開	
トルエン		50cps/25	40	N9	0.8	0.240	10	10	9	400	25	C. V. 全開	
トルエン		50cps/25	40	N14	0.8	0.240	10	10	9	400	30	C. V. 全開	
トルエン		50cps/25	40	N20	0.8	0.300	10	10	9	400	35	C. V. 全開	
トルエン		50cps/27	40	N14	0.8	0.400	10	10	9	400	40	C. V. 全開	
トルエン	原4:1トルエン	250cps/24MS425	55	N14	1	0.700	10	13~14	5.7	400	160~200	C. V. 4回転 常乾でユズ肌	
トルエン	原5:3トルエン	90cps/29	45	N6	0.8	0.400	10	12	6	400	20~30	C. V. 3回転 常乾でユズ肌	
トルエン	7:3	48cps/24MS425	55	N14	1.2	0.700	10	11	10	500	65~70		
トルエン	2:3	55cps/25	45	N14	0.8	0.280	10	11	10	300	40~50		
トルエン	1:3	15cps/25	45	N14	0.6	0.240	10	11	10	500	15~18		
Nヘキサン	2:3	24sec/17	45	N9	7/16	0.300	9	10	9	300	40.7		

フッ素系、ポリイミド、塩ビ系防湿絶縁材料

名称 備考	セイワケミカルSTO-311 溶剤:キクレンハキ7B74付.R-112		主成分		フッ素系ポリマー		N. V.				粘度		18±3cps/25°C			
溶剤名	希釈率	粘度/温度(°C)	温度(°C)	ノズルP/N	MA	圧力(Mpa)	Z距離(mm)	幅(mm)	ピッチ(mm)	ドット速度(mm/s)	膜厚μ(μ)	備考				
			RT	N6		0.06	7	12	10	500	10～15	やや泡が出る				
名称 備考	テッソ(株)製PSI-S-5001 N-メチル-2-ピロリドン(NMP)にのみ溶ける。100°C×30分でアブリベーク。300°C×1時間本焼き				主成分		ポリイミド		N. V.		25%		粘度		10000cps/25°C	
溶剤名	希釈率	粘度/温度(°C)	温度(°C)	ノズルP/N	MA	圧力(Mpa)	Z距離(mm)	幅(mm)	ピッチ(mm)	ドット速度(mm/s)	膜厚μ(μ)	備考				
NMP	NV10%	70cps/25		N20	1.5	0.4	10	10	9	500		流れる。量多い				
NMP	NV10%	70cps/25		N9	1.5	0.4	10	10	9	500	推定10～20					
NMP	NV12%	150cps/25		N9	1.5	1	10	10	9	500		塗布直後は流れないが、焼くと粘度が下がって流れる。				
名称 備考	サンハヤト　ハヤコートAY-1000 ポンプが使えない。パッキンがやられる。パターンを広げても低粘度の割に飛散しにくい				主成分				N. V.				粘度		20 CPS	
溶剤名	希釈率	粘度/温度(°C)	温度(°C)	ノズルP/N	MA	圧力(Mpa)	Z距離(mm)	幅(mm)	ピッチ(mm)	ドット速度(mm/s)	膜厚μ(μ)	備考				
原液	—	20cps位	—	N6	5/16	0.19	10	11	10	500	15					
	—	20cps位	—	N6	5/16	0.19	10	16	15	500						

アクリル、ウレタン系防湿絶縁材料

名称 備考	ヒューミール1B66		主成分		アクリル						N. V.				粘度			
溶剤名	希釈率	粘度/温度(℃)	温度(℃)	ノズルP/N	MA	圧力(Mpa)	Z距離(mm)	幅(mm)	ビッチ(mm)	ドット速度(mm/s)	膜厚μ(μ)	備考						
トリイン	55%	60cps/25	45	N6	0.8	0.46	15	12	10	600	22~32	50cps/29℃,70cps/22						
トリイン	55%	60cps/25	45	N6	0.8	0.46	15	12	10	500	25~35							
トリイン	55%	60cps/25	45	N6	0.8	0.46	15	12	10	300	35~42							
酢酸エチル	—	50cps/25	35	N14	0.8	0.4	10	12	10	400	20~30	はねなし						
名称 備考	ヒューミール1A27		主成分		ポリウレタン						N. V.				粘度			
溶剤名	希釈率	粘度/温度(℃)	温度(℃)	ノズルP/N	MA	圧力(Mpa)	Z距離(mm)	幅(mm)	ビッチ(mm)	ドット速度(mm/s)	膜厚μ(μ)	備考						
名称 備考	日本ビシヤインネート160		主成分		ポリウレタン						N. V.				粘度			
	トリインで希釈するとほとんど粘度が変わらない。IPAで希釈すると劇的に粘度が下がりが塗料抵抗値が下がってしまうため電池付き基板等には向かない。																	
溶剤名	希釈率	粘度/温度(℃)	温度(℃)	ノズルP/N	MA	圧力(Mpa)	Z距離(mm)	幅(mm)	ビッチ(mm)	ドット速度(mm/s)	膜厚μ(μ)	備考						
トリイン+IPA	160:6 トリイン	45cps/11	45	N6	0.8	0.20	10	10	10	400	約10							
トリイン+IPA	160:6 トリイン	45cps/11	45	N6	0.8	0.20	10	10	5	400	約20							
トリイン+IPA	160:10 トリイン	HS39sec/18	45	N6	0.8	0.20	10	8	7.5	300	約20							
IPA	約30~40%	HS17sec/38	45	N6	0.8	0.20	10	7	4	400	30							
名称 備考	日本曹達PB-1000		主成分		2液性ポリウレタン						N. V.		約30%		粘度		20cps/15℃	
	ポットライフ時間。粘度が低い割にパターンが厚くにくく飛散しにくい。																	
溶剤名	希釈率	粘度/温度(℃)	温度(℃)	ノズルP/N	MA	圧力(Mpa)	Z距離(mm)	幅(mm)	ビッチ(mm)	ドット速度(mm/s)	膜厚μ(μ)	備考						
—	—	20cps/15	—	N6	0.8	0.2	10	10	6	400	約30	表						
—	—	20cps/15	—	N6	0.8	0.2	10	10	9	400	約40	裏						
名称 備考	日立化成タフィ1141		主成分		アクリル						N. V.				粘度			
溶剤名	希釈率	粘度/温度(℃)	温度(℃)	ノズルP/N	MA	圧力(Mpa)	Z距離(mm)	幅(mm)	ビッチ(mm)	ドット速度(mm/s)	膜厚μ(μ)	備考						
酢酸エチル		40cps/20	45	N20		0.5	10~25	17	9	500	30	ON.OFF以外では割とはねない						
名称 備考	日立化成タフィ1141T		主成分		アクリル(フィラー入り)						N. V.				粘度		2200cps	
	フィルターNo.6使用の事(No.2ではフィラーが詰まる為)。テコシ性付加タイプで速ににくい。 タフィ1141にフィラーを入れただけなので見かけの粘度以上にパターンが厚く(400cps程度でも)但し泡付けが非常に悪い(90cps程度でも)																	
溶剤	希釈率	粘度/温度(℃)	温度(℃)	ノズルP/N	MA	圧力(Mpa)	Z距離(mm)	幅(mm)	ビッチ(mm)	ドット速度(mm/s)	膜厚μ(μ)	備考						
トリイン	120%	100cps/25	50	N14		0.25	10	15	10	400	60							
トリイン		HS43sec/22	50	N14	1/2開	0.48	10	15	10	400	85±10	泡が出る						
トリイン		HS43sec/22	50	N14	1/2開	0.48	10	15	10	200		泡が出る						
トリイン		350~400cps/25	60	N20	3/4開	0.8	10	15	10	200		泡が出る						
トリイン+ブチレングリコール(5%)		90cps/25	60	N14	3/4開	0.4	5	10	10	200		泡が消える						

シリコーン系防湿絶縁材料

品名	DC1-2577				組成分		シリコン20～30%		N.V.		純度 1000cps		
ポリシリコン金剛石粉、高純度無酸素、R.O.C.N.上で焼成、Nへホセソンの焼成で、ひけが出ず、5分経っても抜けきらず、													
溶剤名	乾散率	粘度/温度(℃)	温度(℃)	N/S R/P/N	MA	圧力(Mpa)	Z距離(mm)	幅(mm)	ヒッチ(mm)	ロケット速度(mm/s)	膜厚μm	備考	
Nへキサン	不燃	100cps/22	—	N14	1/2間	0.35	10	13	1.3	200	100～200	溶け出、5分経っても抜けきらず、	
Nへキサン	不燃	100cps/20	RT	N6	1/2間	0.45	10	15	1.3	200	10～15		
Nへキサン	70%	50cps/25	RT	N9	0.3	0.45	8	12	1.3	200	50～60		
Nへキサン	70%	50cps/15	RT	N6	0.3	0.45	8	12	1.3	200	50		
Nへキサン	70%	50cps/15	RT	N9	0.3	0.45	10	13	1.3	200	50		
MEK	30%	40sec/20	50	N14	1.5	0.47	7	8	6	400	200～300	良好	
MEK	30%	40sec/20	50	N6	0.8	0.47	13	10	6	400	300		
Nへキサン	2.1 ^{MAX}	15sec/22	RT	N6	8/16	0.20	10	12	1.0	300	80～100		
品名	ベルガランド				組成分		シリコン、トルエン・アルコニール		N.V.		42%		純度
トルエン、セタレンで焼成、Nへホセソンの焼成で、ひけが出ず、5分経っても抜けきらず、													
溶剤名	乾散率	粘度/温度(℃)	温度(℃)	N/S R/P/N	MA	圧力(Mpa)	Z距離(mm)	幅(mm)	ヒッチ(mm)	ロケット速度(mm/s)	膜厚μm	備考	
トルエン	DS-T1	17sec/20	20	N6	8/16	0.22	10	13	1.1	300	50～60		
トルエン	DS-T1	17sec/20	20	N6	8/16	0.22	10	13	1.1	250	80		
品名	ベルガランド				組成分		シリコン(セタレン、TPA)		N.V.		膜厚80%		純度 80cps/28℃
トルエンにN.V.が無い、高純度無酸素3Hドロイド、高純度ホセソンの焼成で、ひけが出ず、5分経っても抜けきらず、													
溶剤名	乾散率	粘度/温度(℃)	温度(℃)	N/S R/P/N	MA	圧力(Mpa)	Z距離(mm)	幅(mm)	ヒッチ(mm)	ロケット速度(mm/s)	膜厚μm	備考	
トルエン	—	50cps/RT	RT	N9	0.8	0.11	11	10	1.0	500	10～12	トルエン	
トルエン	—	50cps/RT	RT	N14	0.8	0.1	17	10	1.0	500	15～20	トルエン	
トルエン	—	50cps/RT	RT	N14	0.8	0.1	17	10	1.0	500	15～20	トルエン	
品名	高純度シリコンK5113				組成分		シリコン(ポリシリコン)		N.V.		80%		純度 60cps/28℃
Nへホセソンの焼成で、ひけが出ず、5分経っても抜けきらず、													
溶剤名	乾散率	粘度/温度(℃)	温度(℃)	N/S R/P/N	MA	圧力(Mpa)	Z距離(mm)	幅(mm)	ヒッチ(mm)	ロケット速度(mm/s)	膜厚μm	備考	
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400	70～80		
トルエン	20%	50cps/23	RT	N6	0.9	0.3	8	12	5	400			

6. 各ノズルと粘度膜厚関係

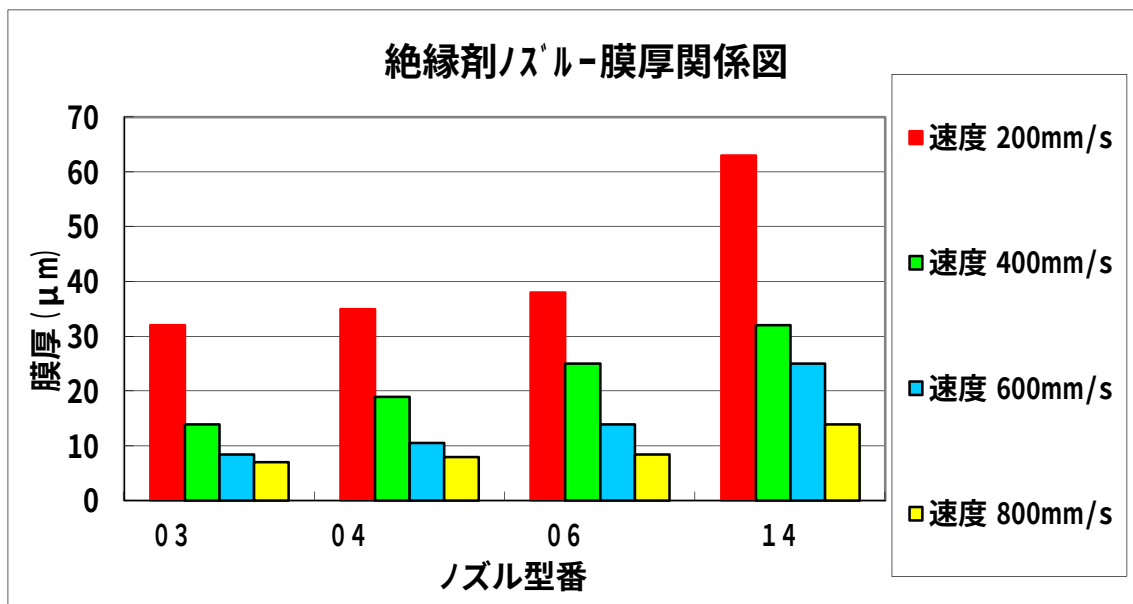
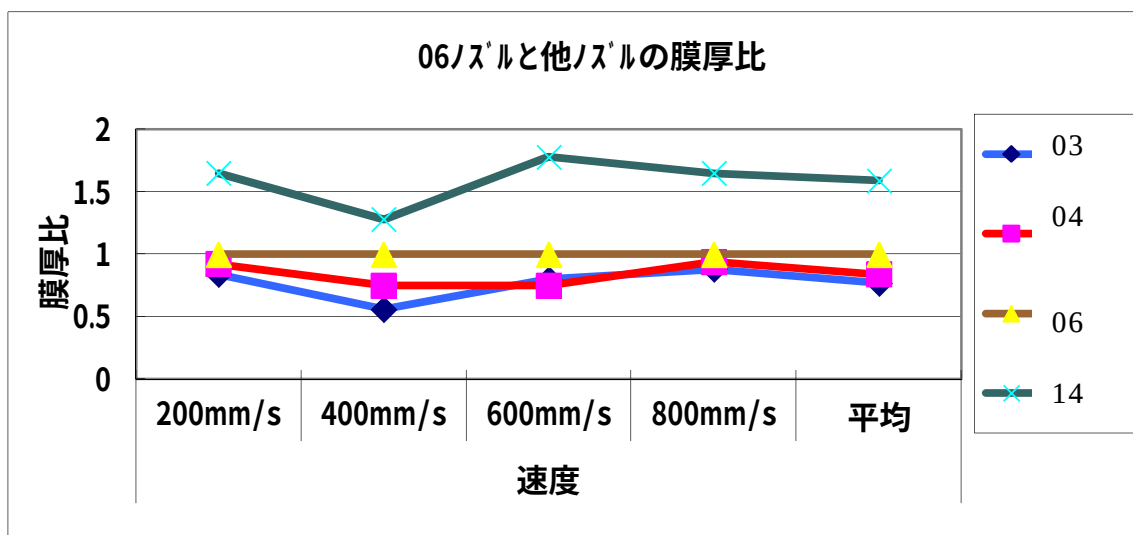


図11. ノズルと粘度膜厚関係

固定パラメーター

塗布液: 絶縁剤, 希釈材: 酢酸エチル, 室温: 20°C. 粘度(cps): 44/25°C, 湿度 75%,
ガン距離: 10mm, 塗布液温度: 45°C, パターン幅: 10mm, マイク開度: 0.8 開, NV 値: 約 27%

図12. 06 ノズルを基準とした膜厚比



膜厚、ノズル距離、パターン幅関係

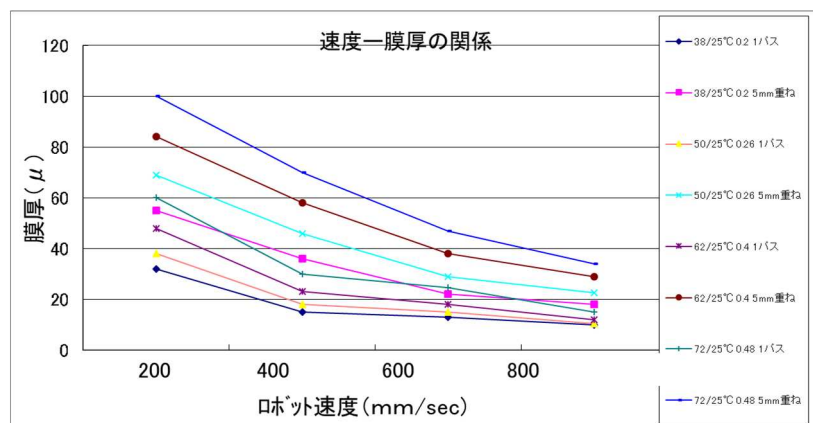
固定パラメーター			
塗布液	絶縁剤	希釈材	酢酸ブチル
室温	20℃	ノズル	06
塗布速度	400mm/s	材料粘度	40/25℃
塗布液温度	40℃ノズル出口	膜厚測定	1パス分内
	パターン幅 (mm)		
ノズル距離 (mm)	8	10	12
4	25～27	25～26	25～26
8	20～26	21～24	20～24
10	20～26	20～21	21～23
12	20～22	20～22	20～21
14	21～24	20～23	18～22
16	20～26	20～23	18～24

部は塗布 適正領域			
単位:μm			

アクリル系防湿材の粘度と塗布速度及び膜厚との関係

固定パラメーター			
塗布液	アクリル系防湿材	希釈材	酢酸ブチル
室温	20℃	ノズルサイズ	“06”
湿度	40%	ガン距離	10mm
塗布液温度	40℃(ノズル出口)	パターン幅	10mm
マイクロ開度	0.8 開		

換算粘度	cps/液温	38/25℃		50/25℃		62/25℃		72/25℃	
塗布圧力	Mpas	0.2		0.26		0.4		0.48	
塗り重ね	重ね代mm	1パス	5mm重ね	1パス	5mm重ね	1パス	5mm重ね	1パス	5mm重ね
速度 (mm/sec)	200	32	55.0	38.0	69	48.0	84.0	60.0	100.0
	400	15.0	36.0	18.0	46	23.0	58.0	30.0	70.0
	600	13.0	22.0	15.0	29	18.0	38.0	24.5	47.0
	800	10.0	18.0	10.5	22.5	12	29.0	15.0	34.0



7. フィルムコート最適な塗布パターン形状

フィルムコート方法における塗布パターンの条件設定する場合の最適な塗布パターン形態について以下に記載します。

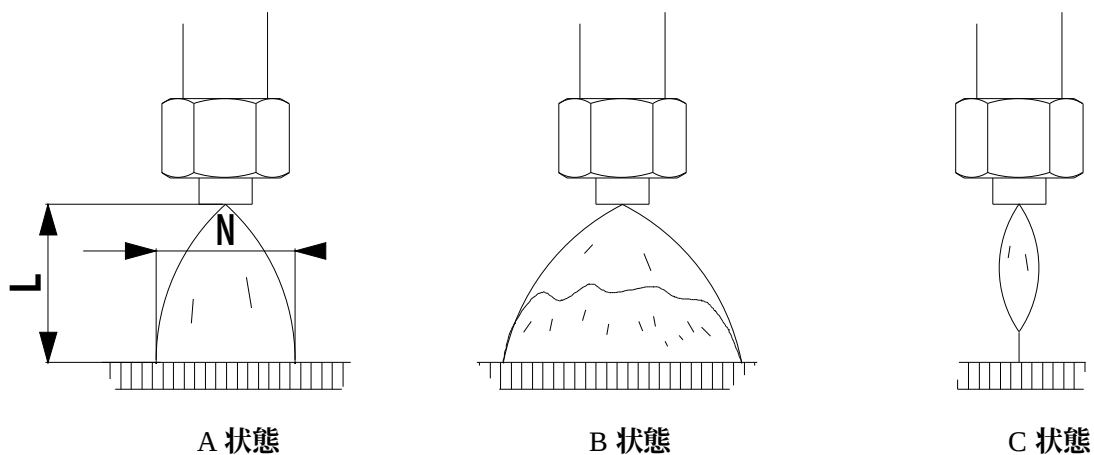


図1 3. 塗布パターン例

塗布液をフィルムコートアプリケーションにて塗布する場合、図1 3のような3形態になるフィルム状パターンを形成することが望ましい。

しかし B 状態ではノズル先端部のみフィルム形成がなされていてその後糸状もしくは粒子状に飛散がみられるものは、フィルム形成されている箇所にて塗布した場合、通過点制御による直線塗布での帯状塗面はあまり芳しい塗面にならない。それは塗布パターン内分布で、端部への液集中によりパターン中央部の液量低下がおこり、帯状塗面の面内塗膜分布は、中央部が薄く、端部が濃い状態が残る。また被塗物に塗布液が当たる際に、飛散も出やすい。(塗布パターン端部の被塗物との角度により影響)

したがって、A 状態、もしくは C 状態にて塗布パターン最大幅のノズル位置より上部分にて被塗物に接する塗布をすることが適切な塗布条件となります。

上図の状態で A が、パターン形成として適正塗布条件になるので A 状態になるよう条件設定をする必要がある。C 状態条件は、粘度が高いか、ノズルの吐出量が少ないタイプ又は塗布幅が狭いものを選定した場合に生じる結果である。塗布は出来るが塗布結果としては、膜厚が厚く、塗布直線性が得られないとか泡の発生等が生じやすい。B 状態は塗布液が低粘度か、液圧が高い場合の結果生じる形態です。

パターン幅はノズル種類やノズル距離、液粘度等により変更可能であるが、標準の有効塗布巾としては

a：寸法（パターン幅） 4～16 mm

b：寸法（ノズル距離） 6～20 mm です。

8. フィルム塗布工法の応用実施例

フィルム塗布の実施例については、別紙に改めて記載します。

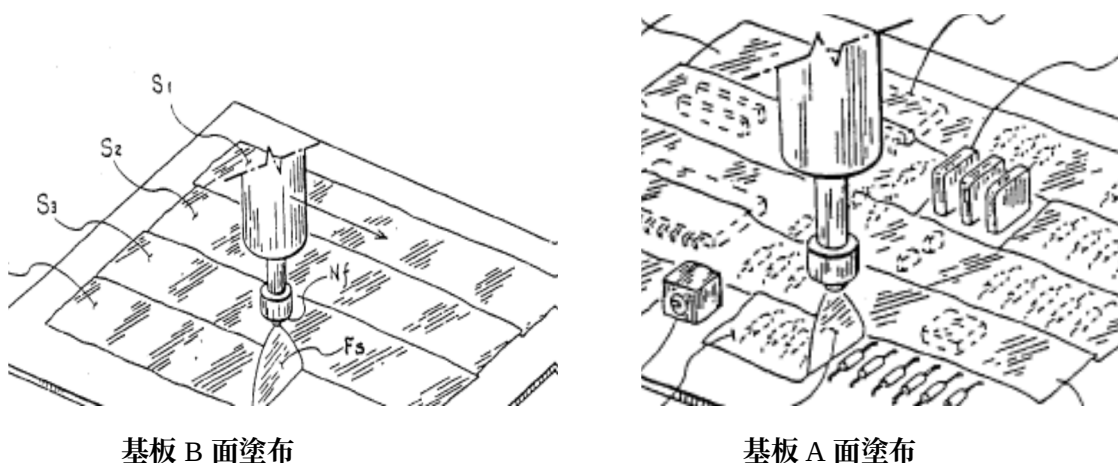


図14. フィルム塗布工法を利用した塗布実例

*Conformal coating material and coating test condition for automotive pcb substrate						
1. Test Material						
		Silicone		Acrylic		Rubber
Name	Dow coming 3-1953	Dow coming 3-1965	**ShinEtsu KE-3423	Humiseal1B31	LSS520MH	LSS540E
	Dow coming	Dow coming	ShiEtsu Chemical	Colombia	Nitto Shinko	Nitto Shinko
Solvent	None	None	None	Butyl acetate	Methylic cyclohexane	Ion water
The best film thickness(Material manufacturer recommendation)	100µm@ moistureproof & drip-proof	100µm@ moistureproof & drip-proof	100µm@ moistureproof & drip-proof	20-30µm@ moistureproof & drip-proof	20-30µm@ moistureproof & drip-proof	20-30µm@ moistureproof & drip-proof
Coating Viscosity	400mPas	150mPas	600mPas	40mPas	50-60mPas	50-60mPas
Coating method(Material manufacturer recommendation)	①Dipping ②Air spray	①Dipping ②Air spray	Spiral spray	Film coat	Film coat	Special spiral spray
Method of canceling bubble	①spray condition improvement ②PCB temperature condition improvement	①spray condition improvement ②PCB temperature condition improvement	①spray condition improvement ②PCB temperature condition improvement	①Solvent condition improvement ②PCB temperature condition improvement	①Solvent condition improvement ②PCB temperature condition improvement	①spray condition improvement ②PCB temperature condition improvement
			**It is necessary to confirm the serial number of recommended material to Mr. Song in South Korea Shinetsu.			
2.Coating method						
PCB	The test condition of the coating composition coated by using MDPS 114sets and AIR BAG ECU 114sets in the prescribed coating time is set.					
Dipping	The sample is made in the place where the current state is manufactured because there is no device in TTnS.					
Air spray	The sample is made in consideration of the coating condition used by an existing user. However, the measures are given when there are bubbles.→ Speed and pressure adjustment, etc.					
Spiral spray	Dispense, Monofilament, and Spiral spray are switched and coat according to the part situation in the substrate. Solder side →Spiral and mounting side →Mono+Dispense					
Film coat	After various conditions are decided to secure the prescribed film thickness, touch up coating(Masunuri)is given to the pin foot and the IC underbody.					
3.Above-mentioned coating notes						
• Coating sequence of PCB						
	Back side→Front side					
• Point of front side pcb						
	Pin foot of microcomputer					
	The underbody of microcomputer (QFP) executes the way increase coating material(Masunuri) that recommended film thickness of each material manufacturer can be secured. → Pinpoint coating.					
Pin part such as power transistors						
	The increasing of coating material(Masunuri) is done to the shadow of the coating pattern by using the tilt feature as well as the above-mentioned for the becoming it part.					
The vicinity of connector						
	So as not to disperse, it coats it in consideration of the distance of the nozzle, the speed, and the nozzle inclination.					
• Point of back side pcb						
	It coats it by the prescribed coating pattern width pitch matched to it after it is confirmed that the pin foot length.					
	ランドの大きいはんだ部は上記塗布後のWET膜状況確認し、膜厚不足の場合プログラム変更して膜厚確保の塗布。					
	自動化を想定してはんだ面から塗布し、反転して乾燥させ、実装面の塗布に移る。					
4.Amount of C that requires it to test						
	10kg for each including a prior test.					

9. 塗布装置及び乾燥炉排気濃度計算

1) 基本仕様

① 基本サイズ max 160×270mm

② 塗布材 ヒューミシール I B 6 6 (固形分 3 5 %W)

希釈剤キシレン C 6 H 4 (CH₃)₂

混合比 キシレン : ヒューミシール

1 : 1. 2

混合した固形分

③ 装置は、

はんだ面塗布ワークセル→表面塗布ワークセル→表面チルト専用ワークセルの 3 台とした場合

$$\frac{0.35}{(1-0.35) + \frac{1}{1.2}} = \frac{0.35}{0.65 + 0.083} = 0.237$$

23.7%W

2) 塗布装置

① 半田面用塗布（キシレンでみる）

ヒューミシール塗布量

$$\frac{0.16(\text{m}) \times 0.27(\text{m}) \times 20(\mu\text{m})}{0.237 \times 0.9(\%) \times 1.2} = 4.05 \text{ cc/1枚}$$

生産量 1枚/24秒 → 2.5枚/1分

$$4.05(\text{cc/枚}) \times 2.5(\text{分}) = 10.13 \text{ cc/min}$$

溶剤がこのうち20%蒸発するとして

$$10.13 \times (1-0.237) \times 0.2 = 1.55 \text{ cc/min}$$

必要換気風量 = V とすると

$$1.55(\text{cc/min}) \times 60$$

$$\bullet \text{ 溶剤蒸発量} = E(\text{kg/h}) = \frac{1.55 \times 60}{0.98 \times 1000} = 9.49 \times 10^{-2}$$

$$\bullet 1 \text{ kg-Mol の重量} = M_0 = 106 \text{ (キシレン)}$$

$$\bullet \text{ 爆発下限界} = C = 1.0\%$$

$$\bullet \text{ 安全係数} = K = 5$$

$$V \geq 9.49 \times 10^{-2} \times \frac{22.4}{106} \times \frac{100}{1.0} \times 10 \geq 2.0 \text{ m}^3/\text{hr}$$

② 表面A用塗布（キシレンでみる）

ヒューミシール塗布量

$$\frac{0.16 \times 0.27 \times 25}{1} = 5.06 \text{ cc/1枚}$$

$$0.237 \times 0.9$$

生産量 2.5 枚/min

$$5.06 (\text{cc/枚}) \times 2.5 (\text{枚/分}) = 12.65 \text{ cc/min}$$

20%蒸発すると仮定

$$12.13 \times (1 - 0.237) \times 0.2 = 1.85 \text{ cc/min}$$

これに①の溶剤蒸発量が20%加えるとする

$$1.85 + 1.55 = 2.87 \text{ cc/min}$$

$$E = \frac{2.87 (\text{cc/min}) \times 60}{0.98 \times 1000} = 0.175 (\text{kg/h})$$

$$V \geq 0.176 \times \frac{22.4}{106} \times \frac{100}{1.0} \times 10 \geq 37 \text{ m}^3/\text{Hr}$$

③ 表面チルト用塗布

ヒューミシール塗布量は

$$\text{A用の1/5とする。} \frac{5.06}{5} = 1.012 \text{ cc/1枚}$$

生産量 2.5 枚/min

$$5.06 (\text{cc/枚}) \times 2.5 (\text{枚/分}) = 12.65 \text{ cc/min}$$

目標に20%蒸発すると仮定

$$1.012 \times (1 - 0.237) \times 0.2 = 0.154 \text{ cc/min}$$

これに①の溶剤蒸発量10%②の蒸発量20%とする

$$5.07 + 1.85 + 0.154 = 7.1 \text{ cc/min}$$

$$E = \frac{7.1 (\text{cc/min}) \times 60}{0.98 \times 1000} = 0.44 (\text{kg/h})$$

$$V \geq 0.44 \times \frac{22.4}{106} \times \frac{100}{1.0} \times 10 \geq 93 \text{ m}^3/\text{Hr}$$

3) 乾燥炉

乾燥炉に持ち込む溶剤量は

$$\textcircled{1} 10.13 \text{ cc/min} \times (1 - 0.2 - 0.1) = 7.091 (\text{cc/min})$$

$$\textcircled{2} 12.65 \text{ cc/min} \times (1 - 0.04) = 7.59 (\text{cc/min})$$

$$\textcircled{4} 0.012 \text{ cc/min} \times (1 - 0.32) = \underline{0.81 (\text{cc/min})}$$

計 15.5 (cc/min)

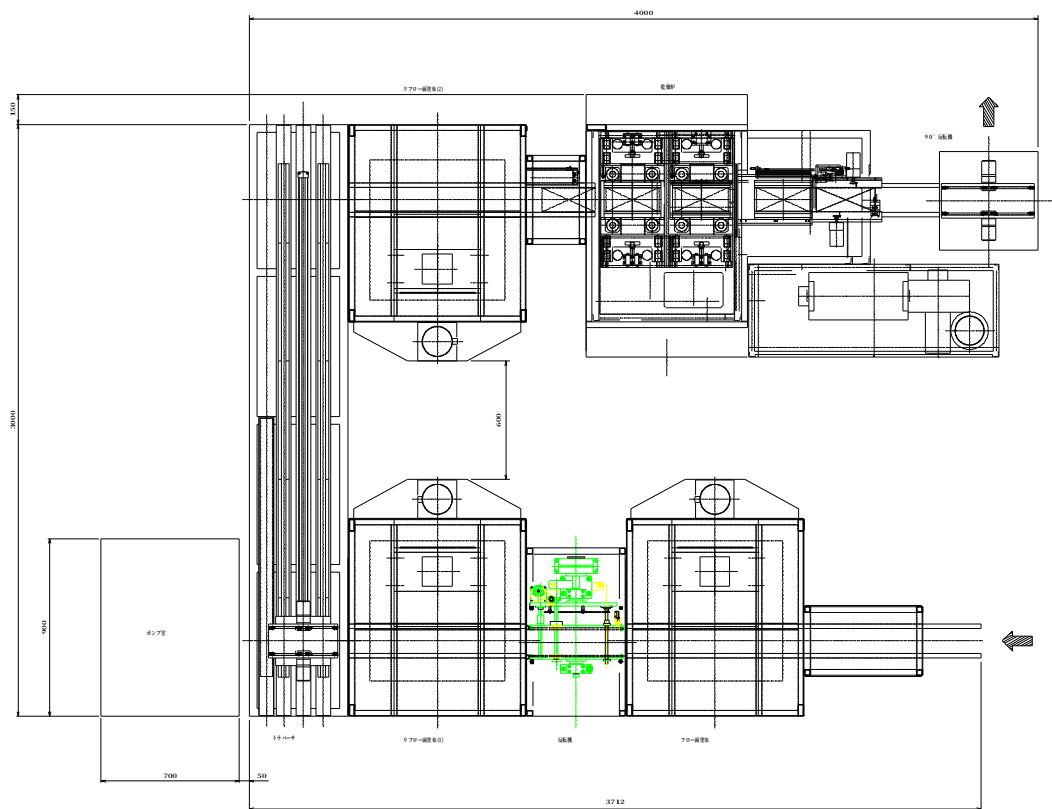
$$E = \frac{15.5 \text{ cc/min} \times 60}{0.98 \times 1000} = 0.948 \text{ kg/h}$$

$$V \geq 0.948 \times \frac{22.4}{106} \times \frac{100}{1.0} \times 10 \geq 200 \text{ m}^3/\text{Hr}$$

それぞれの

必要排気濃度は

	最低必要排気	予定排気量
裏面塗布	$20 \text{ m}^3/\text{Hr} \times 1/60 = 0.3 \text{ m}^3/\text{min}$	$5 \text{ m}^3/\text{min}$
表面A塗布	$37 \text{ m}^3/\text{Hr} \times 1/60 = 0.61 \text{ m}^3/\text{min}$	$5 \text{ m}^3/\text{min}$
表面チルト塗布	$93 \text{ m}^3/\text{Hr} \times 1/60 = 1.55 \text{ m}^3/\text{min}$	$5 \text{ m}^3/\text{min}$
乾燥炉	$200 \text{ m}^3/\text{Hr} \times 1/60 = 3.3 \text{ m}^3/\text{min}$	$3 \text{ m}^3/\text{min}$



以上