2.7.3 技術発展

図 2.7.3-1 に、紙乾燥の技術発展図を示す。

抄紙機における乾燥方式で現在最も普及している形は、乾燥用シリンダーの内側に蒸気を通して加熱し、その外側の表面にカンバスを使って湿紙を押しつける形式である。このシリンダーを複数並べた多筒式ドライヤーは、抄紙機発達の歴史を通じて、数や大きさ、並べ方の相違はあるものの、本質的にはほとんど変わっていない。これは、非常に長いウエブをできるだけ速く、むらなく乾燥させる作業について現在この形式が最も適切であることによる。技術開発の多くは、この形式に対して様々な改善を試みるものである。

シリンダー本体の改良については、シリンダー内に小室を設けるなど構造を工夫して、シリンダー全体の温度を均一に保つもの（実公昭 63-37661）や、シリンダーを組み合わせる方法（特許 2588637、特開平 7-229081）などが見られたが、最近はあまり出願されていない。

古くから熱源として使用されてきた蒸気のドレーン（凝縮水）と非凝縮空気を効率よく排出することも、ドライヤーの温度調節を確実にし、乾燥能力を低下させないために必要で、これまでに多くの技術が開発されてきている。これは、ドレーンそのものの熱伝導率が鋳鉄などに比べて著しく低いことと、蒸気が凝縮する際に分離された非凝縮空気が存在すると、その蓄積によってシリンダー内の蒸気の分圧が下がり、蒸気温度も低下してしまうためである。

また、熱風を湿紙表面に吹き付けるためのノズルについても種々工夫がなされている。ねじれやしわがよらないように横方向の調節をするもの（特許 2649180）と上下から吹き付けて送りを安定化するもの（特開平 7-120149）がある。

これら乾燥装置に関する技術開発では、海外からの出願が多いが、多筒式ドライヤー以外の乾燥方法や紙の乾燥度を測定するセンサー（特許 2622288、特開平 8-258243）などに関するものでは日本からの出願が多い。乾燥方法としては、超音波・遠赤外線・高周波・マイクロ波・プラズマなどによるもの（特許 2834620、特公昭 55-874、特公平 5-35072、特開平 11-58687、特開平 11-135249、特開平 11-173757）がある。

図 2.7.3-1 紙乾燥の技術発展図（1/6）

出願年　’75　’80

年月は出願月または優先権主張月

シリンダー

特公昭54-6644
77.08
青木 福男
シリンダーの両端面の形状を工夫し、内側の最外周部のみを蒸気加熱室として歪を少なくしたドライヤー装置。

水蒸気ドレーンの排出

特公昭56-47317
77.12（優）
ベロイト
（米国）
基幹ヘッダーパイプに連結した複数の短小ヘッダーチューブから垂下させた収集チューブで凝集物を排出する装置。

特公昭57-42758
78.03（優）
ベロイト
（米国）
特殊な構成のブラシをドライヤードラム内に設け、乱流を発生させることにより、凝縮液による熱遮断を防止するロール。

特公昭58-5319
78.12（優）
ヨット エム フォイド
（ドイツ）
シリンダー内への蒸気送出孔に突出構造を設けて、シリンダー内壁にもたらされる異物や凝縮水の量を減少させる乾燥シリンダー。

ノズル

特公昭59-42223
79.07（優）
ズルツアー エッシャー ウイス
（ドイツ）
開閉自在の開口で乾燥媒質のウエブの衝突率を制御し、ウエブの任意の部分の乾燥強度を変えられるようにする材料ウエブ乾燥機。

特公昭63-46199
80.03（優）
バルメット
（フィンランド）
特定方向に向いた２個のノズルスロットとノズル表面にウエブを支えるエアクッションを形成するくぼみを備えた過圧ノズル。

その他

特公昭55-874
75.12
東芝
梯子型低周波回路にマイクロ波を伝送して乾燥させる加熱装置。梯子のスリットを通して気体を吹きつける。

特公昭58-18589
77.06（優）
ベロイト
（米国）
高圧力の熱空気の衝撃流により熱伝達率を向上させて均一な乾燥を行う空気衝撃式乾燥装置。

特公昭56-21879
75.12（優）
タンペラ
（フィンランド）
固定した紙ウエブに、上方から加熱板を、下方から冷却板を接触することにより紙を乾燥する方法および装置。

図 2.7.3-1 紙乾燥の技術発展図（2/6）

出願年　　'81　　'82

年月は出願月または優先権主張月

シリンダー

特公昭59-5718
81.04（優）
インガーソル ランド
（米国）
熱風を回転シリンダーの外周から吹付けて固定ドラムの内側から吸引する構造とした多孔性紙匹の乾燥装置。

特公昭59-5717
81.04
荏原製作所
カンバスロールの円筒状シェルに多数の貫通細孔を設け、熱風を送り出して乾燥むらを防ぐ乾燥ロール。

特公昭61-37397
82.07
石川島播磨重工業
ドラムの両端部の内部に特殊な断熱体を設け、ドラムの両端部で湿紙が過乾燥されるのを防止する装置。

a

水蒸気ドレーンの排出

特公昭63-67595
81.03（優）
ヨット エム フォイド
（ドイツ）
内側面に切設された条溝からサイフォン装置により凝結水を吸出すようにした乾燥シリンダー。

b

ノズル

特公平3-10870
81.05（優）
エムウー ジェー マテリエルエキプマン グラフィク
（フランス）
ウエブの上下に2列のノズルを対向させ、熱風を噴出させることにより、ウエブを支持しつつ乾燥を行う装置。

特公昭61-3919
82.04
石川島播磨重工業
湿帯に乾燥加熱空気を吹きつけるとともに、その近接位置で吸引することにより、局部的な空気の流れを形成する乾燥方法および装置。

実公昭60-34372
82.06
石川島播磨重工業
ノズル両側の噴出孔の幅を調節することで噴出圧に差をもたせ、安定したウエブの送りが可能となる塗工機のドライヤー用ノズル装置。

c

その他

特公平2-51743
82.11
神崎製紙
比較的低温で乾燥する必要がある感熱シートの乾燥方法で、相対湿度が10%未満で循環する乾燥空気を発色する温度以下に保ちながらシート表面に吹きつけるもの。

d

図 2.7.3-1 紙乾燥の技術発展図（3/6）

出願年　’83　’86

年月は出願月または優先権主張月

シリンダー

a

実公昭63-37661
83.10
久保田鉄工
乾燥筒内周の蒸気加熱室を複数個に分割し、その各々の加熱室に蒸気を供給排出して、乾燥効率の向上と回動動力を節減できる乾燥筒。

水蒸気ドレーンの排出

b

実公昭63-13276
83.08
テイエルブイ
多筒式ドライヤーで、各シリンダーの加熱温度が湿紙側から乾紙側に向かって順次高くなっている全体として乾燥効率が高いドレーン配管。

特公平1-10637
84.03（優）
ベロイト
（米国）
サイホン取水口に乱流促進装置を設け、スポイラバーをつけている胴壁の区域との熱伝達差を少なくした蒸気加熱ドライヤー胴。

特公昭61-51080
84.09
山陽国策パルプ
乾燥ドラムの内部に複数のドレーン吸引口を設け、それらから別々のドレーン排出管でドラム外へ導出する乾燥方法および抄紙用乾燥ドラム。

ノズル

c

特公平4-72696
84.02
大日本印刷
熱風吹出部に先端に多孔板を有する多孔板ノズルを用いかつ各ノズル間に排気流路を設けた、伝熱性能のよい連続帯状物の乾燥装置。

特公平3-66438
86.02（優）
イントロニック プロセス
（スウェーデン）
空気等の熱処理媒体を帯状製品に供給し、蒸発する水蒸気を有効に除去しうる熱処理装置。

実公平3-50387
86.05
三菱重工業
乾燥風吹出面から噴出した乾燥風の流れを調節して、ウエブ幅方向の流れを減少できる乾燥用ノズル。

その他

d

特公平3-54053
83.01
日本印刷製本紙工機械工業会
レーザ光発射装置の回転多面鏡と、印刷物案内装置等から構成することにより、省エネルギーで高速乾燥を行う印刷物のインキ乾燥装置。

特公平2-52038
86.07
山陽国策パルプ
受圧ロールと押圧シューで押圧される加圧ベルトとの間の湿潤紙材帯含有液に通電して発熱させ、含液率を低減させる熱圧脱液装置。

特公平5-35072
86.12
近藤運輸機工
印刷紙の乾燥に遠赤外線ヒータと熱風加熱装置を併用することで、消費熱量を少なくする印刷紙の乾燥装置。

図 2.7.3-1 紙乾燥の技術発展図（4/6）

出願年　’87　’90

年月は出願月または優先権主張月

シリンダー

特公平7-122547
87.06（優）
パルプ アンド ペーパー リサーチ インスチチュート オブ カナダ
（カナダ）
多孔質ウエブを、高温硬質の第1移動面と低温浸透性の第2移動面との間を通過させることにより、効率よく水分を除去する方法および装置。

特許2588637
89.07（優）
パルプ アンド ペーパー リサーチ インスチチュート オブ カナダ
（カナダ）
紙の一方の面を第1シリンダーで、他の面を第2シリンダーで乾燥することにより、印刷用製品として好適な紙を得る方法および装置。

a

水蒸気ドレーンの排出

b

ノズル

特許2649180
88.02（優）
サーモ エレクトロン ウェブ システムズ
（米国）
改良二穴ノズルを利用してノズル間の距離を適切に保ち、噴出口の間隔を最適なものとする平行噴射流を用いた正圧浮動ウエブ乾燥装置。

c

センサー

実公平5-33954
87.08
メイトサイエンス
一組のローラ筒に通電する導通手段を具備し、シート材乾燥機を高精度に制御できる水分率測定装置。

特許2729802
88.03
大日本印刷
印刷後の印刷紙を熱風にて加熱乾燥する装置の出口での紙面温度を測定し、熱風温度を制御することにより、ひじわの発生を防止するオフセット輪転機用乾燥装置。

特許2622288
89.05
三菱重工業
紙幅方向の水分分布を検出する装置と誘電加熱装置を備えることにより、水分分布を制御するコータ乾燥装置。

d

その他

特許2530219
89.02
富士写真フィルム
帯状物の厚みに応じてスイングロールを移動させて、加熱ロールからの熱の供給量を自由に調整可能にする帯状物乾燥装置。

特許2920786
90.02（優）
ベロイト テクノロジーズ
（米国）
ウエブをフェルトで連続的に拘束しながらウエブの両側を乾燥する製紙機械のプレス部分から出る紙のウエブの乾燥装置および乾燥方法。

e

図 2.7.3-1 紙乾燥の技術発展図（5/6）

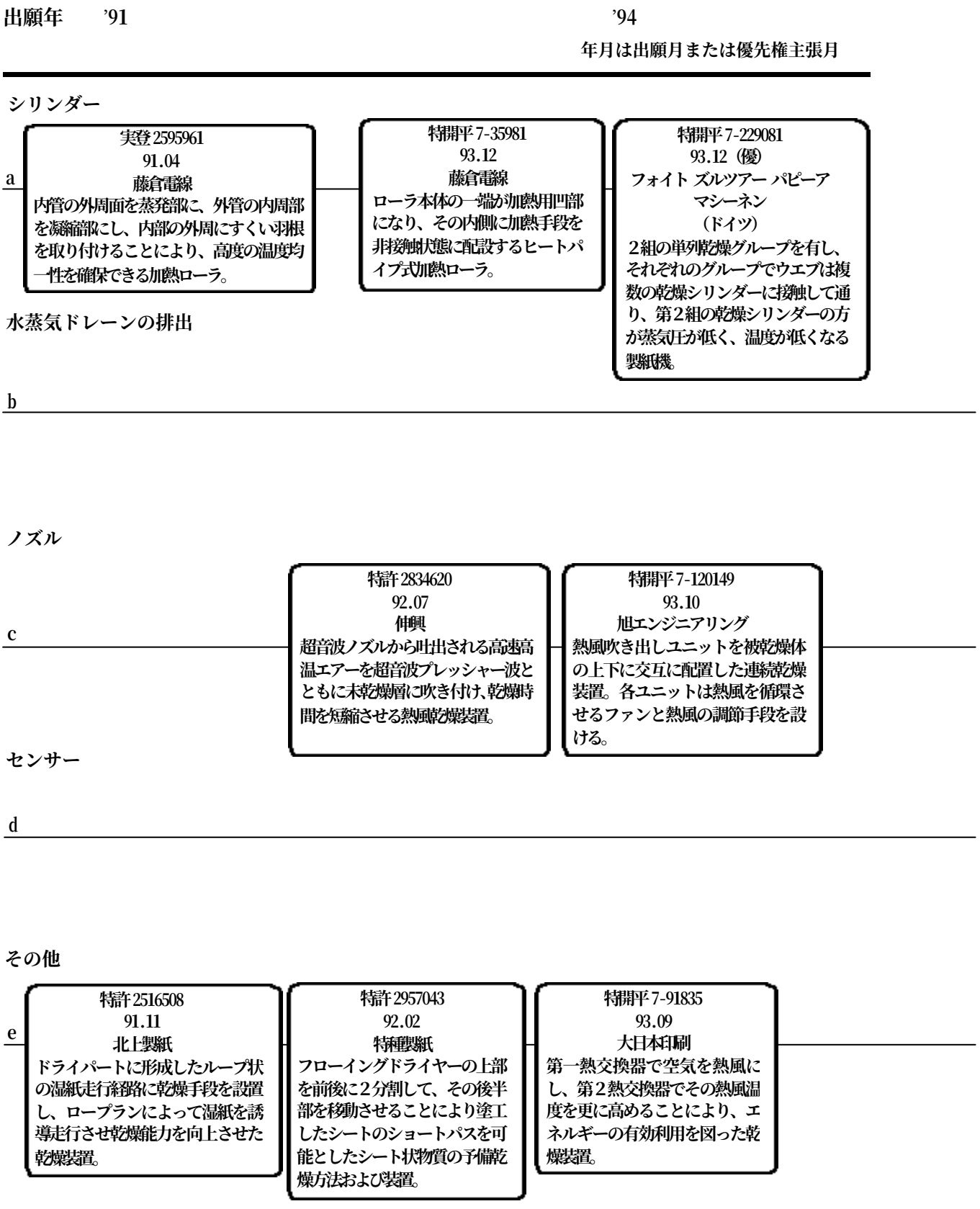

図 2.7.3-1 紙乾燥の技術発展図（6/6）

出願年　　’95　　’98

年月は出願月または優先権主張月

水蒸気ドレーンの排出

特開平 11-350374
98.06
テイエルブイ
蒸気供給口と渦巻き状のサイフォン管を設けたシリンダードライヤー。シリンダー内部に生じるドレーンを速やかに排出して加熱効率の低下や加熱むらを防ぐ。

ノズル

特許 2911808
95.02（優）
バルメット
（フィンランド）
紙ウエブのしわやたるみを防ぐため、直交方向に取り付けられたノズルを調節できる無接触調整処理装置。

特開平 9-31829
95.07
ヒラノテクシード
ウエブの縦皺を解消するために、熱処理室の出口付近に左右方向に広がるように熱風を吹き出すノズルを備えた熱処理装置。

センサー

特開平 8-261646
95.03
東芝エンジニアリング
乾燥室内に圧力センサを設け、乾燥空気の供給と吸湿空気の排出を調節する乾燥方法および乾燥装置。

特開平 8-258243
95.11
井上金属工業
ウエブの表面温度を検出し、吹き付ける熱風の温度を制御することにより、印刷紙の火ぶくれの発生を防ぐ温度制御装置および温度検出装置。

その他

特開平 9-119060
95.05（優）
インスチチュート オブ ペーパー サイエンス アンド テクノロジー
（米国）
繊維ウエブを特定温度の加熱プレス面で乾燥することにより、ウエブの層間剥離を有効に防止する方法および装置。

特開平 11-58687
97.08
三菱重工業
走行する印刷物に近接して複数個のプラズマトーチを配設し、高温ガス（プラズマ）を放出して、インキ中の溶剤を速く蒸発させ、機械長を大幅に短縮したドライヤー。

特開平 11-135249
97.10
富士電エンジ
共通高周波電力を用いて、ヒータ効率を向上させたヒータロール高周波誘導加熱装置。

特開平 11-173757
97.12
円山 重直、前川製作所
熱風を使用することなく、遠赤外線放射体で印刷紙を乾燥させる方法とその装置。