nichicon

進相コンデンサ

ニチコンの進相コンデンサは全て“SHコンデンサ”です。

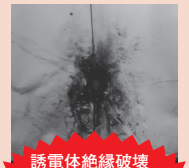
電力用コンデンサには2種類あります（電極種別と誘電体構成および破壊モードの違い）

NHコンデンサとSHコンデンサ

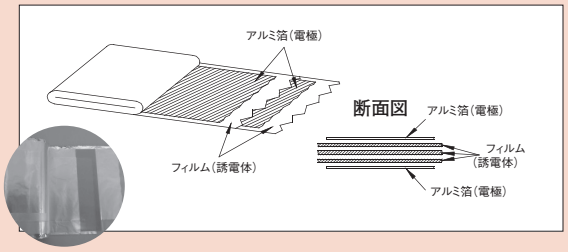
●はく電極（NH）コンデンサ

・絶縁構成
誘電体：絶縁紙，フィルム
絶縁紙とフィルムの複合
電　極：金属箔（一般にはアルミ箔）

・破壊モード
局部的破壊が生じると破壊部分は
短絡状態となり、絶縁回復しないことから
NH（Non-self Healing）コンデンサと称します。



誘電体絶縁破壊
上下のアルミ箔が
接触し短絡となる。



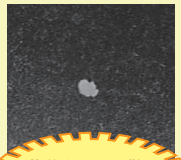
電極がアルミ箔
破壊部は短絡し、絶縁回復しない

NH式の弱点を解決!!

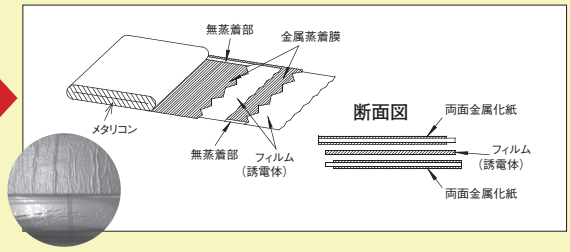
●蒸着電極（SH）コンデンサ

・絶縁構成
誘電体：絶縁紙，フィルム
絶縁紙とフィルムの複合
電　極：絶縁紙またはフィルムの表面
に設けた蒸着金属膜

・破壊モード
局部的破壊が生じると破壊部分の電極膜が
蒸発消失して、絶縁回復することから
SH（Self Healing）コンデンサと称します。

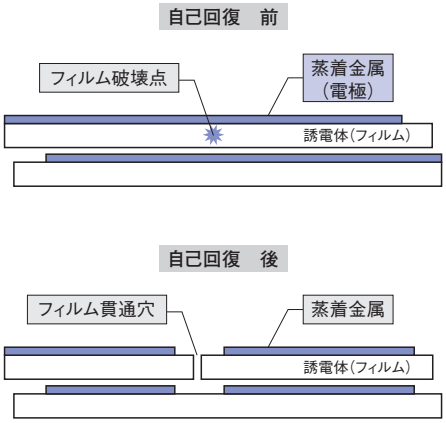


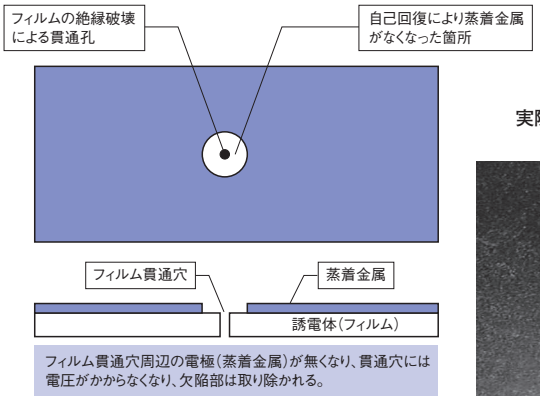
蒸着金属が飛散し
絶縁回復!!



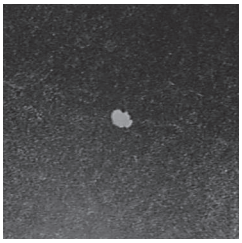
電極は蒸着金属
破壊部は電極が飛散消失し、絶縁回復

自己回復（Self Healing）とは、フィルムが絶縁破壊した場合、破壊点に隣接する電極の微小面積が消滅することによって、瞬間的にコンデンサとしての機能を復元することです。
自己回復する蒸着コンデンサをSH（Self Healing）コンデンサ、
自己回復しないはく電極コンデンサをNH（Non-self Healing）コンデンサと称します。





実際の自己回復後の写真



コンデンサの種類	NHコンデンサ	SHコンデンサ
自己回復機能	無し	有り
特　長	誘電体に弱点があれば、そこで破壊し継続使用不可能。	誘電体に弱点部があっても自己回復作用により弱点部を除去して、継続使用可能。
破壊時の様相	コンデンサ内部で絶縁破壊が発生すると大きな短絡電流が流れ、コンデンサ容器の破壊や噴油に至ることがある。	自己回復作用により徐々に内部圧力が上昇。破壊時に大きな短絡電流が流れないため、コンデンサ容器の破壊や噴油の危険はない。
保護方式	ケース変形をリミットスイッチで検出。またはコンデンサ容器破壊確率曲線に基づいた電力ヒューズでの保護が必要である事からヒューズ選定に注意が必要。	保安装置内蔵に加え、圧力検出用スイッチを併用した二重の安全保護。
保護の特徴	自己遮断不可能。接点出力によりコンデンサを開放するためには、短絡電流を遮断するために遮断器が必要。	自己遮断可能。接点出力を利用し開閉器を開放することが可能。通常の破壊では短絡電流は流れないため、開閉器で回路から開放できる。

高圧進相コンデンサの保護について

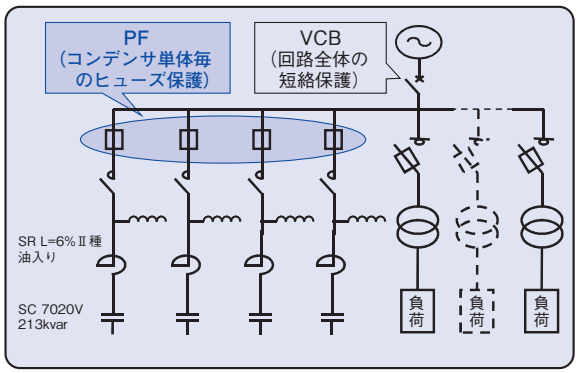
高圧受電設備規程(2020)の改定

2020年の高圧受電設備規程の改定にて、「進相コンデンサの一次側には、限流ヒューズを施設すること（勧告）」から「進相コンデンサは素子種別〖はく電極コンデンサ（NH）・蒸着電極コンデンサ(SH)〗により、適切なコンデンサ保護を選定すること」に変更されました。
つまり…

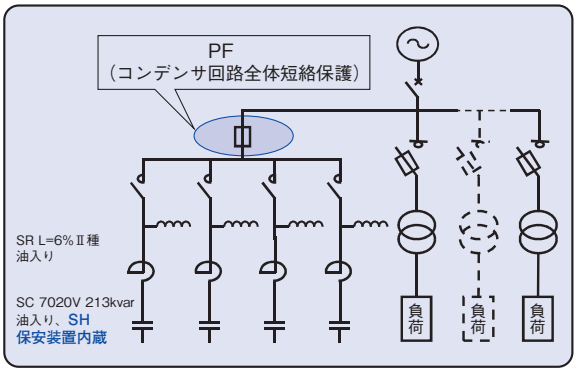
蒸着電極コンデンサ(SH)の場合は、コンデンサ保護としての限流ヒューズの施設は不要です。

コンデンサ保護として、保安装置内蔵品を採用する、もしくは保護接点による保護(電路より開放)が必要となりますが、当社の蒸着電極コンデンサ（SH）にはいずれかの保護装置を標準装備しています。

現在のコンデンサ保護の一般的な施設（例）



SH（蒸着電極）コンデンサご使用の場合（例）
（[SH]・「保安装置内蔵」または「保護接点付き」）



蒸着電極コンデンサ(SH)をご使用の際は、各コンデンサに施設していた限流ヒューズを取り外すことで設備の部品点数削減、スペースの削減が可能になります。

nichicon

高圧進相コンデンサの保護について

高圧受電設備規程の改定内容

【高圧受電設備規程 1150-9 進相コンデンサ及び直列リアクトル（抜粋）】

【2014年版】進相コンデンサの一次側には、限流ヒューズを施設すること（勧告）

【2020年版】進相コンデンサは次の各号のいずれかにより施設すること。（勧告）

①はく電極コンデンサ（NH）の場合は、進相コンデンサの一次側に限流ヒューズを施設すること

②蒸着電極コンデンサ（SH）の場合は、保安装置内蔵コンデンサの採用又はコンデンサ付属の保護接点の使用により電路から切り離すことができる適当な装置を施設すること。

2020年の高圧受電設備規程改定により、今後はコンデンサの素子種別（NH・SH）によって適切なコンデンサ保護の選定が必要になりました。

はく電極コンデンサ（NH）の場合　…　従来どおり限流ヒューズの施設が必要

蒸着電極コンデンサ（SH）の場合　…　保安装置内蔵品の採用、もしくは保護接点による保護（電路より開放）が必要

内線規程 JEAC8001の改定内容

【内線規程 3815-4 個々の負荷に高圧進相コンデンサを施設する場合（抜粋）】

【2016年版】

③コンデンサ回路には、コンデンサ保護に適した限流ヒューズを施設すること。ただし、電動機回路を保護する限流ヒューズにより、コンデンサが保護できる場合は、この限りではない。

【2022年版】

③コンデンサ回路には、**素子種別の異なる2種類のコンデンサ（NH・SH）に適した保護装置により**施設すること。

a. **はく電極コンデンサ（NH）の場合は、進相コンデンサの上位に、**コンデンサ保護に適した限流ヒューズを**使用するのがよい。**
なお、コンデンサ付属の保護接点を使用する場合も、限流ヒューズの併用が望ましい。ただし、電動機回路を保護する限流ヒューズにより、コンデンサが保護できる場合は、この限りでない。

b. **蒸着電極コンデンサ（SH）の場合は、保安装置内蔵コンデンサの適用、又はコンデンサ付属の保護接点の使用により、開閉器または遮断器によってコンデンサを電路から切り離すことができる適当な装置を施設すること。**

〔注〕進相コンデンサの素子種別と保護については、JEAC 8011（2020）「高圧受電設備規程」2120-4（機器及び電線の保護）及び資料1-1-8「高圧進相コンデンサの素子種別と保護」を参照のこと。

ニチコンの高圧進相コンデンサはすべて蒸着電極コンデンサ（SH）です

ニチコンの高圧進相コンデンサ		
種　別	素子種別及び保安装置又は保護接点	高圧受電設備規程による保護
油入式	「SH」 「保安装置内蔵」＋「*保護接点付き」	製品に保安装置を内蔵しており、 製品内で保護完結。
乾式（N_2ガス封入）	「SH」 「保護接点付き」	保護接点の使用により、 電路より切り離す装置の施設で保護完結。

*油入式の場合は150kvar以上は全て保護接点付き、100kvar以下は保護接点付きと保護接点無しの2系列を標準化。
乾式（N_2ガス封入）の場合は全て保護接点付き。

ニチコンの高圧進相コンデンサは蒸着電極コンデンサ（SH）であるため
コンデンサ保護としての限流ヒューズの施設は不要です。

保護協調

進相コンデンサの保護

電力用コンデンサは統計的にみて事故の少ない機器であり、過酷な使用をしない限り絶縁破壊に至ることなく、非常に信頼性の高いものであるとされています。しかし、構造的にはきわめて広い面積の電極間に薄い誘電体があり、これが高電界で長期間連続に課電されているため、長年月の間に偶発的な絶縁破壊を生ずることは皆無でなく、また、過電圧や過度の熱ストレス、過大な高調波電流等の外的要因でコンデンサの許容値を超えた使用をされた場合には劣化が加速し、寿命を短縮して絶縁破壊に至る場合があります。このような万一の故障発生時に、これが原因でコンデンサの破裂、噴油、爆発、出火といった二次的な事故から大きな災害に進展しないように適切な保護装置を設ける必要があります。

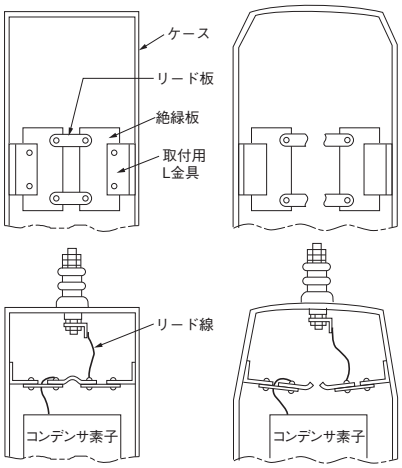
(1) SH方式低圧進相コンデンサ

蒸着電極を採用したSH方式低圧進相コンデンサは誘電体に局部的な絶縁破壊が生じても、自己回復性能により破壊部の絶縁は回復します。しかし、寿命末期など自己回復が繰り返し発生して破壊が増大し、万一自己回復機能が不能になっても蒸着電極の限流作用により大きな故障電流は流れない特長を有しております。

しかし、この状態のまま使用されますと破壊部のガス発生のためケース内圧が徐々に上昇し、最終的にはケースが破裂して噴油爆発し二次災害に進展する場合があります。

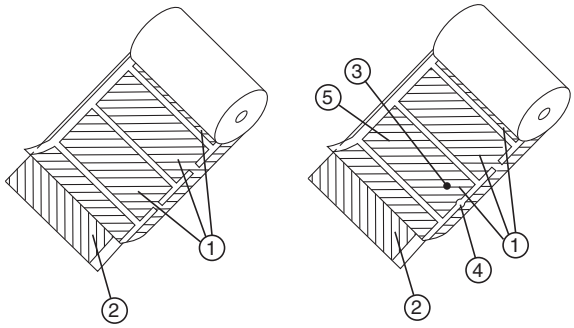
SH方式コンデンサでは大きな故障電流が流れないため、ヒューズや電流検出による保護は困難です。このため、油入式のものではケース内圧上昇を利用して電流を遮断する保安装置を、低圧乾式品（N2形）では素子内で故障部の電流路を開放する保安機構を採用しております。またガス絶縁方式のものではガス圧の上昇を検出する圧力スイッチを採用しております。（保安装置および保安機構の構造、動作原理については右図および下図をご参照ください）

SH方式高圧進相コンデンサの保護についての詳細は10頁の「SH方式高圧進相コンデンサ」をご参照ください。



ケース変形力利用方式

保安装置の構造と動作原理



① 小区分電極の誘電体。
② ベタ側電極の誘電体。
③ 自己回復の限界を超え、誘電体が絶縁破壊した部分。
④ ③の過電流で電流密度最大部分の電極が消滅、断線し故障電極が回路から離脱した状態。
⑤ 回路から切り離された故障電極。

保安機構の動作原理

保護協調

(2) SH方式高圧進相コンデンサ

■油入式高圧進相コンデンサ "ACEVAR® " (SH方式)

蒸着電極を採用したSH方式高圧進相コンデンサは、誘電体の局部的な破壊を生じた場合に自己回復性能を有しておりますが、寿命末期など自己回復が繰り返し発生し、万一自己回復機能が不能になっても蒸着電極の限流作用により大きな短絡電流は流れない特長を有しております。

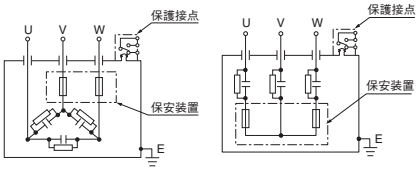
しかし、この状態のままで使用されますとガス発生のためケース内圧が徐々に上昇し、最終的にはケースが破裂して噴油爆発するという大きな事故になります。

油入式高圧進相コンデンサはこのような事故を未然に防止するためすべてに保安装置を内蔵し、併せて圧力上昇検出用保護装置を装備しております。

これら保安装置および保護装置は、コンデンサ内部故障により発生する分解ガスによるケース内の圧力上昇を利用したものですが、動作特性については圧力上昇検出用保護装置の動作が優先するよう保護協調を取っています。

従ってこの保護接点の信号を利用して警報を発したり、遮断器・開閉器の引き外し回路へ接続して電源より開放させることで二次災害を防止します。さらに内蔵の保安装置動作による自己遮断で二重保護が可能となり安全性の向上が図れます。

SH方式高圧進相コンデンサは内部故障時にも大きな電流変化はありませんので、電気的な検出方式による保護は困難であります。しかし、外部故障その他による万一の短絡事故の保護のため、限流ヒューズまたは過電流継電器と遮断器も併用されることをお奨めいたします。



■乾式高圧進相コンデンサ "GeoDRY® "

蒸着電極を採用した乾式高圧進相コンデンサも上記の油入式高圧進相コンデンサと同じく自己回復性能を有しており、破壊時には同じように大きな電流変化も無く、コンデンサ内部故障により分解ガスが発生しケース内圧が上昇します。

N_2ガス充填のため油入りで採用しています保安装置の内蔵は難しく、このため、内部圧力異常時に動作する保護装置の接点(圧力異常検出スイッチ)および安全弁をすべてに装備しています。

なお、安全弁は保護接点が動作しても何らかの理由でコンデンサが電源より開放されないときにケース破裂の危険性を回避するために装備されており、安全弁が動作して内部のガスを放出してケース破裂を回避します。

ただし、安全弁が動作してもコンデンサは電源より開放されませんので保護接点を遮断器・開閉器の引き外し回路へ必ず接続して、保護接点が動作した場合には遮断器・開閉器が確実に開放されるようにする必要があります。

また、外部故障その他による万一の短絡事故保護のため、限流ヒューズまたは過電流継電器と遮断器も併用されることをお奨めします。

保護方式の比較

	油入式高圧進相コンデンサ "ACEVAR® "SH	N_2ガス充填乾式高圧進相コンデンサ "GeoDRY® "
保安装置	保安装置内蔵	無し
保護接点	圧力上昇検出スイッチ (圧力上昇時動作)	圧力異常検出スイッチ (圧力上昇および低下時動作)
特　長	保護接点の信号を利用して警報を発したり、遮断器・開閉器の引き外し回路へ接続して電源より開放できる。また、内蔵の保安装置による自己遮断により自動的に回路より開放する。	保護接点により内部圧力異常時に遮断器・開閉器を開放させることができる。万一、開放されなくても安全弁によりケース破裂は防止できる。

保護接点使用上のご注意

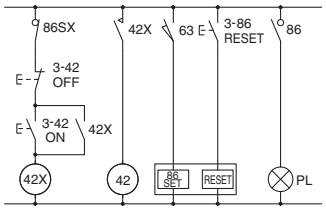
(1) この保護接点を利用してコンデンサ回路専用の開閉器を開路される場合は、コンデンサ用開閉器または遮断器をご使用ください。

(2) 接点の電流容量は下記の通りです。

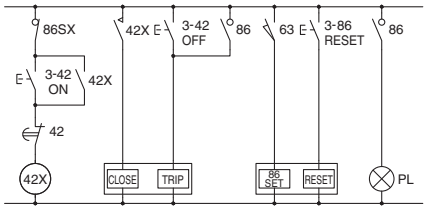
		a 接点	b 接点
接点容量	AC250 V	1.0 A	1.0 A
	AC125 V	3.0 A	2.0 A
	DC100 V	0.1 A	0.05 A

(3) 接点はa接点(常時開路)、b接点(常時閉路)のいずれも使用できます。下図を参考としてシーケンスを組んでください。

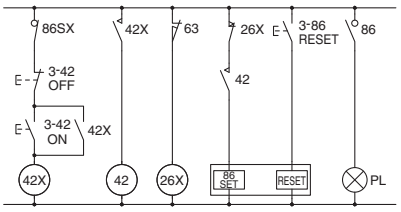
常時励磁式開閉器使用例(保護接点:a接点)



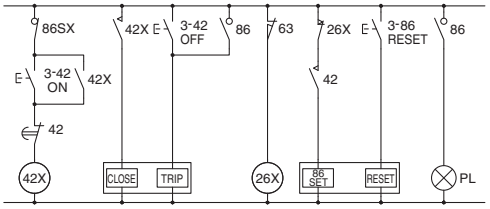
瞬時励磁式開閉器使用例(保護接点:a接点)



常時励磁式開閉器使用例(保護接点:b接点)



瞬時励磁式開閉器使用例(保護接点:b接点)



63　:保護接点
42X :電磁接触器投入用補助リレー
42　:電磁接触器操作コイル(常時励磁式)
86　:キープリレー(86SET　　:投入コイル)
　　(86RESET　:引き外しコイル)
PL　:故障表示灯
26X :b接点反転用リレー

(注) 上記b接点の回路において"26X"および"86"のリレーの組み合わせによっては、瞬時停電時に故障回路が動作する場合があります。瞬時停電のおそれのある回路では、26Xをオフディレータイマにする等の対策を取ってください。