

熱を利用して塗膜中に銅の焼結構造体を形成させる。銅原子の電子を振動させて金属銅からの発熱を起こすためには、波長 600 nm 以下の光を照射する必要がある、例えば 240 ~ 600 nm の範囲内に波長成分を有する光を照射することが効果的である。この波長範囲の光は上述のようにアゾール化合物被覆層の発熱にも有効となる。

#### 【0032】

紙基材上に形成された銅粉含有塗膜に上記波長域の光が照射されると、その光が届く範囲にある塗膜表層部付近の微細銅粉 A、粗大銅粉 B および酸化銅粉 C の粒子が発熱する。これらのうち微細銅粉 A を構成する銅ナノ粒子は焼結開始温度が低いので、塗膜表層部付近で速やかに焼結が起こる。酸化銅粉 C も、粒子が微細である場合には自らの発熱によって銅への還元および焼結に至ることがある。酸化銅粉 C の表面にアゾール化合物被覆層を有している場合には、そのアゾール化合物の光の吸収による発熱によって酸化銅粉 C の昇温が一層起こりやすい。表層部で発生した熱の伝導により、光が届かない内部の微細粒子も焼結していく。微細粒子で焼結が生じると、その焼結部分に隣接する粗大銅粉 B にも焼結が及ぶ。また、酸化銅粉 C が粗大粒子である場合も表層部からの熱伝導により銅へ還元され、上記粗大銅粉 B と同様に周囲の銅と焼結する。このようにして塗膜中には銅の焼結構造体が形成される。その間、時間にして約 1 sec 程度であり、焼結構造体の厚さも薄いので、光照射を止めると塗膜温度は急速に低下する。そのため、光照射の条件を適切にコントロールすることにより下地の紙基材を焼損させることなく、焼結を終了させることができる。

#### 【0033】

酸化銅粉 C は、光焼成時に温度が上昇すると、塗膜中に存在する有機成分の炭素などと反応し、金属銅へ還元される。このときに塗膜中に放出された酸素によって樹脂 D の燃焼が促進され、酸化銅粉 C が存在しない塗料を使用した場合と比べ、樹脂の残存量が少ない銅の焼結構造体を得られる。この段階で樹脂の残存量が低減されていると、後工程の加熱プレスで多量の樹脂が詰まっている状態で実施する場合と比べ、最終的に樹脂成分の残存量が少ない導電膜を得ることができ、アンテナ等の導電回路の耐候性向上に有利となる。

#### 【0034】

光照射の光源としてはキセノンフラッシュランプなどが適用できる。キセノン光は 200 ~ 800 nm を含む波長範囲をカバーするスペクトルを有するので、銅粉含有塗膜の光焼成工程には好適である。キセノンフラッシュランプを使用する場合、パルス周期 500 ~ 2000  $\mu$ s、パルス電圧 1600 ~ 3800 V の範囲で最適な条件を設定することができる。下地の紙基材へのダメージが回避され、基材直上まで焼結が達成できる最適な条件は、使用する塗料の配合組成、予備焼成条件、塗膜厚さ、紙基材の耐熱性などに応じて、予め予備実験により把握しておくことができる。工業的生産においてはその予備実験データに基づいて光焼成の条件を設定すればよい。前記の銅粉含有塗膜は、光焼成工程を経て紙基材上で銅の焼結構造体を主体とする導電膜となる。この膜を「焼結導電膜」と呼ぶ。

#### 【0035】

##### 〔加熱プレス工程〕

焼結導電膜を構成する銅の焼結構造体の内部には、まだ樹脂が残存しているが、光焼成工程で樹脂が燃焼することにより形成されたボイド（空隙）や、塗料に含まれていた溶剤等の有機成分が揮発することによって形成されたボイドが多く存在する。このようなボイドが潰れるように焼結導電膜を加圧すれば、銅充填率が増大し、導電性が向上する。フィルム状物体を加圧する一般的な手段としてロールプレス法が知られている。

#### 【0036】

R F I D タグのアンテナ回路では、導電性の向上は通信距離の向上等、アンテナ性能にも有利に働くと考えられる。ただし、プラスチック基材と比べ吸湿性の高い紙基材を用いた場合には、高温高湿雰囲気中に放置した場合にアンテナ性能が劣化しにくい性質、すなわち「耐候性」に優れることが実用上極めて重要となる。紙基材上に形成した焼結導電膜を単にロールプレスにより加圧して銅充填率を高めるだけでは、初期の導電性（アンテナ性

10

20

30

40

50